



Os íons sulfato e sua influência na qualidade das águas de poços crateuenses

Antonia Mayza de Moraes França¹, Helena Gomes Loiola¹, Francisco das Chagas da Costa Lopes², Jonas Rodrigues Lima³ e José Ossian Gadelha de Lima⁴

¹Graduandas do Curso de Química da FAEC - UECE. Bolsistas de IC da FUNCAP e UECE. E-mail: mayza-franca@hotmail.com

²Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Química - UFPI. Bolsista do CNPq. E-mail: fclopescosta@bol.com.br

³Professor de Química da Rede Pública Estadual de Ensino em Crateús-CE. E-mail: jrlquimica@gmail.com

⁴Professor da FAEC/UECE, orientador do trabalho de pesquisa. E-mail: jose.lima@uece.br

Resumo: O sulfato (SO_4^{2-}) é um íon que está presente em quase todos os tipos de águas, sendo um dos maiores responsáveis pela qualidade de uma água natural. O valor máximo estabelecido pela legislação brasileira para o teor de íons sulfato numa água destinada ao consumo humano é 250 mg/L. Porém, pode chegar a 800 mg/L em águas naturais, principalmente as de regiões áridas como uma grande parte do Nordeste brasileiro. O município de Crateús está localizado na região semiárida cearense e sua população, principalmente a da zona rural, enfrenta problemas com a escassez de água para abastecimento e com a qualidade desse recurso quando está disponível. Este trabalho teve por objetivo estudar, durante 01 (uma) ano, o comportamento da concentração dos íons sulfato nas águas de 10 (dez) poços localizados no município de Crateús-CE (02 na zona urbana e 08 na zona rural), avaliando a qualidade dessas águas quanto à concentração desses íons. O método analítico utilizado foi o turbidimétrico por espectrofotometria. Os resultados mostraram que as águas da maioria dos poços, com relação à concentração dos íons sulfato, não apresentaram restrições de uso. O comportamento dessas concentrações parece estar intimamente relacionado às precipitações que ocorreram na região durante o período de desenvolvimento da pesquisa.

Palavras-chave: águas subterrâneas, hidroquímica, turbidimetria, íons sulfato

1. INTRODUÇÃO

As águas subterrâneas se apresentam como notável recurso para o abastecimento de regiões onde existem condições favoráveis para o aproveitamento. Em certas áreas como o Nordeste brasileiro, onde as águas de superfície podem desaparecer em determinada época do ano, a água subterrânea retirada de fraturas e falhas de rochas compactas tem sido a única fonte de suprimento de pequenos núcleos populacionais.

No entanto, as condições climáticas da região do semiárido nordestino conferem algumas características intrínsecas aos recursos hídricos destinados à população desta região.

A população rural de Crateús, município localizado em pleno semiárido cearense, não é beneficiada pelo abastecimento de água tratada e, por isso, enfrenta problemas graves em relação à escassez e à qualidade da água consumida para os mais diversos fins. Além disso, o conhecimento dessa população sobre a qualidade desses recursos é praticamente inexistente, principalmente em relação à quantidade e ao tipo das espécies químicas dissolvidas. Um constituinte químico que influencia na qualidade das águas subterrâneas é o ânion sulfato (SO_4^{2-}).

Assim, o objetivo desse trabalho foi estudar o comportamento dos íons sulfato em amostras de águas subterrâneas do município de Crateús-CE, compreendendo a sua influência na qualidade dessa água analisada.

A partir desses estudos, espera-se poder contribuir para amenizar a carência dos órgãos públicos responsáveis por gerir esses recursos, incentivando a implantação de políticas públicas capazes de proporcionar uma melhoria da qualidade de vida à essa população.

As águas analisadas nesse trabalho têm origem a partir de poços artesanais (cacimbões), localizados principalmente na zona rural de Crateús.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os íons sulfato (SO_4^{2-}) estão presentes nas águas subterrâneas devido à lixiviação das rochas sedimentares e metamórficas, como, por exemplo, o xisto. No entanto, a maior contribuição desses



íons é originada dos depósitos de sulfato como gipsita ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) e anidrita (CaSO_4). Além disso, a oxidação de matéria orgânica e os despejos industriais são processos que contribuem para a origem desses sulfatos (FEITOSA, 2000).

O padrão de aceitação para consumo humano determina o valor máximo de 250 mg/L de sulfato (BRASIL, 2005). As águas de origem marinha apresentam o íon sulfato como um dos mais abundantes. A proporção média do teor desses íons varia de 39% a 4% em massa (a 25°C e pH = 8) de sais contidos nessa águas (NYBAKKEN, 1997).

Geralmente, as concentrações são mais elevadas em águas oceânicas, diminuindo consideravelmente em águas de zonas costeiras (BURTON, 1976). Essa diminuição é devido ao aporte de águas doces que causam o efeito de diluição (CABRERA, 2005).

Essas concentrações de sulfato menos elevadas em ambientes costeiros estão relacionadas também à redução a sulfetos por bactérias redutoras (CANFIELD, 1989, SHERR & SHERR, 2000, SASS, 2002). Segundo Chanton e seus colaboradores (1987), essa redução é acentuada em locais onde há intenso aporte de matéria orgânica.

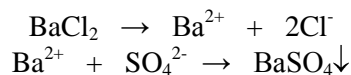
Nas águas para abastecimento público, o teor de sulfato deve ser controlado. O valor de 250 mg/L é o padrão de potabilidade determinado pela Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde, que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. O íon sulfato tem efeito laxativo no organismo humano (BRASIL, 2005).

Embora possam exceder a 1.000 mg/L em áreas próximas a descargas industriais, as concentrações de sulfato em águas naturais podem variar de 2 a 80 mg/L. No entanto, em regiões áridas onde sulfatos minerais (tal como o gesso) estão presentes, essas concentrações podem ser bastante elevadas (CANFIELD, 1989).

O sulfato causa incrustações em caldeiras e trocadores de calor, provocando dificuldades para o abastecimento industrial. Também é bastante conhecido o problema da corrosão provocado por esses íons em coletores de esgoto a base de concreto. Além disso, odores desagradáveis são originados em tubulações de águas residuais, devido à presença de íons sulfeto e formação de hidrogenossulfeto e ácido sulfídrico, a partir da redução dos íons sulfato (LOPES, 2010).

Os seres humanos que consomem água contendo sulfato correm risco de contraírem doenças. Em pessoas que não estão acostumadas à água potável com níveis elevados de sulfato podem ocorrer disenterias e desidratação. As crianças são muitas vezes mais sensíveis ao sulfato do que os adultos. Como uma precaução, águas com um nível de sulfato superiores a 400 mg/L não devem ser utilizadas na elaboração de alimentos para crianças (MCNEELY, 1979).

Os métodos analíticos comumente utilizados para a determinação do teor de íons sulfato em amostras de água são a gravimetria e o turbidimétrico ou espectrofotométrico. A determinação de sulfato por turbidimetria é considerada simples e acessível, sendo a mais adequada para análise de água doce (SANTOS, 2000). Este método se baseia na detecção ótica de partículas muito pequenas e suspensas em um líquido. Assim, a concentração de sulfato nas águas pode ser determinada por meio de precipitação de partículas minúsculas de BaSO_4 em suspensão, obtidas da reação dos íons sulfato com cloreto de bário, conforme as reações (FEITOSA, 2000):



Os cristais de sulfato de bário formados são uniformizados e mantidos em suspensão mediante a introdução da “solução condicionante para sulfato” (APHA, 1995).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas e analisadas mensalmente, durante o período de 01 (um) ano, 10 (dez) amostras de águas, sendo 02 (duas) amostras de poços localizados na zona urbana de Crateús e 08 (oito) na zona rural do município.



As coletas das amostras foram realizadas sempre os dias 16 e 22 de cada mês.

As análises químicas foram realizadas sempre no dia seguinte ao da coleta. Feitosa e seus colaboradores (2000) afirmam que as amostras bem acondicionadas e sob refrigeração a 4°C podem ser analisadas até sete dias após a coleta.

Os procedimentos analíticos seguiram rigorosamente ao descrito no *Standard Methods* (APHA, 1995).

Princípio do método de análise - Turbidimetria. Nesse procedimento o íon sulfato (SO_4^{2-}) é precipitado, em meio ácido com cloreto de bário (BaCl_2), na forma de cristais de tamanho uniforme de sulfato de bário (BaSO_4). A absorvância de luz da suspensão de sulfato de bário é medida com auxílio de espectrofotômetro a 420 nm. A concentração de SO_4^{2-} é determinada pela comparação das leituras com a curva padrão.

Obtenção dos valores da concentração de íons sulfato por amostra. As leituras obtidas para cada amostra na análise química espectrofotométrica foram inseridas numa planilha do programa Microsoft Excel, elaborada especialmente para o tratamento desses dados. A curva padrão foi previamente inserida na planilha, de modo que o cálculo dos resultados das concentrações é automático, diminuindo a margem de erro acidental.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra as principais características dos poços analisados. O período de desenvolvimento dos trabalhos de pesquisa compreendeu abril de 2011 a março de 2012.

As localidades da zona rural contempladas pela pesquisa foram:

- a) Distrito de Assis (03 poços artesanais, um localizado na sede do distrito [P1], outro na comunidade de Santa Clara [P9] e o terceiro na comunidade de Cajás do Jorge [P3]);
- b) Distrito de Lagoa das Pedras (01 poço artesanal da sede do distrito, [P2]);
- c) Distrito do Poti (02 poços artesanais, um localizado na sede do distrito [P4] e outro na comunidade de Cabaças [P6]);
- d) Distrito de Ibiapaba (01 poço artesanal, [P7]);
- e) Distrito de Curral Velho (01 poço artesanal, [P8]).

Dois poços localizados na sede do município foram pesquisados:

- f) Bairro São José [P5] e;
- g) Bairro Planalto [P10].

Tabela 1 - Dados importantes sobre os 10 (dez) poços analisados.

Poço	Zona	Comunidade	Distrito	Tipo	Principal uso
P1	Rural	Sede do distrito	Assis	Artesanal	Doméstico
P2	Rural	Lagoa das Pedras	Lagoa das Pedras	Artesanal	Doméstico
P3	Rural	Cajás do Jorge	Assis	Artesanal	Doméstico
P4	Rural	Sede do distrito	Poti	Artesanal	Doméstico
P5	Urbana	Bairro São José	-	Artesanal	Doméstico
P6	Rural	Cabaças	Poti	Artesanal	Doméstico
P7	Rural	Sede do distrito	Ibiapaba	Artesanal	Doméstico
P8	Rural	Sede do distrito	Curral Velho	Artesanal	Doméstico
P9	Rural	Santa Clara	Assis	Artesanal	Doméstico
P10	Urbana	Bairro Planalto	-	Artesanal	Industrial

Os valores obtidos para as concentrações de íons sulfato presentes nas amostras dos 10 (dez) poços analisados estão mostrados na Tabela 2.

Os resultados das análises realizadas durante os meses de abril/2011 a março/2012, indicaram que os valores dessas concentrações ficaram bem abaixo de 250 mg/L, não conferindo restrições ao uso dessas águas. As maiores concentrações dos íons sulfato foram registrados para as amostras P3



(83,75mg/L) e P4 (95,32mg/L). Portanto, dependendo da tolerância individual, deve-se ter cautela no uso dessas águas para consumo humano. As menores concentrações registradas foram para as amostras dos poços P6 (5,15mg/L), P7 (7,36mg/L) e P9 (6,86mg/L), conferindo-lhes uma qualidade elevada bastante significativa. Assim, em se tratando dos íons sulfato, essas águas não oferecem perigo à saúde humana.

Os resultados das análises também possibilitaram observar o comportamento das concentrações desse parâmetro hidroquímico em função da variação climática da região.

Tabela 2 - Concentração de íons sulfato (SO_4^{2-}), em mg/L, das amostras dos 10 (dez) poços analisados durante o ano de pesquisa.

Mês/Ano	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Abr/11	25,31	38,04	78,56	73,68	41,49	10,20	12,24	40,93	10,71	51,12
Mai/11	17,09	28,32	83,75	80,41	26,81	08,27	08,58	36,05	08,47	52,96
Jun/11	23,51	41,04	65,74	65,74	48,84	11,42	07,36	48,15	06,86	47,92
Jul/11	21,71	35,39	72,22	84,49	45,54	08,27	09,79	42,16	10,30	47,81
Ago/11	20,65	37,49	69,33	86,86	61,01	05,15	09,69	44,07	11,73	53,66
Set/11	19,29	35,17	73,07	92,27	59,13	07,87	12,86	47,70	13,58	50,55
Out/11	16,89	42,05	82,38	95,32	59,60	08,88	13,16	43,06	11,52	52,39
Nov/11	19,18	43,29	74,77	94,43	51,47	10,50	14,61	45,20	13,88	52,68
Dez/11	17,93	40,37	72,10	93,41	51,47	09,89	12,55	44,52	11,73	52,96
Jan/12	15,33	40,15	49,41	90,50	46,22	12,04	13,78	44,86	13,06	53,66
Fev/12	15,64	36,27	54,81	77,46	43,40	09,28	28,10	36,16	13,68	49,41
Mar/12	12,34	39,26	55,51	86,74	41,83	11,63	16,78	37,16	10,91	49,06

Na Figura 1 observou-se que nas águas dos poços P1 e P3, em geral, houve um decréscimo nas concentrações dos íons sulfato no período estudado.

Nas águas dos demais poços, essas concentrações decresceram de abril/2011 a março/2012. É interessante ressaltar que as concentrações desses íons nas amostras do poço P3 aumentaram de abril/2011 a outubro/2011, decrescendo significativamente até o final do período da pesquisa.

Considerando-se que o período da pesquisa compreendeu dois períodos chuvosos, há que se destacar alguns comportamentos dessas concentrações.

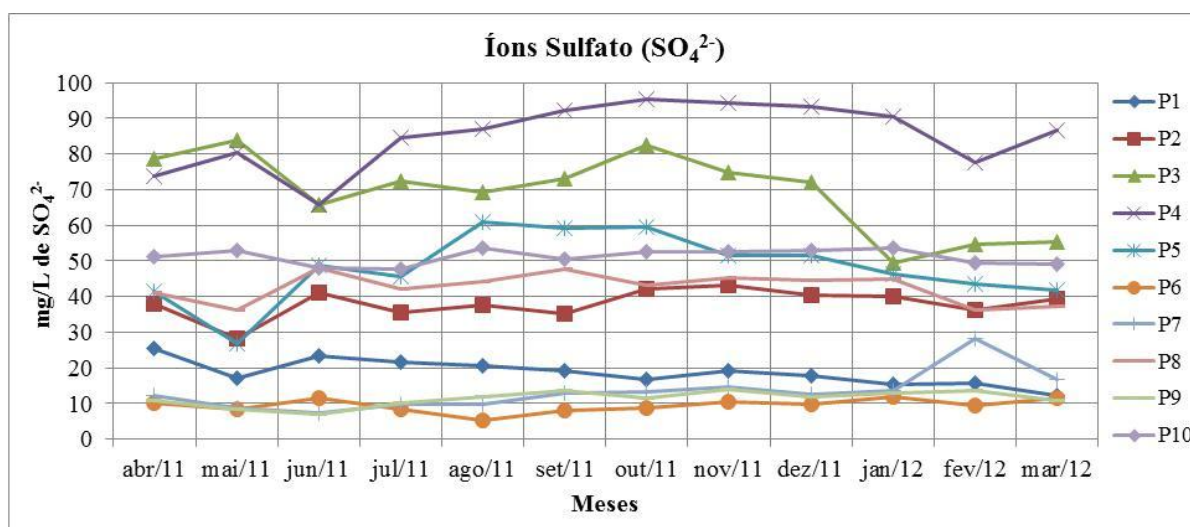


Figura 1 - Comportamento da concentração dos íons sulfato (SO_4^{2-}) das amostras dos 10 (dez) poços analisados durante o ano de pesquisa.

O primeiro período chuvoso ocorreu de março a abril de 2011. Analisando-se de maneira geral, os resultados do início e do final desse período, pode-se supor que as chuvas dessa época provocaram



uma diluição dos íons sulfato nas águas dos poços P1, P3, P4, P7, P9 e P10. Já nas águas dos poços P2, P5, P6 e P8 essas mesmas chuvas ocasionaram uma elevação nos valores dessas concentrações.

O segundo período chuvoso ocorreu entre janeiro e fevereiro de 2012. Estudando-se os valores das concentrações dos íons sulfato nas amostras analisadas no início e no final desse período, observa-se que essas chuvas ocasionaram uma diluição desses íons nas águas dos poços P1, P2, P4, P5, P6, P8, P9 e P10. No entanto, nas águas dos poços P3 e P7 essas chuvas provocaram uma concentração dos íons sulfato nessa águas.

Observou-se que, no geral, as concentrações dos íons sulfato nessas águas aumentaram de junho até novembro de 2011. Com as primeiras chuvas ainda em dezembro, as concentrações tendem a uma leve diminuição, acentuando-se essa queda a partir de janeiro de 2012.

5. CONCLUSÕES

Baseado nos resultados obtidos a partir das análises químicas da concentração de íons sulfato, realizadas nas amostras de águas de 10 (dez) poços do município de Crateús, durante um ano de pesquisa, foi possível se ter uma noção da qualidade dessas águas utilizadas para consumo doméstico.

Durante os meses de abril/2011 a março/2012, em relação aos teores dos íons sulfato, essas águas não apresentaram restrições quanto ao seu uso, pois as concentrações desses íons sulfato nelas presentes ficaram bem abaixo do estabelecido pela Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde (250 mg/L).

No entanto, as águas dos poços P3 e P4 dever ser usadas com cautela, pois são as que apresentaram as maiores concentrações desses íons.

Esses dados também possibilitaram observar o comportamento das concentrações do íon sulfato em função da variação climática da região.

Os resultados analíticos também possibilitaram observar o comportamento das concentrações do íon sulfato em função da variação climática da região. Assim, as chuvas que precipitaram durante o período que vai de abril a junho provocaram uma diluição desses íons nas águas da maioria dos poços (P1, P3, P4, P7, P9 e P10).

Já nas águas dos poços P2, P5, P6 e P8 essas precipitações ocasionaram uma elevação nos valores dessas concentrações. Somente estudos geológicos dos solos onde esses poços foram perfurados poderão revelar, com maior clareza, a natureza desses comportamentos.

AGRADECIMENTOS

À FUNCAP pela bolsa de Iniciação Científica e ao CVT (Centro Vocacional Tecnológico) de Crateús.

REFERÊNCIAS

APHA. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater**. 18 ed. AWWA - WPCP. 1995

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria MS n.º 518/2004/Ministério da Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 34 p.

BURTON, J. D. Basic properties and processes in estuarine chemistry. In: BURTON, J. D.; LISS, P. S. (ed.) **Estuarine chemistry**. London: Academic Press, 1976. 229p.

CABRERA, L. C. **Formas de enxofre na coluna d'água e sedimentar numa enseada rasa do estuário da Lagoa dos Patos**. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Física, Química e Geológica. Rio Grande, 2005. Dissertação [Mestrado] – Fundação Universidade Federal do Rio Grande.

CANFIELD, D. E. Reactive iron in marine sediments. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 53, p. 619-632, 1989.



CHANTON, J. P.; MARTENS, C. S.; GOLDBERGER, M. B. Biogeochemical cycling in an organic-rich coastal marine basin: Sulfur mass balance, oxygen uptake and sulfide retention. **Geochimica et Cosmochimica Acta**, v. 51, n. 5, p. 1187-1199, 1987.

FEITOSA, F. A. C. e FILHO, J. M. (Coord.). **Hidrogeologia**: conceitos e aplicações. 2. ed. Fortaleza: CPRM/REFO, LABHID-UFPE, 2000. 391 p.

LOPES, F. C. C. **Conhecimento e Conscientização**: a qualidade das Águas Subterrâneas do Município de Crateús. 2010. 67f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciado) – Curso de Química. Universidade Estadual do Ceará, Crateús, 2010.

MCNEELY, R. N., NEIMANIS, V. P. e DWYER, L., **Water Quality Sourcebook**: a guide to water quality parameters. Ottawa: Environment Canada, 1979. 89 p.

NYBAKKEN, J. W. **Marine biology**: an ecological approach. 4. ed. Oxford: Addison-Wesley, 1997. 481p.

SANTOS, A. C. Noções de Hidroquímica. In: FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. (Org). **Hidrogeologia**: Conceitos e aplicações. 2. ed. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE, 2000. Cap. 5, p. 81-108.

SASS, A. M.; ESCHEMANN, A.; KUHL, M.; THAR, R. SASS, H.; CYPIONKA, H. Growth and chemosensory behavior of sulfate-reducing bacteria in oxygen-sulfide gradients. **FEMS Microbiology Ecology**, n. 40, p. 47-54, 2002.

SHERR, E.; SHERR, E. Marine microbes. In: KIRCHMAN, D. L. (ed.). **Microbial ecology of the oceans**. John Wiley, 2000. 543p.

SILVA, J. A.; ARAÚJO, A. L. e SOUZA, R. O. **Águas subterrâneas no Ceará**: poços instalados e salinidade. Disponível em: <www.unifor.br>. Acesso em: 05 mar. 2011.