



## Águas subterrâneas de Crateús: uma avaliação dos parâmetros relacionados à dureza total

Antonia Mayza de Morais França<sup>1</sup>, Helena Gomes Loiola<sup>1</sup>, Francisco das Chagas da Costa Lopes<sup>2</sup>, Jonas Rodrigues Lima<sup>3</sup> e José Ossian Gadelha de Lima<sup>4</sup>

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

<sup>2</sup>Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Química - UFPI. Bolsistas do CNPq. E-mail: fclopescosta@bol.com.br

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

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

**Resumo:** A escassez de água é um dos grandes problemas que afetam as populações que vivem no semiárido nordestino. Essa realidade causa enormes prejuízos e sofrimentos, principalmente aos habitantes da zona rural dos municípios localizados nessa região. A cidade de Crateús situa-se na região semiárida do Nordeste brasileiro. A sua população rural não conta com serviço de abastecimento de água e, por isso, recorre às águas de poços, cacimbas e pequenos açudes. A falta de conhecimento sobre a qualidade desses recursos por parte dessa população agrava ainda mais a situação. Este estudo objetivou analisar a qualidade das águas subterrâneas utilizadas pela população rural do município. Para isso, foram determinados alguns parâmetros hidroquímicos responsáveis pela qualidade de uma água natural. Através de análises físico-químicas foram analisadas a dureza total e as concentrações de íons cálcio e magnésio, em 08 (oito) amostras de águas subterrâneas do município de Crateús, durante um ano. Os resultados mostraram que essas águas possuem dureza elevada, apresentando sérias limitações ao uso por parte da população.

**Palavras-chave:** hidroquímica, águas subterrâneas, análise química, dureza total.

### 1. INTRODUÇÃO

As condições climáticas do semiárido nordestino conferem características intrínsecas aos poucos recursos hídricos disponíveis aos habitantes dessa região, afetando de maneira direta a qualidade da água destinada ao consumo humano. Essa realidade provoca grandes prejuízos e sofrimentos a essas populações. Na época de estiagem, principalmente, por não contarem com abastecimento regular, a alternativa viável é usar a água disponível, mesmo sem conhecer suas características quanto à potabilidade.

O município de Crateús situa-se na região semiárida cearense e sua população rural enfrenta problemas graves em relação aos seus recursos hídricos. Além de sua escassez, contribuem também para o agravamento da situação a completa falta de conhecimento por parte da população sobre a qualidade da água utilizada e a ausência, quase que absoluta, dos órgãos governamentais responsáveis pelo gerenciamento desses recursos hídricos. Assim, este estudo objetivou avaliar a qualidade da água utilizada principalmente pela população rural de Crateús, e que têm origem principalmente a partir poços artesanais e “cacimbões”. Para isso, foram analisados os parâmetros dureza total e teores de íons cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ).

Este trabalho vem contribuir para o esclarecimento sobre a qualidade dessas águas utilizadas pelos habitantes da região; gerar conhecimentos para a elaboração de um plano de gerenciamento capaz de otimizar o uso desses recursos; informar às pessoas sobre a utilização desses recursos e amenizar a carência de órgãos governamentais responsáveis, proporcionando uma melhoria na qualidade de vida dessa população.

### 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A água de boa qualidade é essencial para a saúde e o bem estar humano. Essa qualidade é definida pela sua composição e pelo conhecimento dos efeitos que os seus constituintes podem causar ao consumidor. As características químicas das águas dependem dos meios onde a água flui, tendo uma forte ligação com o tipo de solos e rochas nas quais circula e com as condições climáticas da região (SANTOS, 2000).



No Nordeste brasileiro existe uma grande quantidade de poços e açudes cujas águas são utilizadas para os mais variados fins. Devido à relativa potencialidade de água subterrânea dessa região, há uma grande exploração desses recursos. Porém, grande parte dessa exploração é feita de maneira precária com pouco ou sem nenhum conhecimento sobre a qualidade e quantidade da água, causando prejuízos e desperdício da água disponível. Os longos períodos de estiagem e o aumento da demanda fazem com que aumente cada vez mais essa exploração no Nordeste (FILHO, 1994).

Entretanto, não é só a disponibilidade que garante água de boa qualidade. Os problemas relacionados à baixa qualidade desses recursos, principalmente com relação a salinidade, são frequentes nessa região. Na época de estiagem, as concentrações de sais nos poços e reservatórios são mais elevadas. Isso se deve principalmente aos fatores climáticos que favorecem a evaporação e transpiração e ao aumento da demanda de água. Torna-se imprescindível, portanto, o estudo da qualidade desses recursos, uma vez que o uso de águas inadequadas pode causar problemas e prejuízos tanto para a irrigação quanto para o consumo doméstico e outros fins (SILVA JÚNIOR, 1999).

Para Pereira e seus colaboradores (2006), no Ceará, apesar de açudes, cacimbas e poços contribuírem significativamente para oferta de água na região, amenizando dessa forma a escassez, intensificou-se a necessidade de determinar a qualidade dessas águas, uma vez que é comum as águas apresentarem problemas em relação a qualidade, principalmente relacionada à alta salinidade. No Ceará, grande parte das águas subterrâneas apresenta elevada concentração de sais, tendo, portanto, uso restrito.

A população da zona urbana do município de Crateús conta com abastecimento público de água tratada. No entanto, a população rural não dispõe deste tipo de serviço e, por isso, para consumo doméstico, utiliza águas de poços, cacimbas e pequenos açudes, entre outras fontes. Em alguns poços, a água apresenta boa qualidade, podendo ser consumida sem restrição. Porém, para outros poços, os elevados valores da dureza total e das concentrações de íons cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) impõem restrições ao uso dessas águas para irrigação, indústria e consumo humano (LOPES, 2010).

A dureza de uma água é definida como o poder de consumo de sabão por determinada área ou a capacidade da água neutralizar o sabão pelo efeito dos íons cálcio e magnésio, entre outros (FEITOSA, 2000).

Para efeito de potabilidade, são admitidos valores relativamente altos de dureza. No Brasil, a portaria nº 518/2004, do ministério da Saúde, estabelece o limite máximo de 500mg de  $\text{CaCO}_3/\text{L}$  para que a água seja admitida como potável (BRASIL, 2005).

A objeção fica por conta do gosto, que eventualmente pode ser considerado uma característica desagradável de águas muito duras. Há, no entanto, águas naturais duras consideradas satisfatórias para consumo humano (FUNASA, 2006).

Para um número vasto de aplicações, como combate a incêndio, rega de jardins, lavagem de ruas ou navegação, a água teria de ser muito dura antes de causar problemas. Para outros usos, tanto domésticos como industriais, no entanto, a água dura pode causar alguns inconvenientes (BAIRD, 2002).

A água dura pode ser indesejável para alguns processos industriais, como por exemplo, levar certos tipos de cerveja (NETO e DEL PINO, 2011).

Para Zimbres (2002), além da inconveniência de neutralizar o sabão, águas duras fazem aumentar o seu consumo e dificulta a limpeza. Essa precipitação (neutralização) resultante forma uma película insolúvel sobre a pele, pias, banheiros e azulejos onde a água foi utilizada. Os canais por onde passa água quente, como caldeiras, tubulações e o chuveiro elétrico, se a água tiver altos teores de carbonato e bicarbonatos (dureza temporária), pode precipitar os sais causando problemas e prejuízos.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Dos poços contemplados na pesquisa, 06 (seis) deles (P1, P2, P3, P6, P7 e P8) estão localizados na zona rural do município de Crateús e 02 (dois) na zona urbana (P4 e P5). Todos os poços são do tipo artesanal.

Análises químicas foram realizadas em 08 (oito) amostras coletadas mensalmente em 08 (oito) poços diferentes. Nessas análises foram determinados 03 (três) parâmetros hidroquímicos: dureza total



e os teores de íons cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ). A pesquisa durou 12 (doze) meses, de setembro de 2009 a agosto de 2010.

As metodologias utilizadas nas análises físico-químicas obedeceram rigorosamente aos procedimentos descritos no *Standard Methods* (APHA, 1992). Assim, a dureza e as concentrações dos íons cálcio e magnésio foram obtidos a partir do método titulométrico de complexometria com EDTA.

Os procedimentos analíticos foram realizados no Laboratório de Química do Centro Vocacional Tecnológico (CVT) de Crateús.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maior precipitação média em Crateús, para o ano de 2010, foi registrada no mês de abril, ficando em torno de 98,7 mm (essa média foi calculada a partir dos dados disponíveis dos postos de coleta da FUNCEME no município).

Foi observado que os parâmetros hidroquímicos analisados nas diversas amostras apresentaram variações que demonstram uma correlação íntima com as mudanças climáticas da região.

Os valores obtidos para a dureza total das amostras, nos doze meses de realização da pesquisa, estão mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados da dureza (mg de  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ ) obtidos 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	355,60	501,90	286,51	520,19	1060,70	235,71	1036,32	266,19
Out/09	373,89	503,94	249,94	493,78	983,49	280,42	1042,42	304,80
Nov/09	369,82	579,12	233,68	451,10	985,52	278,38	1046,48	310,90
Dez/09	367,79	459,23	262,13	471,42	794,51	292,61	1042,42	300,74
Jan/10	258,06	438,91	288,54	526,29	1099,31	245,87	1011,94	306,83
Fev/10	357,95	540,22	314,03	581,94	1405,44	289,87	1137,53	397,48
Mar/10	356,54	465,93	283,61	520,63	1298,54	267,41	1051,39	350,46
Abr/10	372,75	307,92	271,46	591,53	1142,55	208,66	966,31	101,29
Mai/10	366,67	271,46	307,92	567,22	1262,07	222,84	968,33	253,23
Jun/10	366,67	399,08	287,66	534,81	1270,18	251,20	1002,77	350,46
Jul/10	352,49	465,93	267,41	504,42	1304,62	253,23	948,07	352,49
Ago/10	360,63	340,26	519,56	277,10	1228,60	283,21	975,95	352,48

Para águas de abastecimento, o padrão de potabilidade para dureza total admite até 500 mg/L (BRASIL, 2005). Os resultados das análises físico-químicas realizadas durante os 12 (doze) meses de pesquisa mostraram que a maioria dos poços apresenta problemas relacionados à dureza total. Assim, o poço P3 excedeu ao valor limite apenas em agosto de 2010. O poço P2 somente em 04 (quatro) meses e o poço P4 em 08 (oito) meses de pesquisa. Porém, os poços P5 e P7 excederam o valor limite durante todo o período da pesquisa (Figura 1).

Os valores mais altos registrados para a dureza total foram os do poço P5. De setembro de 2009 a dezembro de 2009 foi registrado um decréscimo nesses valores, seguido de uma elevação até fevereiro de 2010, voltando a diminuir até abril. A partir deste mês, os valores mantiveram-se praticamente constantes, com uma pequena elevação até agosto de 2010. Os demais poços apresentaram algumas pequenas oscilações durante os doze meses (Figura 1).

O menor valor obtido para a dureza nos doze meses de pesquisa foi 101,29 mg de  $\text{CaCO}_3/\text{L}$  para o poço P8 em abril de 2010. Também nesse mês, as análises indicaram um decréscimo nos valores obtidos para a dureza total em quase todos os poços, excetuando-se em P1 e P4, que sofreram um leve aumento. Isso pode estar relacionado às poucas precipitações anuais que se concentraram no mês de abril, ocasionando uma leve diluição desses parâmetros nas águas analisadas, exceto nas dos poços P1 e P4.

As concentrações dos íons cálcio, obtidas das amostras analisadas no período de pesquisa, estão mostradas na Tabela 2. Segundo Zimbres (2000), esse íon é o maior responsável pela dureza das águas e o seu teor nas águas subterrâneas geralmente varia de 10 a 100 mg/L.

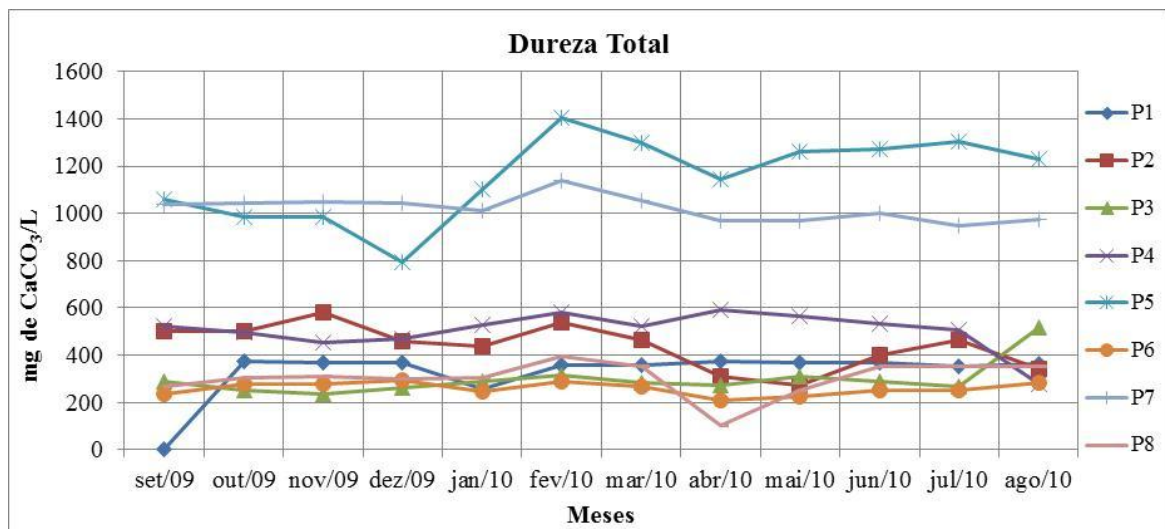


Figura 1 – Comportamento da dureza total das amostras dos 08 (oito) poços analisados nos 12 (doze) meses de pesquisa.

As amostras dos poços P1, P3, P4, P6 e P8, apresentaram teores desse íon abaixo do limite superior. Para os poços P2 e P7, apenas quatro e nove amostras, respectivamente, apresentaram valores que excedem esse limite. Porém, todas as amostras do poço P5 apresentaram valores de concentração acima de 100 mg/L para os íons cálcio.

Tabela 2 - Resultados obtidos para as concentrações dos íons cálcio (Ca<sup>2+</sup>), em mg/L, das amostras dos 08 (oito) poços analisados nos 12 (doze) meses de pesquisa.

Mês/Poço	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Set/09	34,95	71,53	47,96	94,28	251,16	54,46	129,24	49,58
Out/09	56,90	124,36	47,96	87,78	253,59	64,21	140,61	49,58
Nov/09	50,39	71,53	41,45	96,72	217,83	42,27	34,95	53,64
Dez/09	32,51	112,98	46,33	31,70	232,46	64,21	97,54	13,82
Jan/10	33,32	96,72	55,27	72,34	290,17	57,71	107,29	48,77
Fev/10	41,28	112,44	43,04	73,79	308,32	60,61	121,22	48,31
Mar/10	42,14	107,77	35,65	84,27	279,56	48,62	162,87	54,29
Abr/10	52,67	64,83	36,46	73,74	192,05	39,71	133,70	18,64
Mai/10	56,72	59,15	56,72	48,62	289,28	55,10	141,00	46,19
Jun/10	60,77	73,74	55,91	76,98	290,09	55,91	49,43	42,14
Jul/10	59,96	87,51	49,43	67,26	301,44	59,96	153,96	51,05
Ago/10	36,67	66,83	47,27	48,90	291,77	70,09	161,37	45,64

As maiores concentrações de íons cálcio foram detectadas nas amostras do poço P5, sendo que o valor máximo registrado foi 308,32 mg/L no mês de fevereiro de 2010. O mínimo registrado foi na amostra do poço P8 com 13,82 mg/L no mês de dezembro de 2009 (Tabela 2 e Figura 2).

As amostras dos poços P1 e P3 apresentaram poucas oscilações nas concentrações de íons cálcio ao longo do período pesquisado. No entanto, o poço P5 apresentou um aumento significativo de novembro de 2009 a fevereiro de 2010, decrescendo bruscamente até abril, voltando a aumentar fortemente até julho.

O poço P7 apresentou um aumento de novembro de 2009 a março de 2010 (Figura 2). Porém, de maio a junho de 2010 apresentou decréscimo de seus valores seguido de aumento nos meses posteriores.

Em geral, considerando-se todo o período pesquisado, houve um aumento na concentração de íons cálcio nas amostras dos poços P5, P6 e P7. Nos outros poços, as concentrações desses íons decresceram levemente. O maior decréscimo foi apresentado pelo poço P4.

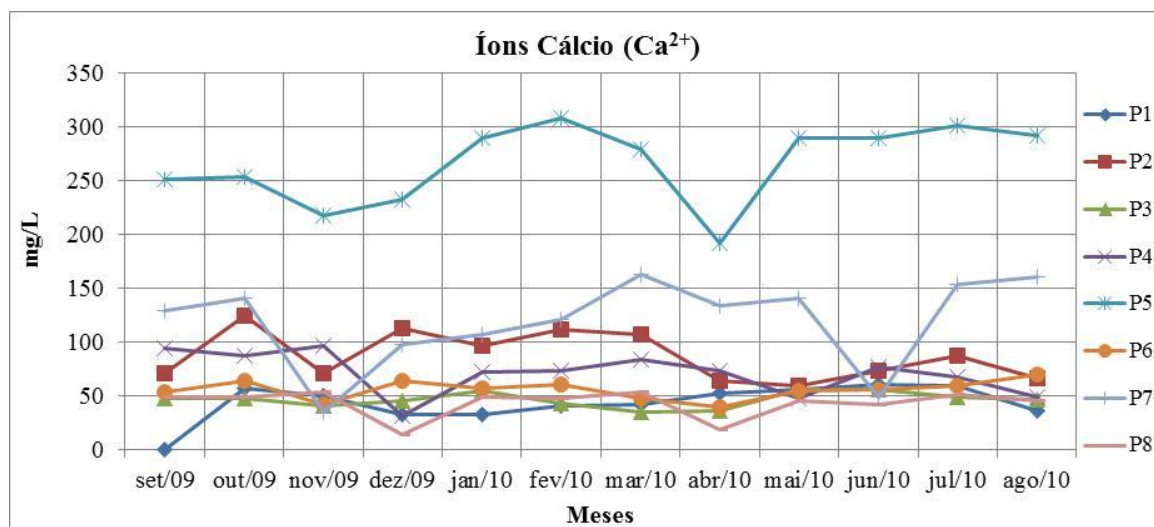


Figura 2 – Comportamento da concentração de íons cálcio (Ca<sup>2+</sup>) das amostras dos 08 (oito) poços analisados nos 12 (doze) meses de pesquisa.

A Tabela 3 mostra os resultados obtidos para as concentrações de íons magnésio das amostras coletadas nos 08 (oito) poços durante o período da pesquisa. O maior valor para a concentração dos íons magnésio foi registrado para o poço P7, com valor máximo de 233,06 mg/L no mês de novembro de 2009. O valor mínimo registrado foi para o poço P8, com 13,29 mg/L em abril de 2010 (Figura 3).

Para Santos (2000), as águas subterrâneas geralmente apresentam teores de magnésio no intervalo de 1 a 40 mg/L. Das amostras analisadas, todas as dos poços P1, P4, P5 e P7 excederam o valor máximo desse intervalo. Isto também ocorreu na maioria das amostras dos poços P2, P3 e P8. Do poço P6, apenas a amostra de novembro de 2010 apresentou valor superior a 40 mg/L.

Tabela 3 - Resultados obtidos para as concentrações dos íons magnésio (Mg<sup>2+</sup>), em mg/L, das amostras dos 08 (oito) poços analisados nos 12 (doze) meses de pesquisa.

Mês/Poço	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Set/09	65,18	78,51	40,49	69,13	105,17	24,20	173,32	34,56
Out/09	56,29	46,91	31,60	66,66	84,93	29,13	167,88	43,95
Nov/09	59,25	97,27	31,60	50,86	107,15	41,97	233,06	42,96
Dez/09	69,62	42,96	35,55	95,30	51,85	32,10	194,05	64,68
Jan/10	42,46	47,90	36,54	83,94	90,85	24,69	180,72	44,93
Fev/10	61,90	62,97	50,16	96,59	154,22	33,62	202,78	67,24
Mar/10	61,04	47,75	47,26	75,32	145,71	35,44	156,54	52,18
Abr/10	58,58	35,44	43,81	98,95	160,97	26,58	153,59	13,29
Mai/10	54,64	30,03	40,37	108,30	130,94	20,68	149,65	33,47
Jun/10	52,18	52,18	35,94	83,19	132,42	27,07	213,64	59,56
Jul/10	49,23	60,06	34,95	81,72	133,90	25,11	136,85	54,64
Ago/10	65,35	42,08	97,54	37,63	121,30	26,24	139,13	57,93

De maneira geral, considerando-se todo o período de pesquisa, os poços P1, P3, P5, P6 e P8 tiveram um aumento nos teores de magnésio.

É interessante observar o comportamento dos íons cálcio e magnésio de dois poços. Nas águas do poço P5, a concentração dos íons cálcio decresceu de dezembro a abril, enquanto a dos íons magnésio aumentou. Nas águas do poço P7, de novembro a maio, a concentração dos íons cálcio aumentou e a dos íons magnésio decresceu. Provavelmente estes fatos estejam relacionados às poucas precipitações ocorridas no período de realização do trabalho.

No entanto, como esses íons apresentam propriedades químicas semelhantes e, geralmente, são encontrados associados nas rochas e no solo, era esperado que não apresentassem tais divergências.

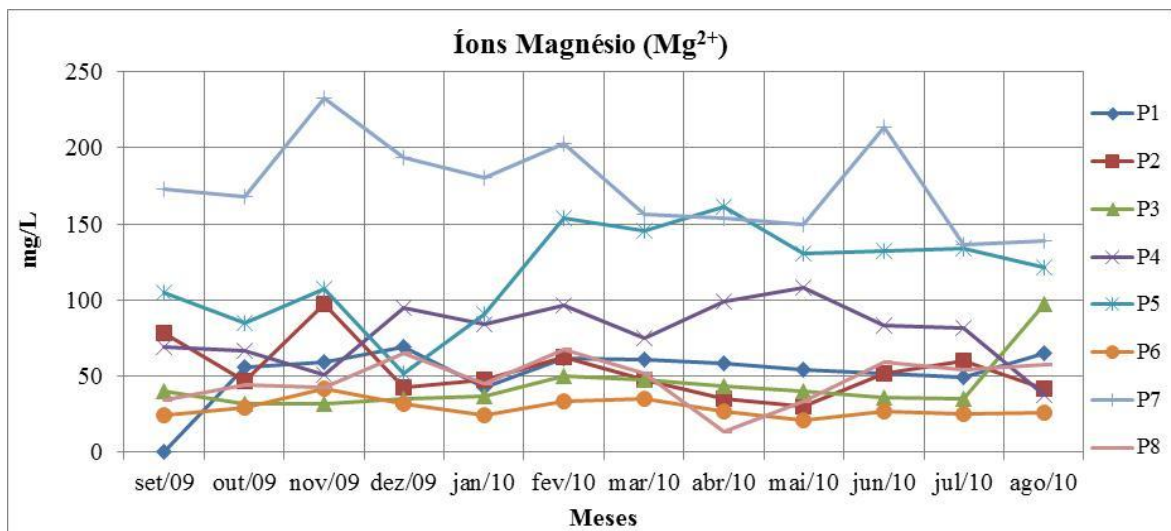


Figura 3 – Comportamento da concentração de íons magnésio ( $Mg^{2+}$ ) das amostras dos 08 (oito) poços analisados nos 12 (doze) meses de pesquisa.

## 5. CONCLUSÕES

Os resultados das análises físico-químicas realizadas nas 08 (oito) amostras, durante 12 (doze) meses de pesquisa, possibilitaram uma avaliação da qualidade dessas águas para consumo humano e da variação sazonal das concentrações da dureza total e da concentração dos íons cálcio e magnésio.

Nesse sentido, as águas dos poços P5 e P7 são muito duras. Os valores de sua dureza total estão, bem acima do padrão de potabilidade brasileiro e da OMS (Organização Mundial de Saúde), que é de 500 mg/L.

Os poços P1, P3, P6 e P8 apresentaram valores para a dureza total abaixo do limite permitido. Essas águas não são consideradas duras e, portanto, com relação aos parâmetros responsáveis pela dureza total, não encontram restrições ao seu uso. Os poços P2 e P4 apresentaram restrições ao seu uso em alguns meses durante o ano, quando os valores de dureza total excedem o valor máximo permitido.

O período chuvoso, embora com precipitações abaixo da média para a região no ano de realização do trabalho, pode ter contribuído para as variações das concentrações dos íons analisados. Isso se torna evidente no mês de abril, quando houve a maior precipitação na região, bem acima da média da precipitação ocorrida nos outros meses da pesquisa.

Os resultados indicaram que algumas águas subterrâneas de Crateús têm características que limitam seu uso para consumo humano. As concentrações das diversas espécies químicas, dissolvidas nas águas utilizadas pela população rural do município de Crateús, parecem estar direta e intrinsecamente relacionadas ao clima da região.

## AGRADECIMENTOS

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

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



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.

PEREIRA, L.; SANTIAGO, M. M. F.; FRISCHKORN, H.; ARAÚJO, J. C.; LIMA, J. O. G. A Salinidade das Águas Superficiais e Subterrâneas na Bacia da Gameleira, Município de Aiuaba–CE. **Águas Subterrâneas**, Curitiba, v. 20, n. 2, p. 9-18, 2006.

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.

BAIRD, C. A Química das Águas Naturais. In: BAIRD, Colin. **Química Ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002, Cap. 8, p. 443 -481.

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.

NETO, O. G. Z. e DEL PINO, J. C. **Trabalhando a química dos sabões e detergentes**. Disponível em: <http://www.iq.ufrgs.br/aeq/html/publicacoes/matdid/livros/pdf/sabao.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2011.

FILHO, W. M. F. **Recursos Hídricos do Nordeste Semiárido**. In. Projeto ÁRIDAS: uma estratégia de Desenvolvimento Sustentável para o Nordeste. Brasília: Secretaria de Planejamento, Orçamento e Coordenação da Presidência da República, 1994, v. 2, n. 1, 190 p.