



Os sólidos totais dissolvidos (STD) e a Condutividade Elétrica (CE) nas águas de poços do município de Crateús-CE

José Ossian Gadelha de Lima¹, Antonia Mayza de Morais França², Helena Gomes Loiola², Francisco das Chagas da Costa Lopes³ e Jonas Rodrigues Lima⁴

¹Professor Doutor do Curso de Química da FAEC/UECE, orientador do trabalho de pesquisa. E-mail: jose.lima@uece.br

²Graduandas do Curso de Química da FAEC - UECE. Bolsistas de IC da FUNCAP e UECE. E-mail: mayza-franca@hotmail.com

³Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Química - UFPI. Bolsista do CNPq. E-mail: fclopescosta@bol.com.br

⁴Professor de Química da Rede Pública Estadual de Ensino em Crateús-CE. E-mail: jrlquimica@gmail.com

Resumo: A utilização de águas subterrâneas pela população rural do município de Crateús-CE é uma prática corriqueira, principalmente nos períodos de estiagem, quando os recursos hídricos se apresentam muito escassos. As fontes dessas águas são geralmente poços artesanais construídos por particulares ou pela própria comunidade. No entanto, na quase totalidade de todas as fontes não existe um sistema de monitoramento da qualidade dessas águas, o que pode trazer problemas graves para aqueles que a consomem. Assim, este trabalho teve por objetivo estudar, durante um ano, o comportamento dos sólidos totais dissolvidos (STD) e da Condutividade Elétrica (CE) em amostras de água de 10 (dez) poços artesanais do município de Crateús-CE, tentando identificar sua influência na qualidade dessas águas. Para isso, foram analisados mensalmente os teores de Ca^{2+} , NH_4^+ , Mg^{2+} , Al^{3+} , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_2^- , NO_3^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- , HO^- , Na^+ , K^+ e Fe^{3+} , cuja soma fornece o valor de STD. A condutividade elétrica de cada amostra foi medida, através de um condutivímetro, no momento da coleta. Os resultados das análises mostraram que apenas 05 (cinco), dos 08 (oito) poços localizados na zona rural do município de Crateús-CE, apresentaram água de boa qualidade para consumo humano. Além disso, somente 06 (seis) desses poços oferecem água que podem ser usadas para irrigação, algumas apresentando restrições.

Palavras-chave: águas subterrâneas, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos

1. INTRODUÇÃO

Durante a estação seca, a população rural da maioria dos municípios nordestinos localizados na região do semiárido se depara com dificuldades relacionadas à escassez de seus recursos hídricos.

Para enfrentar esses problemas, os habitantes das comunidades rurais desses municípios fazem uso de águas de poços, de açudes e de cacimbas.

Um dos parâmetros mais importante para se avaliar a qualidade de uma água destinada ao consumo humano é o teor de Sólidos Totais Dissolvidos (STD), que permite classificar as águas em doce, salobra e salgada.

O uso de águas subterrâneas no município de Crateús-CE 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.

Assim, o objetivo deste estudo foi analisar mensalmente, durante um ano, a concentração de sólidos totais dissolvidos (STD) e a condutividade elétrica (CE) das águas de 10 (dez) poços do município de Crateús/CE. Desses poços estudados, 02 (dois) estão situados na zona urbana e 08 (oito) na zona rural.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As águas subterrâneas correspondem a 97% de toda a água doce encontrada no planeta. Geralmente, as reservas desse tipo de água são formadas e realimentadas pelas águas de chuvas, neblinas, neves e geadas, que fluem lentamente pelos poros das rochas. Normalmente esses reservatórios possuem água de boa qualidade para o uso humano (água potável), devido ao processo de filtragem pelas rochas e por reações biológicas e químicas naturais (CETESB, 1974).



Por não se localizarem na superfície, estão mais protegidas de diversos agentes poluentes do que as águas de rios e lagos. A formação desses reservatórios subterrâneos (aquíferos) pode ocorrer de formas variadas com centenas de metros de espessura, quilômetros de extensão, poucos ou centenas de metros de profundidade e até mesmo entre camadas de rochas pouco permeáveis (aquíferos confinados) (FENZL, 1988).

A utilização das águas subterrâneas para abastecimento público é muito mais prática, rápida e barata que o uso de águas superficiais. Modernas tecnologias e equipamentos auxiliam os técnicos a encontrarem os reservatórios naturais com mais facilidade, podendo ser retirada água de qualquer profundidade (ZOBY, 2010).

Um quinto de toda água doce existente na Terra encontra-se no Brasil, o qual possui uma reserva subterrânea com mais de 111 trilhões de metros cúbicos de água. Apenas um dos reservatórios subterrâneos encontrados na região Nordeste do país possui um volume de 18 trilhões de metros cúbicos de água para o abastecimento humano. Isso é suficiente para abastecer a população brasileira atual por, no mínimo, 60 anos (VIEIRA, 2010).

As características químicas das águas subterrâneas refletem os meios por onde percolam, guardando uma estreita relação com os tipos de rochas drenados e com os produtos adquiridos das atividades humanas desenvolvidas ao longo de seu trajeto. De um modo geral todas as impurezas presentes na água, com exceção dos gases dissolvidos, têm sua origem nos sólidos incorporados ao seu meio. Devido a essa condição deve-se dar prioridade à análise deles, pois o resultado pode direcionar todo o estudo de caracterização. Numa água, são considerados como sólidos todas as partículas presentes em suspensão ou em solução, sedimentáveis ou não, orgânicas ou minerais. A determinação da quantidade total de sólidos presentes em uma amostra de água é chamada de sólidos totais dissolvidos (STD) (FEITOSA, 2000).

Em águas naturais a presença dos íons sódio, cloreto, magnésio, potássio, sulfatos, etc, é devida a dissolução de minerais. A concentração de sólidos dissolvidos deve ser menor que 500 mg/L em água para abastecimento público, pois em concentrações de sólidos dissolvidos superiores a 2000 mg/L, esta apresenta efeito laxativo (LOGAN, 1965).

A classificação dos sólidos dissolvidos numa água pode ser física ou química. Fisicamente eles são classificados segundo suas dimensões: sólidos totais dissolvidos possuem dimensões inferiores a 2,0 μm , e os sólidos em suspensão apresentam dimensões superiores a 2,0 μm . Do ponto de vista químico, os sólidos são classificados em voláteis e fixos. Sólidos voláteis são os que se volatilizam em temperaturas inferiores a 550°C, sejam estas substâncias orgânicas ou sais minerais que evaporam a esta temperatura. Os sólidos fixos são aqueles que permanecem após a completa evaporação da água e, geralmente, são constituídos pelos sais (FEITOSA, 2000).

De acordo com os valores de STD, as águas subterrâneas podem ser classificadas em doces, salobras ou salgadas. As águas doces apresentam de 0 a 500mg/L, as águas salobras contêm de 500 a 1500 mg/L e as salgadas apresentam concentrações com valores acima de 1500 mg/L (SRH, 2009).

A água com excessivo teor de sólidos em suspensão ou minerais dissolvidos tem sua utilidade limitada. Uma água com presença de 500 mg/L de STD, geralmente, ainda é viável para uso doméstico, mas provavelmente inadequada para utilização em muitos processos industriais. Água com teor de STD superior a 1000 mg/L torna-se inadequada para consumo humano e possivelmente será corrosiva e até abrasiva (SILVA JÚNIOR, 1999).

A água de boa qualidade é essencial para a saúde e o bem estar humano e, neste sentido, um dos parâmetros utilizados para se avaliar a qualidade de uma água subterrânea é o teor de sólidos totais dissolvidos (SANTOS, 2000).

Como padrão de aceitação para consumo humano, a portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde do Brasil estabelece o valor máximo permitido de 1.000 mg/L para STD na água potável. Esse valor é idêntico ao estabelecido pelo padrão de potabilidade da Organização Mundial de Saúde (OMS) (BRASIL, 2004).

A Condutividade elétrica (CE) de uma água é a capacidade que ela possui de conduzir corrente elétrica e está diretamente relacionada com a presença de espécies iônicas nela dissolvidas. Assim,



quanto maior a concentração de íons numa água, maior será a sua condutividade elétrica. Não existe um valor máximo estabelecido para o parâmetro da condutividade elétrica em uma água potável. No entanto, multiplicando-se o seu valor por um fator variando de 0,55 a 0,75 pode-se obter uma estimativa para o valor de STD de uma água (SANTOS, 2000).

Assim, os sólidos totais dissolvidos e a condutividade elétrica constituem alguns dos parâmetros mais importantes para se avaliar a qualidade de uma água, principalmente de regiões onde ela se mostra escassa (SRH, 2010).

Neste sentido, a população rural do município de Crateús, situado em plena região do semiárido cearense, enfrenta problemas graves em relação à qualidade da água que consome, pois não dispõe de serviço de abastecimento, diferentemente da sua população urbana que é servida de água tratada e de boa qualidade (REBOUÇAS, 2010).

As características da natureza peculiar do agreste nordestino fazem com que, em geral, as águas utilizadas por essa população sejam obtidas a partir de poços artesanais, cuja qualidade é completamente ignorada pelos usuários (LOPES, 2010).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram determinados durante 01 (um) ano de pesquisa, o teor dos íons cálcio, amônia, magnésio, alumínio, cloreto, sulfato, nitrito, nitrato, carbonato, bicarbonato, hidroxila, sódio, potássio e ferro. Essas determinações foram realizadas mensalmente em 10 (dez) amostras oriundas de águas contidas em 10 (dez) poços do município de Crateús-CE.

Todos os 10 (dez) poços são do tipo artesanal (cacimbas), sendo que 08 (oito) deles (P1, P2, P3, P4, P6, P7, P8 e P9) estão localizados na zona rural do município de Crateús e 02 (dois) na zona urbana (P5 e P10).

As metodologias utilizadas nos procedimentos das análises físico-químicas obedeceram rigorosamente àqueles descritos no *Standard Methods* (APHA, 1995).

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

Um condutivímetro modelo BS510, marca BEL Engineering foi usado para medir a condutividade elétrica (CE) das amostras no momento da coleta.

O cálculo para obtenção dos valores de STD para cada amostra foi realizado através de uma planilha do programa Excel. Os resultados das análises físico-químicas relativos aos teores (mg/L) dos íons determinados (Ca^{2+} , NH_4^+ , Mg^{2+} , Al^{3+} , Cl^- , SO_4^{2-} , NO_2^- , NO_3^- , CO_3^{2-} , HCO_3^- , HO^- , Na^+ , K^+ e Fe^{3+}) foram inseridos nessa planilha, a qual fornece automaticamente o valor de STD para cada amostra analisada. Dessa maneira, os erros acidentais originados a partir do operador são evitados e os valores obtidos são bastante exatos.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos para as concentrações dos sólidos totais dissolvidos (STD) das amostras analisadas estão apresentados na Tabela 1. Esses resultados analíticos permitiram identificar dois grupos distintos de águas (Tabela 1 e Figura 1).

O primeiro é constituído pelos poços P1, P5, P6, P7, P8 e P9, cujas amostras de suas águas apresentaram, durante todo o período pesquisado, valores de STD abaixo de 1.000 mg/L (valor máximo permitido pela portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde do Brasil para uma água potável).

As amostras do segundo grupo, constituído pelos poços P2, P3, P4 e P10, revelaram valores de STD para todas elas, bem acima de 1.000 mg/L, portanto, excedendo o valor máximo permitido por aquela portaria para uma água destinada ao consumo humano.

Com base nesses dados podemos afirmar que somente as águas do primeiro grupo (P1, P5, P6, P7, P8 e P9) são consideradas adequadas para consumo humano. Como o poço P5 está localizado na zona urbana, então apenas 05 (cinco), dos 08 (oito) poços localizados na zona rural, oferecem água de boa qualidade para os usuários.

Os resultados apresentados na Tabela 1 mostram que das 120 (cento e vinte) amostras analisadas durante o desenvolvimento da pesquisa, 22 (vinte e duas) apresentaram características de água doce, 69 (sessenta e nove) de água salobra e 29 (vinte e nove) de salgada.

Tabela 1 - Concentração de sólidos totais dissolvidos (STD), em mg/L, das amostras dos 10 (dez) poços analisados durante o ano da pesquisa.

Mês/Ano	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Abr/11	440,03	1.593,15	1.788,36	1.335,42	529,41	214,69	333,44	682,24	379,38	1.612,18
Mai/11	412,95	1.349,12	1.306,16	1.294,33	307,24	319,83	174,25	672,96	391,40	1.627,91
Jun/11	507,42	1.757,23	1.276,39	1.299,35	514,72	385,31	268,41	727,46	381,95	1.608,17
Jul/11	592,75	1.765,51	1.184,43	1.398,45	635,33	441,32	391,93	821,00	476,39	1.573,27
Ago/11	609,02	1.774,07	1.136,03	1.497,30	741,55	487,93	479,38	796,08	562,88	1.541,09
Set/11	569,90	1.744,77	1.320,88	1.566,18	786,33	552,12	562,39	848,37	629,05	1.622,11
Out/11	542,90	1.688,09	1.439,56	1.639,43	800,76	620,63	652,07	892,58	634,19	1.605,32
Nov/11	534,86	1.688,00	1.472,63	1.597,73	747,21	665,65	673,55	899,56	594,09	1.594,46
Dez/11	542,04	1.646,48	1.280,79	1.637,45	778,86	704,52	716,73	949,30	600,50	1.583,60
Jan/12	383,89	1.571,36	1.146,78	1.608,99	782,67	724,70	793,07	891,42	610,48	1.612,44
Fev/12	469,80	1.603,42	1.176,82	1.543,89	746,55	744,05	813,75	890,33	335,92	1.555,17
Mar/12	324,51	1.559,43	1.233,89	1.522,48	728,11	651,50	707,63	883,99	297,76	1.566,82

As águas de alguns poços sofreram variações na qualidade ao longo do ano da pesquisa. Assim, podemos identificar que as águas dos poços P1, P3, P5, P6, P7 e P9 oscilaram entre doce e salobra. Essa salubridade foi manifestada mais caracteristicamente nos meses de estiagem (entre agosto a dezembro de 2011).

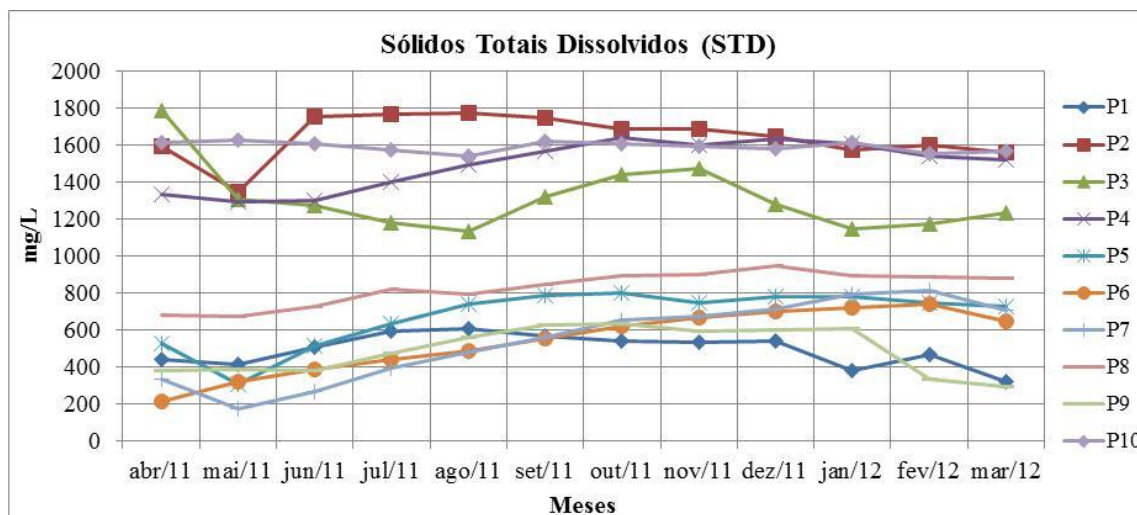


Figura 1 - Comportamento da Concentração dos Sólidos Totais Dissolvidos (STD) das amostras dos 10 (dez) poços analisados durante um ano de pesquisa.

As águas dos poços P2 e P4 oscilaram entre salobras e salgadas, manifestando-se uma maior salinidade no período da estiagem.

Todas as amostras de água do poço P8 foram classificadas como salobras e todas as amostras do poço P10 apresentaram-se como salgada.

As amostras dos poços P4, P5, P6, P7 e P8, revelaram um aumento nos valores de STD ao longo do período pesquisado. Já nas águas dos poços P1, P2, P3, P9 e P10 observou-se uma diluição na concentração desse parâmetro físico-químico ao longo do período da pesquisa. Nos poços P2, P9 e

P10, essa diluição ocorreu de modo muito suave, enquanto nos poços P1 e P3 se deu de maneira mais acentuada.

Essas observações demonstram que a recarga de alguns poços (P2, P9 e P10, principalmente) não sofreu influência significativa das precipitações que ocorreram de março a maio de 2011, durante o ano de estudo. Por outro lado, as águas dos demais poços parecem ter sofrido forte influência das chuvas, já que esse período chuvoso foi muito significativo na região, com volumes de chuvas bastante elevados (superior a 1.000 mm) (FUNCEME, 2011).

Analisando-se o comportamento dos valores da condutividade elétrica (CE) apresentados na Tabela 2 e Figura 2, foi possível classificar as águas desses poços em quatro categorias.

Tabela 2 - Valores da Condutividade Elétrica (CE), em $\mu\text{S}/\text{cm}$, das amostras dos 10 (dez) poços analisados pesquisados durante um ano.

Mês/Ano	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Abr/11	668,0	2.610,0	3.420,0	2.710,0	860,0	247,0	450,0	1.133,0	472,0	2.960,0
Mai/11	560,0	2.510,0	2.340,0	2.790,0	452,0	388,0	214,0	1.108,0	695,0	2.920,0
Jun/11	725,0	3.520,0	2.180,0	3.300,0	808,0	483,0	733,0	1.215,0	1.098,0	3.220,0
Jul/11	838,0	3.370,0	1.993,0	3.400,0	972,0	548,0	560,0	1.268,0	570,0	2.840,0
Ago/11	905,0	3.450,0	2.000,0	3.800,0	1.168,0	647,0	713,0	1.365,0	755,0	2.930,0
Set/11	837,0	3.430,0	2.210,0	3.900,0	1.260,0	732,0	823,0	1.477,0	825,0	3.350,0
Out/11	835,0	3.280,0	2.420,0	3.850,0	1.272,0	795,0	903,0	1.485,0	773,0	2.710,0
Nov/11	817,0	2.440,0	2.230,0	3.500,0	1.188,0	848,0	907,0	1.478,0	753,0	2.615,0
Dez/11	875,0	2.580,0	2.090,0	3.700,0	1.223,0	920,0	998,0	1.552,0	760,0	2.520,0
Jan/12	597,0	2.400,0	1.772,0	3.480,0	1.162,0	915,0	988,0	1.443,0	750,0	2.300,0
Fev/12	708,0	2.290,0	1.735,0	2.940,0	1.108,0	915,0	1.093,0	1.383,0	538,0	2.390,0
Mar/12	473,0	2.280,0	1.827,0	2.780,0	1.102,0	817,0	998,0	1.355,0	440,0	2.370,0

A primeira, constituída por águas com condutividade elétrica variando de 100 a 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$, contém apenas duas amostras (uma do poço P6 e outra do poço P7), as quais são classificadas como de salinidade baixa (Tabela 2).

A segunda, com condutividade elétrica variando de 250 a 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$, contém um total de 21 amostras. Nessa categoria estão incluídas águas dos poços P1, P5, P6, P7 e P9, sendo classificadas como de salinidade média (Tabela 2).

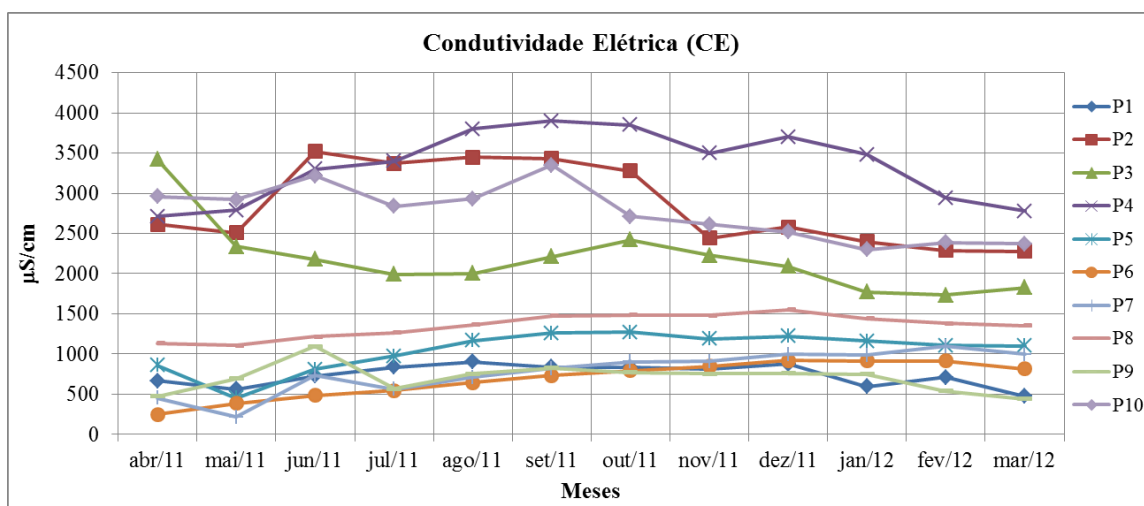


Figura 2 - Comportamento da condutividade elétrica (CE) nas amostras dos 10 (dez) poços analisados durante um ano de pesquisa.



Na terceira categoria, com condutividade elétrica entre 750 e 2.250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e contendo 58 amostras, estão incluídas amostras dos poços P1, P3, P5, P6, P7, P9 e todas de P8, sendo classificadas como águas de salinidade alta (Tabela 2).

E na quarta e última categoria estão aquelas com condutividade elétrica entre 2.250 e 5.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Nesse grupo se incluem todas as 36 amostras dos poços P2, P4 e P10 e três amostras do poço P3, classificadas como de salinidade muito alta (Tabela 2).

5. CONCLUSÕES

A partir dos resultados das análises dos sólidos totais dissolvidos (STD) e da condutividade elétrica (CE) de amostras de água de 10 (dez) poços artesanais localizados na cidade de Crateús-CE, foi possível fazer uma avaliação da qualidade dessas águas.

Assim, das 120 (cento e vinte) amostras analisadas durante o desenvolvimento da pesquisa, 69 (sessenta e nove) delas apresentaram características de água salobra e 29 (vinte e nove) de salgada, ou seja, mais de 81% das águas analisadas apresentaram restrições quanto ao seu consumo. Essa característica foi mais acentuada para os poços P2, P3, P4 e P10. Com base nesses dados podemos afirmar que somente as águas dos poços P1, P5, P6, P7, P8 e P9 são consideradas adequadas para consumo humano.

Para os poços P4, P5, P6, P7 e P8, as águas das chuvas que ocorreram na região durante o período da pesquisa parecem ter carregado sais que aumentaram as concentrações de STD.

Pode-se observar que apenas 05 (cinco), dos 08 (oito) poços localizados na zona rural do município de Crateús-CE, oferecem água de boa qualidade para consumo.

Com base nos valores da condutividade elétrica, pode-se afirmar que 58 (cinquenta e oito) amostras, envolvendo os poços P1, P3, P5, P6, P7, P9 e todas de P8, classificadas como águas de salinidade alta, só podem ser usadas na irrigação de solos bem drenados, tomando-se precauções especiais de combate à salinização e apenas os vegetais de alta tolerância salina devem ser cultivados.

Do total das 120 (cento e vinte) amostras analisadas, 39 (trinta e nove) são classificadas como de muito alta salinidade e, portanto, não servem para irrigação. Dois poços com essas características, P2 e P4, estão localizados na zona rural.

Portanto, dos 08 (oito) poços localizados na zona rural do município de Crateús-CE e estudados nesse trabalho, apenas 06 (seis) oferecem água que podem ser usadas para irrigação, algumas com cuidados devidos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Ceará, ao Centro Vocacional Tecnológico (CVT) de Crateús e à FUNCAP.

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, 2004. 34 p.

CETESB. **Água: qualidade, padrões de potabilidade e poluição**. São Paulo, 1974. 208 p.

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

FENZL, N. **Introdução à Hidrogeoquímica**. Belém: Universidade Federal do Pará, 1988. 188 p.

FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos). **Chuvas mensais: municípios**. Disponível em: <http://www.funcceme.br/index.php/areas>. Acesso em: 12 dez. 2011.



- 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.
- REBOUÇAS, A. 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, Fernando Antonio Carneiro; MANOEL FILHO, João (Org). **Hidrogeologia**: Conceitos e aplicações. 2. ed. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE, 2000. Cap. 5, p. 81-108.
- SILVA JÚNIOR, L. G. 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.
- VIEIRA, V. P. P. B. Desafio da gestão integrada de recursos hídricos no semi-árido. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 2, 2002, p. 7-17.
- ZOBY, J. L. G.; OLIVEIRA, F. R. **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.