



Os carbonatos e bicarbonatos nas águas subterrâneas de Crateús-CE

Helena Gomes Loiola¹, Antonia Mayza de Moraes França¹, 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 UECE e FUNCAP. E-mail: helenaa.loiola@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: Por estar localizada em plena região do semiárido cearense, a população da cidade de Crateús, principalmente a rural, enfrenta problemas graves em relação à escassez de água, trazendo-lhe enormes prejuízos e sofrimentos. Mais agravante ainda é o problema da completa falta de conhecimento dessa população sobre a qualidade desse recurso tão essencial à vida. Este trabalho teve por objetivo estudar o comportamento de alguns parâmetros hidroquímicos e sua influência na qualidade das águas utilizadas pela população do município de Crateús. Para isso, foram analisados mensalmente, durante um ano, o pH e a concentração dos íons carbonato (CO_3^{2-}) e bicarbonato (HCO_3^-) em 08 (oito) amostras de águas coletadas em 08 (oito) poços da cidade. Os resultados das análises permitiram também avaliar o comportamento sazonal dos parâmetros hidroquímicos determinados ao longo de um ano. As análises físico-químicas mensais indicaram que essas águas têm características peculiares que limitam sua utilização. Um fato surpreendente foi a detecção, em todas as amostras, do íon carbonato. No entanto, em 02 (duas) delas, este íon foi detectado poucas vezes durante o ano de trabalho, apresentando comportamento químico bem divergente do íon bicarbonato.

Palavras-chave: hidroquímica, águas subterrâneas, íons carbonato, íons bicarbonato

1. INTRODUÇÃO

A água é um bem natural essencial para que haja vida na Terra. Embora em grande abundância, apenas uma pequena porcentagem é potável, podendo ser utilizada para consumo. Além da pouca disponibilidade, a humanidade ainda polui alguns mananciais que são fontes importantes desses recursos: rios, nascentes, lagos, aquíferos, mares e oceanos.

Na verdade, um pouco mais de 97% da água doce disponível encontra-se no subsolo, constituindo-se nas chamadas águas subterrâneas. Apesar da grande quantidade de água superficial disponível no território brasileiro, populações de algumas regiões do Brasil, como a Nordeste, sofrem com a escassez de água potável para consumo.

Crateús é um município cearense localizado na região compreendida pelo polígono das secas e que faz parte do semiárido nordestino. Um dos problemas que mais afligem os habitantes dessa região é a escassez de água, principalmente nos períodos de estiagem. Em geral, as águas utilizadas pela população rural do município têm origem a partir de poços, pequenos açudes e poços artesanais, entre outras fontes.

O objetivo deste trabalho foi estudar, durante um ano, o comportamento do pH e das concentrações dos íons carbonato (CO_3^{2-}) e bicarbonato (HCO_3^-), contribuindo para informar a sobre a qualidade da água utilizada pela população e para auxiliar no desenvolvimento de políticas públicas capazes de gerar uma melhor qualidade de vida a essa população.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No que diz respeito à quantidade de água, o Brasil é um país privilegiado, pois possui a maior reserva de água doce da Terra, ou seja, 12 a 14% do total mundial. Sua distribuição, porém, não é uniforme em todo o território nacional. A Amazônia, por exemplo, é uma região que detém a maior bacia fluvial do mundo. Ao mesmo tempo, é também uma das regiões menos habitadas do Brasil (BERNARDO, 1992).

Contraopondo-se a isso, encontra-se a Região Nordeste, cuja população, principalmente a da zona rural, sofre com a escassez de água, principalmente na época do período seco. Soma-se ao



problema da escassez, a má qualidade dos poucos recursos hídricos disponíveis. A elevada salinidade das águas subterrâneas do cristalino semiárido nordestino está relacionada à baixa pluviometria, que faz com que os sais transportados pela chuva (aerossóis) e acumulados no solo e fraturas não sejam lixiviados. Em consequência, poços podem apresentar salinidades diferentes, dependendo do tipo de solo de cada região (ZOBY, 2005).

Este comportamento observado é corroborado por Rebouças (1997) quando esclarece que o alto índice de evaporação e a baixa pluviometria na região favorecem a concentração dos sais, fazendo aumentar a salinidade nas águas da região. Portanto, as condições físico-climáticas de uma região podem, relativamente, dificultar a vida, exigindo maior empenho e maior racionalidade na gestão dos recursos naturais, em particular, da água.

No Nordeste brasileiro e, especificamente no Ceará, o mau gerenciamento desses recursos tem trazido miséria, doenças e prejuízos ao homem dessa região (SILVA JÚNIOR, 1999). A boa gestão da água deve ser objeto de um plano que contemple os múltiplos usos desse recurso, desenvolvendo e aperfeiçoando as técnicas de utilização de nossos mananciais (PNRH, 2010).

O município de Crateús situa-se em plena região do semiárido cearense e sua população rural enfrenta problemas em relação à água consumida. Mais agravante ainda é o problema da completa falta de conhecimento dessa população sobre a qualidade desse recurso tão essencial à vida (LOPES, 2010). O uso de água subterrâneas em Crateús é predominantemente para o abastecimento humano. Neste sentido, deve-se destacar a importância de águas exploradas de poços e cacimbões, que atendem o abastecimento de famílias e povoados, sendo usadas na maior parte dos afazeres domésticos (SRH, 2009).

A água de boa qualidade é essencial para a saúde e o bem estar humano. Para se avaliar a qualidade de uma água subterrânea é necessário conhecer os aspectos físicos e químicos que caracterizam essa água. Alguns desses aspectos estão relacionados ao pH e ao teor dos íons carbonato (CO_3^{2-}) e bicarbonato (HCO_3^-) (SANTOS, 2000).

O pH é a medida da concentração hidrogeniônica da água ou solução, sendo controlado pelas reações e pelo equilíbrio entre os íons presentes. A maioria das águas subterrâneas tem pH entre 5,5 e 8,5 e em casos excepcionais pode variar de 3,0 a 11,0. A quantidade relativa de íons carbonato em uma água é função do pH e do conteúdo de gás carbônico dissolvido. Em águas naturais doces, a quantidade de carbonato será muito baixa em comparação a de bicarbonato (FEITOSA, 2000).

O carbonato é indesejável em águas para a irrigação, pois sua presença na forma de carbonato de sódio é altamente tóxica para os vegetais. Quando o pH de uma água for igual ou superior a 10, o carbonato excederá o bicarbonato (LOGAN, 1965).

O íon bicarbonato não se oxida nem se reduz em águas naturais, porém pode precipitar com muita facilidade como carbonato de cálcio (CaCO_3). Varia entre 50 e 350 mg/L em águas doces, podendo chegar a 800 mg/L. É benéfico aos vegetais, principalmente na forma de bicarbonato de cálcio (FEITOSA, 2000).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho priorizou o estudo de águas subterrâneas de poços artesanais da zona rural do município de Crateús. Durante um ano, foram coletadas mensalmente 08 (oito) amostras de águas, sendo 02 (duas) de poços localizados na sede do município de Crateús e 06 (seis) de poços da zona rural. O período de desenvolvimento da pesquisa compreendeu de setembro de 2009 (set/09) a agosto de 2010 (ago/10).

Após a coleta, as amostras foram conduzidas ao Laboratório de Química do CVT (Centro Vocacional Tecnológico) de Crateús, onde foram realizadas as análises físico-químicas. A metodologia utilizada na realização dessas análises seguiu rigorosamente aquela descrita no *Standard Methods* (APHA, 1995).

No momento da coleta da amostra, foi medido o seu pH utilizando-se um potenciômetro modelo pH-3B, marca Phtek. No laboratório, foram determinados os teores dos íons carbonato e bicarbonato, utilizando-se o método titulométrico da alcalimetria com (ácido clorídrico) padronizado.

Os resultados das análises foram inseridos numa planilha do programa Microsoft Excel, elaborada especialmente para o tratamento desses dados, de modo que o cálculo dos resultados é automático, diminuindo a margem de erro acidental.

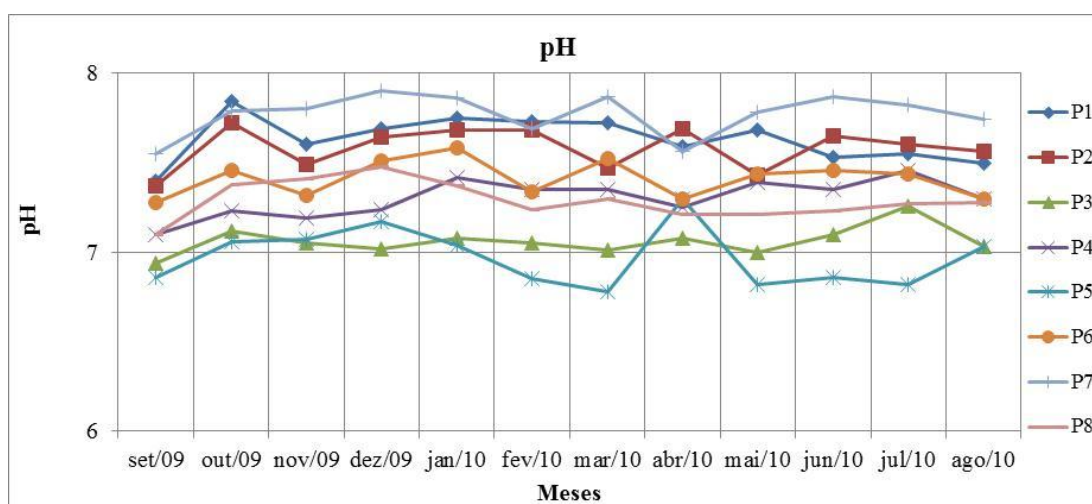
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das medidas de pH obtidos para as amostras analisadas nos 12 (doze) meses de pesquisa estão mostrados na Tabela 1. Esses valores ficaram situados na faixa de 6,78 a 7,90. Os poços que apresentaram os maiores valores foram os poços P1 (7,84 no mês de outubro) e P7 (7,90 no mês de dezembro). Os menores valores foram observados nos poços P5, com 6,78 em março, e P3 com 6,94 em setembro.

Tabela 1 - Valores de pH para as amostras dos 08 (oito) poços analisados nos 12 (doze) meses de pesquisa.

Mês/Poço	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Set/09	7,40	7,37	6,94	7,10	6,86	7,28	7,55	7,10
Out/09	7,84	7,72	7,12	7,23	7,06	7,46	7,79	7,38
Nov/09	7,60	7,49	7,05	7,19	7,07	7,32	7,80	7,41
Dez/09	7,69	7,64	7,02	7,24	7,17	7,51	7,90	7,48
Jan/10	7,75	7,68	7,08	7,42	7,04	7,58	7,86	7,37
Fev/10	7,73	7,68	7,05	7,35	6,85	7,34	7,69	7,24
Mar/10	7,72	7,47	7,01	7,35	6,78	7,52	7,87	7,30
Abr/10	7,59	7,69	7,08	7,25	7,30	7,30	7,56	7,21
Mai/10	7,68	7,43	7,00	7,39	6,82	7,44	7,78	7,21
Jun/10	7,53	7,65	7,10	7,35	6,86	7,46	7,87	7,23
Jul/10	7,55	7,60	7,26	7,46	6,82	7,44	7,82	7,27
Ago/10	7,50	7,56	7,03	7,30	7,03	7,30	7,74	7,28

Todas as amostras apresentaram aumento nos valores do pH de setembro a outubro, seguido de um pequeno decréscimo até o mês de novembro. Esse decréscimo não foi observado nos poços P5, P7 e P8. Os poços P1, P2, P4 e P7 apresentaram uma elevação progressiva de novembro a janeiro e diminuição nos valores até o mês de março. O poço P5 apresentou uma queda acentuada de dezembro a março, seguido de um aumento acentuado até abril, voltando em seguida a baixos valores nos meses posteriores, conforme se observa na Figura 1.



A maioria dos poços apresentaram um pH levemente alcalino. Porém, o poço P3, em setembro, apresentou um valor de pH levemente ácido de 6,94. O poço P5, durante a pesquisa, oscilou de um pH

alcalino a um pH ácido. O poço P3 apresentou relativa linearidade para os valores de pH, com pequenas oscilações durante o período pesquisado, mostrando valores muito próximos de 7,00 (Figura 1).

A Tabela 2 contém os dados referentes aos resultados das análises para os íons bicarbonato nas amostras analisadas. Na faixa de pH 4,4 a 8,3 há predominância de íons bicarbonato (FUNASA, 2006). Segundo Santos (2000), a concentração de bicarbonato varia de 50 a 350 mg/L em águas doces, em alguns casos pode chegar a 800 mg/L. A maior concentração de íons bicarbonato foi detectada na amostra do poço P5 no mês de novembro com 573,04 mg/L. Por outro lado, a menor concentração para esses íons foi obtida na amostra do poço P6 no mês de abril.

De dezembro a janeiro, as amostras dos poços P1, P2, P4, P5 e P6 apresentaram diminuição significativa nas concentrações de íons bicarbonato (Figura 2). Nesse mesmo período, a concentração dos íons carbonato aumentou nitidamente nos poços P1, P2, P3, P5 e P6 (Figura 3). E, também nesse mesmo mês, este foi detectado pela primeira vez na amostra do poço P4. Na maioria dos poços também houve um aumento do pH nesse mês (Figura 1).

Tabela 2 - Concentração (mg/L) dos íons bicarbonato (HCO_3^-) para as amostras dos 08 (oito) poços analisados nos 12 (doze) meses de pesquisa.

Mês/Poço	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Set/09	510,20	442,34	377,00	492,61	542,88	412,18	462,45	349,35
Out/09	454,91	392,08	311,65	457,42	552,93	454,91	464,96	399,62
Nov/09	457,42	427,26	273,95	505,18	573,04	480,04	482,56	507,69
Dez/09	477,53	422,24	258,87	505,18	510,20	475,02	480,04	537,85
Jan/10	278,98	339,30	261,39	394,59	294,06	324,22	562,98	540,36
Fev/10	408,22	393,00	304,26	469,07	380,33	408,22	499,49	486,82
Mar/10	464,00	425,96	306,80	471,60	362,58	390,47	476,67	486,82
Abr/10	464,00	245,94	301,72	522,31	162,27	131,85	484,28	319,47
Mai/10	471,60	233,27	314,40	504,56	375,25	354,97	471,60	294,12
Jun/10	377,52	375,04	305,49	439,61	347,71	347,71	474,38	394,90
Jul/10	437,13	213,60	307,98	464,45	332,81	303,01	461,96	248,37
Ago/10	489,28	380,00	270,72	414,77	300,52	449,55	504,19	521,57

De março a abril, houve uma queda acentuada nos valores da concentração de bicarbonato das amostras dos poços P2, P5, P6 e P8. Também nesse intervalo de tempo, os teores desses íons mantiveram-se praticamente estáveis nos poços P1 e P3. Enquanto que o poço P4 e P7 apresentaram um leve aumento.

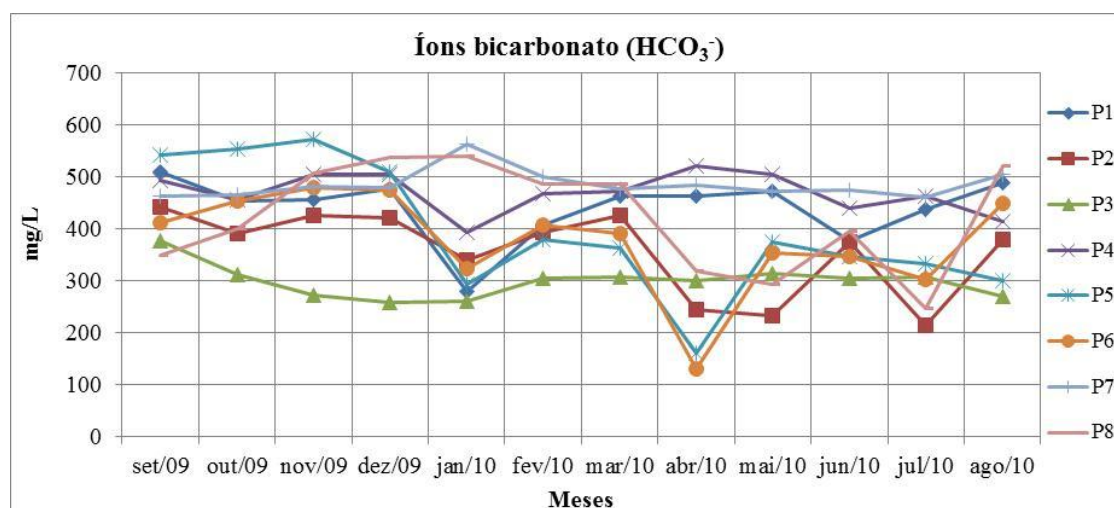


Figura 2 - Variação das concentrações dos íons bicarbonato (HCO_3^-) das amostras dos 08 (oito) poços analisados durante o período pesquisado.

De setembro a dezembro, o poço P3 apresentou diminuição na concentração de íons bicarbonato. Em seguida, ocorreu uma elevação até fevereiro, com poucas oscilações até agosto (Figura 2). De junho a julho houve uma diminuição nas concentrações de íons bicarbonato nas amostras dos poços P2, P5, P6, P7 e P8. De uma maneira geral, houve um decréscimo nas concentrações de íons bicarbonato nos 12 (doze) meses de pesquisa (Figura 2). Em contrapartida, observou-se uma elevação na concentração dos íons carbonato (Figura 3).

Das poucas chuvas que precipitaram na região em 2010, as maiores intensidades ocorreram em dezembro e do final de março até início de abril. Isso talvez explique o fato das mais baixas concentrações de íons bicarbonato, em todos os poços, ocorrerem após esses escassos períodos de chuva.

Os valores obtidos nas análises das amostras para os íons carbonato, nos doze meses de pesquisa, estão mostrados na Tabela 3. Segundo Santos (2000), as concentrações dos íons carbonato nas águas doces são sempre inferiores aos bicarbonatos. O contrário só ocorrerá quando o pH for maior que 10. Ainda segundo esse autor, a concentração de íons carbonato será muito baixa em relação aos íons bicarbonato.

Apenas nas amostras do poço P7 foram detectados íons carbonato em todos os meses da pesquisa. O maior valor foi obtido na amostra do mês de agosto (51,30 mg/L). Esse poço também registrou um aumento bastante significativo no período de janeiro a março, passando de 4,94 em janeiro a 39,90 mg/L em fevereiro e 49,88 mg/L em março (Figura 3). Pode-se observar na Figura 1 que esse poço apresentou, em quase todo o período da pesquisa, os maiores valores para pH.

Tabela 3 - Concentração (mg/L) dos íons carbonato (CO_3^{2-}) para as amostras dos 08 (oito) poços analisados nos 12 (doze) meses de pesquisa.

Mês/Poço	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Set/09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,94	0,00
Out/09	19,78	29,67	9,89	9,89	0,00	7,42	24,72	17,3
Nov/09	22,25	17,30	0,00	0,00	0,00	7,42	22,25	9,89
Dez/09	9,89	14,83	0,00	0,00	4,94	14,83	27,19	19,78
Jan/10	22,25	29,67	12,36	27,19	19,78	27,19	4,94	0,00
Fev/10	17,46	19,95	0,00	7,48	0,00	14,96	39,90	34,92
Mar/10	22,45	24,94	0,00	14,96	0,00	32,42	49,88	47,38
Abr/10	22,45	17,46	0,00	9,98	14,96	12,47	37,41	19,95
Mai/10	24,94	22,45	0,00	22,45	0,00	14,96	49,88	17,46
Jun/10	46,42	36,64	0,00	21,99	0,00	24,43	43,97	24,43
Jul/10	36,64	29,32	0,00	36,64	17,10	36,64	48,86	36,64
Ago/10	12,21	21,99	0,00	17,1	9,77	14,66	51,3	24,43

O poço P1 apresentou elevação progressiva de fevereiro a junho, decrescendo até o mês de agosto quase ao mesmo patamar de dezembro (Figura 3). No poço P3, esse íon foi detectado apenas nas amostras dos meses de outubro e janeiro, com valores inferiores a 15 mg/L, apesar de ter apresentado valores de pH bem próximos de 7,00 em praticamente todo o período da pesquisa (Figura 1). No poço P4, esse íon foi detectado de janeiro a agosto.

No mês de abril, os poços P2, P4, P6, P7 e P8 apresentaram diminuição das concentrações de íons carbonato. Na Figura 3 percebem-se dois comportamentos importantes. Os valores das concentrações de íons carbonato oscilam bastante e, em geral, ao longo do período de pesquisa, houve um aumento da concentração dos íons carbonato. O inverso ocorreu com os íons bicarbonato (Figura 2).

De maneira geral, observou-se que, durante todo o período pesquisado, houve um aumento nos valores do pH. Isso pode estar relacionado com as variações da alcalinidade total, uma vez que uma alteração nas concentrações dos íons principais responsáveis por esse parâmetro (carbonato e

bicarbonato) provoca também alterações nos valores de pH de uma solução, já que esses íons constituem um verdadeiro sistema em equilíbrio:

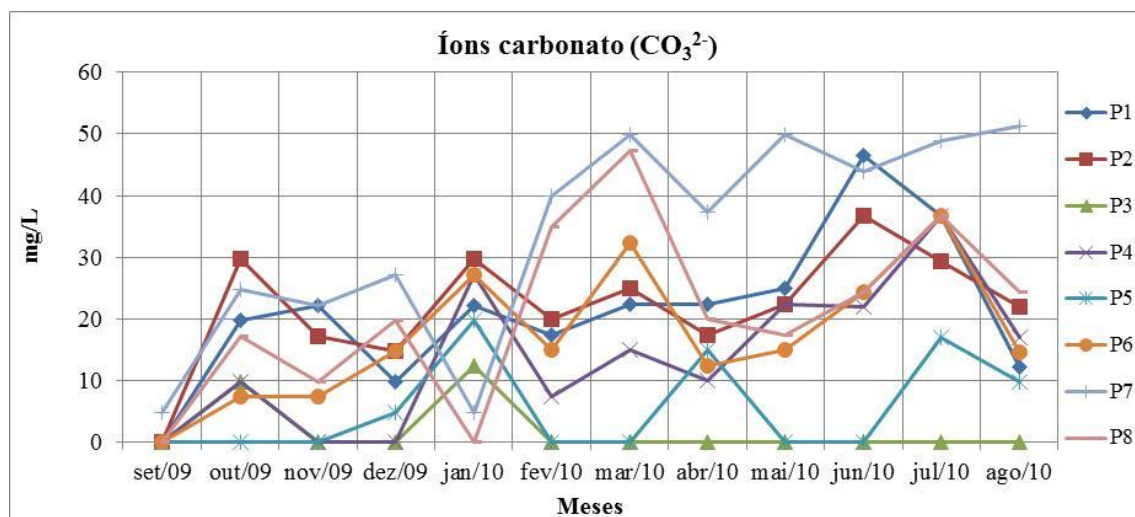
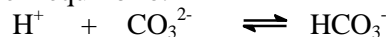


Figura 3 - Variação das concentrações dos íons carbonato (CO_3^{2-}) das amostras dos 08 (oito) poços analisados durante o período pesquisado.

Assim, uma diminuição da concentração de íons hidrogênio H^+ (aumento de pH), ocasionada por uma diluição, provoca uma diminuição nas concentrações dos íons bicarbonato (HCO_3^-) e um aumento na concentração dos íons carbonato (CO_3^{2-}).

6. CONCLUSÕES

Os parâmetros hidroquímicos analisados neste trabalho possibilitaram obter noções sobre a qualidade da água de poços artesanais do município de Crateús.

Os valores de pH para todas as amostras, durante todo o período da pesquisa, mantiveram-se entre 5,5 e 8,5, dentro da faixa citada por Feitosa (2000) para águas subterrâneas (5,5 a 8,5).

Durante o ano de realização desse trabalho, todos os valores das concentrações de íons bicarbonato para as amostras dos poços P4 e P7 ficaram acima de 350 mg/L, limite máximo citado por Feitosa (2000) para águas doces. Porém, nenhum desses valores atingiram 800 mg/L. O íon carbonato foi detectado em todos os poços. Porém, nos poços P3 e P5 só foram determinados em 02 (duas) e 05 (cinco) amostras, respectivamente.

Essa pesquisa possibilitou observar que esses parâmetros analisados sofrem forte influência do clima, determinando assim a qualidade dessas águas. Como a estação chuvosa do ano de 2010 foi atípica, com precipitação média de 98,7 mm (LOPES, 2010), não houve entrada de volume de água de recarga suficiente para melhorar a qualidade da água analisada desses poços.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Educação de Crateús (FAEC), à Universidade Estadual do Ceará (UECE), 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.

BERNARDO, S. Impacto ambiental da irrigação no Brasil. **Rev. Engenharia na Agricultura** – Série Irrigação e Drenagem. V. 1, n° 1. Viçosa, MG; Departamento de Engenharia Agrícola, 1992. 7p. Disponível em: <<http://www.agr.feis.unesp.br>> Acesso em: 12 jan. 2010.



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

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

FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. **Manual Prático de Análises de Água**. 2. ed. rev. Brasília: FUNASA, 2006. 146 p.

LOGAN, J. Interpretação de análises químicas de água. Recife: US. Agency for International Development, 1965. 67 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.

PNRH. Plano Nacional de Recursos Hídricos. **Caderno da Região Hidrográfica do Parnaíba** / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília: MMA, 2006. p 184. Disponível em: <<http://pnrh.cnrh-srh.gov.br>> Acesso em: 28 fev. 2010.

REBOUÇAS, A. da C. Água na Região Nordeste: desperdício e escassez. **Estud. Av**, São Paulo, v. 11, n. 29, 1997. Disponível em: <<http://www.scielo.br>>. Acesso em: 08 jan. 2010.

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

SILVA JÚNIOR, L. G. de A.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. Composição Química de Águas do Cristalino do Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, n. 1, p. 11-17, 1999.

SRH (Secretaria de Recursos Hídricos). **Atlas Eletrônica dos Recursos Hídricos do Ceará**. Disponível em: <<http://atlas.srh.ce.gov.br>>. Acesso: 08 jan. 2010.

ZOBY, J. L. G.; OLIVEIRA, F. R. de. **Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil**. Brasília: Agência Nacional de Águas (ANA), 2005. 74 p. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em: 24 fev. 2010.