

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA ÁREA URBANA NO MUNICÍPIO DE SANTA HELENA (MA)

Fitene Caldas Marques¹; Paulo Roberto Saraiva Cavalcante² & Ricardo Barbieri²

Resumo - A cidade de Santa Helena, na Baixada Maranhense, está localizada às margens do Rio Turiaçu. No entanto, o abastecimento de água da cidade é feito utilizando-se o manancial subterrâneo a partir principalmente de poços escavados e também por poços tubulares. A fim de caracterizar as águas subterrâneas da cidade, foram determinados parâmetros físico-químicos e bacteriológicos das amostras de água de poços distribuídos ao longo de todo perímetro urbano. Sob o ponto de vista da potabilidade, as amostras apresentaram coliformes termotolerantes e algumas apresentaram contaminação por *Escherichia coli*, além de alguns parâmetros físico-químicos cujos valores estavam acima do permitido pela Portaria M.S. 518/2004, que determina os parâmetros de qualidade para água de consumo humano. A falta de infraestrutura sanitária, com disposição superficial de esgotos sanitários por 100% da população, aliada à alta vulnerabilidade natural do aquífero, constituem-se em fatores que justificam o comprometimento bacteriológico das águas subterrâneas utilizadas para consumo humano em Santa Helena.

Abstract - Santa Helena town in Baixada Maranhense is located beside the Turiaçu River. However the water supply of the town is made by using the groundwater mainly from dug wells and also tubular wells. In order to characterize the groundwaters of the town, physical, chemical and bacteriological parameters of water samples from wells distributed along whole urban perimeter were analyzed. Under the point of view of potability, the samples showed contamination by thermal-tolerant coliforms and some presented contamination by *Escherichia coli*, besides some physical and chemical parameters with values above those permitted by the Health Ministry norm 518/2004, which determines the water quality parameters for human consumption. The lack of infrastructure, with superficial disposition of sanitary sewers by 100% of the population connected to the high natural aquifer vulnerability constitute factors that justify the bacteriological contamination of the groundwater used for human consumption in Santa Helena.

Palavras-chave: Água subterrânea, Parâmetros físico-químicos e bacteriológicos, Padrões de potabilidade

¹ Tribunal Regional Eleitoral, fone: 96191100, fitene@hotmail.com

² Universidade Federal do Maranhão, Av. dos Portugueses s/n, Campus do Bacanga, 65085-970 – São Luis – MA, fone: 3301-8564, prcavalcante@yahoo.com.br / limnobarbi@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Elemento indispensável à vida, a água é considerada um insumo essencial ao desenvolvimento econômico e social de uma região país ou sociedade (Setti *et al.*, 2001), sendo desse modo de fundamental importância a conservação e proteção desse recurso natural.

Embora o Brasil seja detentor de 12% da água doce disponível no mundo, o país ainda apresenta muitos problemas em termos de abastecimento de água potável, decorrentes não somente da má distribuição de suas águas, mas também em função da forte demanda atual e degradação dos recursos hídricos.

Segundo dados do IBGE (2000), aproximadamente 138 milhões de pessoas vivem em cidades, das quais cerca de 90% são atendidas com água potável e 60% dispõem de rede coletora de esgotos, sendo que 75% destes não passam por algum tipo de tratamento e a maior parte dos esgotos tem como destino final o meio natural, particularmente os corpos hídricos causando contaminação dos mananciais.

Para os 10% da população que não têm acesso à rede pública de abastecimento, ou mesmo para aqueles têm o fornecimento com frequência irregular, o abastecimento de água em aquífero livre ou freático constitui uma alternativa bastante atraente em função do baixo custo e facilidade de perfuração e captação (Assis da Silva, 1999 *in* Assis & Araújo, 2003), a despeito dos possíveis riscos de contaminação.

De fato, embora a água subterrânea seja geralmente, menos susceptível à poluição que os mananciais de superfície, diversos fatores como a construção desordenada de poços sem acompanhamento técnico, a infiltração de líquidos provenientes de fossas sépticas, efluentes domésticos e industriais, vertedores de lixo, além de lixiviados químicos oriundos da agricultura, podem comprometer a qualidade das águas subterrâneas e ocasionar riscos à saúde pública por consumo sem tratamento.

Neste contexto, este estudo avaliou a qualidade físico-química e bacteriológica das águas de poços rasos consumidas pela população de baixa renda da área urbana da cidade de Santa Helena, fornecendo subsídios à adoção de políticas públicas de melhoria da qualidade de vida e saúde da população local.

2. ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi desenvolvido na área urbana do município de Santa Helena, localizado na microrregião da Baixada Maranhense, à margem direita do rio Turiaçú. A área está compreendida

entre os paralelos 2° 13' S a 2° 15' S e entre os meridianos 45° 16' W a 45° 18' W, cobrindo uma superfície de aproximadamente 415 ha (Figura 1) de áreas baixas e relevo suave ondulado com as maiores cotas, inferiores a 62 metros, esculpidas em sedimentos cretáceos e as mais baixas constituídas por sedimentos quaternários e recentes, correspondentes às antigas e atuais planícies de inundação da drenagem local.

O clima do município é classificado, segundo Köppen, como do tipo climático Am - tropical chuvoso de monção (Maranhão, 1991), isto é, quente e úmido com duas estações do ano bem definidas: o período de chuvas mais intensas, de janeiro a julho, popularmente denominado de inverno, e o período mais seco, de agosto a dezembro, denominado de verão. As temperaturas, medidas na estação climatológica de Pinheiro entre 2002 e 2004, indicaram variações médias mensais entre 25,4°C e 28,4°C, com máxima de 38,5°C e mínima de 21°C. A precipitação média anual, registrada na estação pluviométrica de Santa Helena entre 1986 e 2001, foi de 1.656 mm, com o trimestre mais chuvoso (54,3% do total) correspondente aos meses de março a maio e o mais seco de setembro a dezembro.

A rede de drenagem local é do tipo perene tendo como principal curso d'água o rio Turiaçu que apresenta um curso de 720Km, predominantemente sinuoso, cujo desenvolvimento em terreno suavemente ondulado favorece a formação de numerosos lagos de grande piscosidade (Maranhão, 1991; Costa Neto *et al.*, 2002).

A geologia local é caracterizada por litotipos pertencentes à Bacia de São Luís representada por seqüências sedimentares bastante variadas de idade cretácea (Formação Itapecuru), além de sedimentos e aluviões quaternários com diferentes potenciais de utilização como mananciais de água.

A Formação Itapecuru representa a unidade aquífera de maior expressão na área, tanto em superfície como em sub-superfície, podendo constituir aquíferos confinados, semi-confinados e livres, com vazões médias de 13 m³/h nas folhas São Luis e Cururupu. Esta Formação é dividida em duas unidades: uma inferior formada por arenitos finos, siltitos, e sedimentos argilo-carbonáticos, atribuídos ao Albiano e outra superior, formada por siltitos, argilitos, folhelhos e sedimentos calcíferos de idade Cenomaniana, denominado Membro Alcântara (CPRM, 1994).

Já os sedimentos e aluviões quaternários a recentes são representados, essencialmente, por areias médias, com intercalações de siltes e argilas, que constituem predominantemente os depósitos da planície de inundação do rio Turiaçu, além de coluviões resultantes do retrabalhamento das rochas cretáceas. Embora de ocorrência mais restrita, estes constituem bons armazenadores de água subterrânea e representam uma importante fonte de água para os bairros periféricos da cidade de Santa Helena, pela facilidade de recarga, através da infiltração direta das precipitações, e captação

em poços rasos e cacimbões (CPRM, op. cit.). Deve-se ressaltar, no entanto, que esta unidade é particularmente suscetível à contaminação por apresentar o nível freático próximo à superfície e devido à característica livre do aquífero.

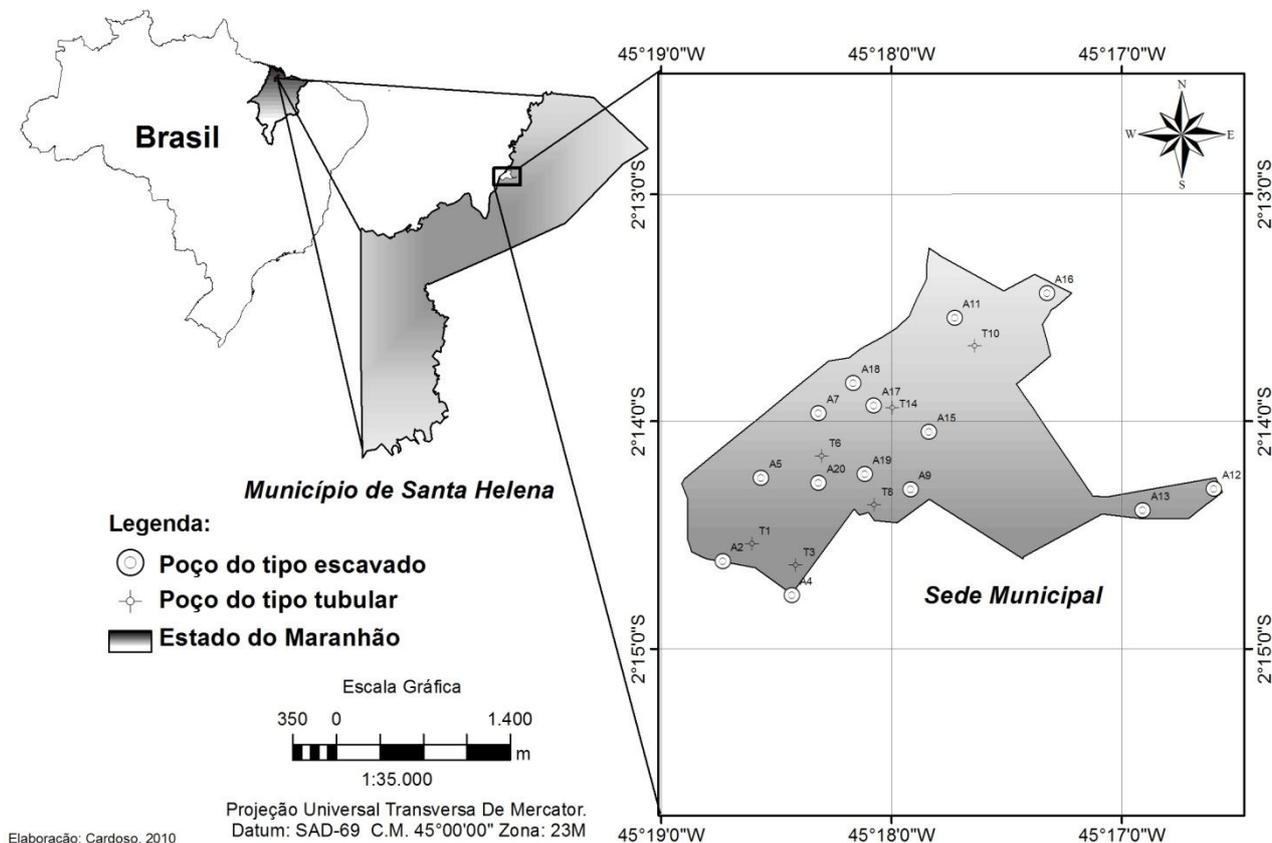


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo, indicando os poços utilizados na área urbana do Município de Santa Helena (MA).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionados 20 poços para este estudo, tendo como base critérios de representatividade da área e logísticos. Foram realizadas visitas sistemáticas (3 coletas: novembro de 2003, janeiro e abril de 2004) aos poços para amostragem de água para análises físico-químicas e bacteriológicas.

As amostras de água dos poços tubulares foram obtidas diretamente na saída dos poços, enquanto que para as do tipo amazonas foi utilizada garrafa de Van Dorn. Durante as coletas, foram medidos *in situ* o pH, a condutividade elétrica e a temperatura da água e efetuada uma vistoria

técnica sobre as condições sanitárias da área no entorno dos poços. Para as análises bacteriológicas, foram utilizados frascos de vidro de 250ml previamente esterilizados.

No total, 10 parâmetros foram determinados utilizando-se os seguintes métodos:

- a) pH – medido *in situ* com o Potenciômetro HANNA Mod. HI 9025;
- b) Temperatura e condutividade elétrica da água – medidas *in situ* com o Termocondutivímetro YSI – Mod. 33;
- c) Cor – Espectrofotômetro HACH mod. DR/2000;
- d) Turbidez – Turbidímetro LaMotte 2020;
- e) Alcalinidade – para esta análise foram utilizados o potenciômetro HANNA HI 9025 e titulante H₂SO₄ 0,01N até pH 4,35 seguindo a metodologia descrita por Mackeret (1978).
- f) Amônia – Método do azul de endofenol, descrito em Aminot (1983);
- g) Nitrito – Método do n-naftil, descrito em Aminot (1983);
- h) Nitrato – Método do Salicilato de Sódio, segundo Rodier (1978);
- i) Dureza – Complexometria do EDTA;
- j) Sódio - Filtração utilizando-se filtros de 0,45µm e leitura em Fotômetro de Chama Analyser;
- k) Ferro (ferro total) – Método Espectrofotométrico com a fenantrolina 1.10 (Norma francesa N.F. T90-017,1990);
- l) Cloreto – Método Volumétrico com Nitrato de prata e Cromato de potássio, segundo Morh;
- m) Coliformes totais, fecais e E.C.- Técnica da fermentação em tubos múltiplos.

A fim de avaliar a qualidade das águas, os resultados analíticos foram comparados com os valores de referência recomendados pela portaria n° 518 de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde (Brasil, 2004).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os dados levantados, a profundidade média nos poços tubulares foi de 22,9 m, com a diferença entre o poço mais profundo (T10) e o poço mais raso (T14) sendo de 30,9 m (Tabela 1). Não foi possível apresentar dados hidrodinâmicos dos poços estudados devido à dificuldade de obtenção de informações junto à Prefeitura da cidade bem como de empresas de perfuração que atuam na área.

Tabela 1. Características dos poços tubulares e amazonas localizados na área urbana do Município de Santa Helena (MA)

Parâmetros estatísticos	Poço Tubular		Poço Amazonas	
	Prof. (m)	NE (m)	Prof. (m)	NE (m)
Mínimo	9,6	-	3,5	0,5
Máximo	40,5	-	8,0	7,1
Média	22,9	-	5,8	4,4

Prof.: Profundidade NE: Nível estático

Para os poços amazonas a profundidade variou de 3,5 m no poço A18 a 8,0 m no A7, com média de 5,8 m. Por sua vez, o nível estático médio foi de 4,4 m, com um mínimo de 0,5 m, registrado no poço A4 e máximo de 7,1m no A13. As maiores profundidades do nível estático foram observadas no período seco e a menor, na estação chuvosa. Tal fato, associado ao reduzido valor médio do nível estático indica que o lençol subterrâneo é raso e de fácil recarga pela precipitação pluviométrica local ou a partir da alimentação do rio Turiaçu.

Os resultados para temperatura, pH, cor, turbidez e dureza são apresentados na tabela 2, enquanto os dados analíticos de outros parâmetros físico-químicos e bacteriológicos das águas estudadas podem ser visualizados na tabela 3. As temperaturas das amostras de águas subterrâneas da cidade de Santa Helena estão compatíveis com aquelas registradas para águas superficiais dos lagos da bacia do rio Turiaçu, 27,5 °C a 33 °C, como obtido por COSTA-NETO *et al.* (2002). O valor médio no presente estudo é de 28°C, com um mínimo de 26°C (poço A18) e máximo de 30°C (poço A12).

Tabela 2. Temperatura, pH, cor, turbidez e dureza das águas de poços tubulares e amazonas, localizados na área urbana do Município de Santa Helena (MA).

Parâmetros estatísticos	Parâmetros físico-químicos					
	T (°C)	pH	Cor (uH)	Turb.(uT)	Dur.(mg L ⁻¹)	CE (µS cm ⁻¹)
Mínimo	26	3,8	0	0	12	116,1
Máximo	30	7,1	550	450	428	2054
Média	28	5,3	74,8	21,4	118,2	670

A média dos valores de pH é de 5,3, com valor máximo de 7,1 para o poço T1 e mínimo de 3,8 no poço T14, indicando águas majoritariamente ácidas. O poço T14 foi o que apresentou a menor média (3,9), enquanto que o poço T1 mostrou o maior pH médio, com valor de 6,9.

Os valores de *cor* variaram entre 0 e 550 uH, com média de 74,8 uH. Em relação ao parâmetro físico-químico *cor*, 55% das amostras apresentaram média superior a 15 uH, VMP da Portaria 518/2004.

A *turbidez* da água dos poços visitados variou de 0 a 450 uT (poço A7), com média de 21,4 uT. Apenas o poço T10 apresentou média inferior ao VMP da Portaria 518/2004, que é de 1,0 uT, correspondendo a 5% dos poços analisados. Do total de poços estudados, 45% apresentaram médias variando de 1 a 5 uT, 15% com médias variando entre 5 a 10uT e 35% com superiores a 10 uT.

Na análise do parâmetro *dureza*, o valor mínimo registrado foi 12 mg L⁻¹ e o máximo 428 mg L⁻¹, com apenas o poço T10 apresentando valores elevados e próximos ao VMP da Portaria 518/2004 que é de 500 mg L⁻¹.

A condutividade elétrica, que representa a quantidade de sais dissolvidos na água, apresentou valores entre 116,1 µS/cm (poço A13) e 2054 µS/cm (poço A19), com média de 670 µS/cm, indicando águas com concentração relativamente alta de sais constituintes em solução. Em pesquisa realizada nos lagos da bacia do rio Turiaçu no ano de 2000, Costa-Neto et al. (dados não publicados) registraram a variação de 20 a 90 µS/cm para a condutividade elétrica da água. Coutinho (2002) observou que a condutividade elétrica da água em alguns poços e fontes da ilha do Maranhão variou bastante nos pontos estudados, mostrando o mínimo de 60 µS/cm e máximo de 660 µS/cm.

Em todas as amostras as concentrações de amônia, nitrito e nitrato foram baixas e inferiores ao limite estabelecido pela legislação em vigor sendo, em relação a estes parâmetros, as águas consideradas próprias para o consumo humano, a despeito da existência de fontes de poluição (sentinas e fossas, criatórios de animais, etc.) nas proximidades de 80% dos poços amostrados. Estudos conduzidos por Perdomo *et al.* (2001), em águas de poços de abastecimento humano no Uruguai, evidenciaram baixas concentrações de nitrato em mananciais que apresentaram elevados índices de coliformes fecais, tendo os autores associado este fato à assimilação deste nutriente pelos coliformes e outros microorganismos, situação esta que poderia justificar os reduzidos teores de compostos nitrogenados nos mananciais de Santa Helena.

Os maiores valores para o nitrato em relação aos demais compostos nitrogenados refletem a estabilidade e mobilidade desse íon, que pode ser facilmente removido do solo para a água, além da forte tendência oxidação da amônia e nitrito a nitrato (Bower, 1978 *in* Feitosa & Manoel Filho, 1997).

O cloreto representa o ânion mais abundante nas águas subterrâneas de Santa Helena, com valor médio de 155,8 mg L⁻¹, máximo de 508,3 mg L⁻¹ (poço T10) e mínimo de 17,5 mg L⁻¹ no poço A13 (Figura 2). Aproximadamente 33,3% das águas dos poços tubulares e 19% dos escavados apresentaram concentrações acima do limite máximo recomendado, com as conseqüentes restrições de qualidade. A maior incidência dos percentuais elevados de cloreto em poços tubulares sugere uma tendência de salinização do aquífero decorrente da intrusão de águas salgadas especialmente

no período de estiagem, bem como de poluição por esgotos domésticos e fossas. Na cidade de Maceió (AL), a ocorrência de elevadas concentrações de cloreto em vários poços da faixa costeira sugere o avanço da intrusão marinha na região (Nobre & Nobre, 2000).

Na análise do número mais provável (NMP) de *coliformes*, 100% dos pontos amostrados apresentaram em pelo menos duas coletas presença de coliformes totais, com valores variando de 4 a mais de 2.400/100ml, sendo que 75% das amostras apresentaram contaminação por coliformes totais. Em relação ao parâmetro biológico *coliforme fecal*, apenas os pontos T3, T6, A15 e A19, não foram positivos para esta variável, sendo que a quantidade de bactérias encontradas nas demais amostras variou de 4 a 1100/100ml. Para a bactéria *Escherichia coli*, as quantidades encontradas variaram de 4 a 23/100ml, sendo que 30% das amostras apresentaram a bactéria. Em longo estudo realizado em Fortaleza, constatou-se que em média, 74% das amostras apresentaram coliformes fecais, com predominância da bactéria *Escherichia coli* (68%) (Cavalcante *et al.*, 1998). Neste caso, os problemas com nitrato e os bacteriológicos são atribuídos à deficiência no saneamento básico.

Tabela 3. Parâmetros químicos e bacteriológicos das águas de poços tubulares e amazonas, localizados na área urbana do Município de Santa Helena (MA)

Parâmetros (Portaria 518/2004)	Poço Tubular		Poço Amazonas	
	n	%	n	%
Amônia				
Até 1,5 mg L ⁻¹	18	100	42	100
> 1,5 mg L ⁻¹	0	0	0	0
Nitrito				
Até 1 mg L ⁻¹	18	100	42	100
> 1 mg L ⁻¹	0	0	0	0
Nitrato				
Até 10 mg L ⁻¹	18	100	42	100
> 10 mg L ⁻¹	0	0	0	0
Cloreto				
Até 250 mg L ⁻¹	12	66,7	34	81
> 250mg L ⁻¹	6	33,3	8	19
Ferro				
Até 0,3 mg L ⁻¹	10	55,6	24	57,1
> 0,3 mg L ⁻¹	8	44,4	18	42,9
Sódio				
Até 200 mg L ⁻¹	16	88,9	3	7,1
> 200 mg L ⁻¹	2	11,1	39	92,9
Coliformes totais				
Ausência	5	27,8	0	0
Presença	13	72,2	42	100
Coliformes termotolerantes				
Ausência	14	77,8	15	35,7
Presença	4	22,2	27	64,3

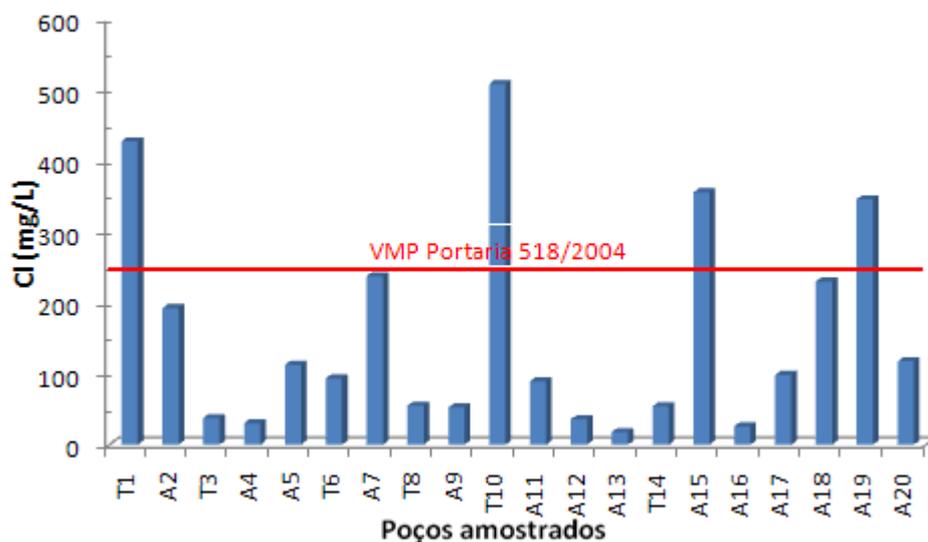


Figura 2. Concentração média de cloreto em amostras de águas de poços tubulares e amazonas, localizados na área urbana do Município de Santa Helena (MA).

Com relação ao sódio, sua concentração nas águas variou de 9,9 (poço A13) a 240 mg L⁻¹ (poço A19), com valor médio de 85,1 mg L⁻¹ (Figura 3). No Brasil, a Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece o máximo de 200 mg L⁻¹, indicando que 11,1% das amostras dos poços tubulares e 92,9% poços amazonas estão acima do padrão de potabilidade previsto pela citada Portaria. Deve-se ressaltar, que o consumo de águas com elevada concentração de sódio pode agravar problemas de hipertensão arterial em pacientes com história familiar positiva de hipertensão arterial, em obesos, negros, idosos e no hiperaldosteronismo (Midgley *et al.*, 1996).

A elevação dos teores de sódio, em relação às águas superficiais, decorre da baixa resistência dos minerais fonte desse cátion (feldspatos plagioclásios) ao intemperismo e da alta solubilidade de seus sais, notadamente em contato com águas de baixo pH. Além do mais, aquíferos costeiros têm a possibilidade de apresentarem maior concentração de sódio devido à facilidade da entrada de sais aerotransportados ou da cunha salina, devido à proximidade do mar.

Quanto ao ferro, seus teores nas águas dos poços amostrados oscilaram entre 0,1 mg L⁻¹ (poços T10, A12 e A20) a 5,7 mg L⁻¹ (poço T3), com média de 1,4 mg L⁻¹, que é elevada para águas subterrâneas. Analisando-se os dados apresentados na figura 4, destaca-se que uma quantidade expressiva de amostras (44,4 % em poços tubulares e 42,9 em poços amazonas) apresentou concentração de ferro acima do limite de 0,3 mg L⁻¹, estabelecido pela Portaria N° 518/2004. Este fato pode estar relacionado ao baixo pH das águas subterrâneas locais, o qual favorece a solubilização deste elemento dos solos, de minerais e cimento das litologias locais. Embora o ferro não cause problemas à saúde humana, quando oxidados, formam precipitados que produzem odores e mau gosto à água, além de manchas em sanitários e roupas (Di Bernardo, 1993), além de

incrustações nas bombas, nos filtros dos poços e nos materiais de revestimento, provocando diminuição de vazões e redução da vida útil dos poços (Matta, 2002 *apud* Almeida *et al.*, 2004).

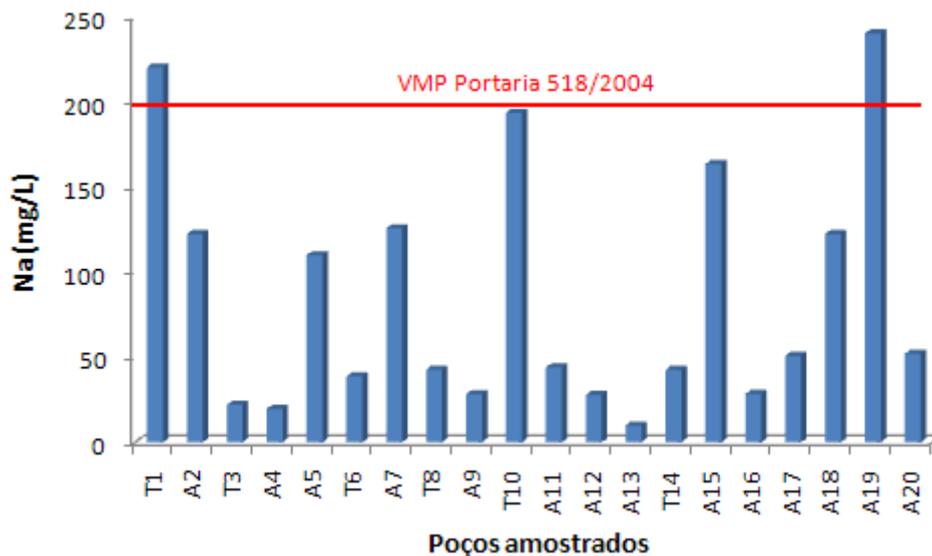


Figura 3. Concentração média de sódio em amostras de águas de poços tubulares e amazonas, localizados na área urbana do Município de Santa Helena (MA).

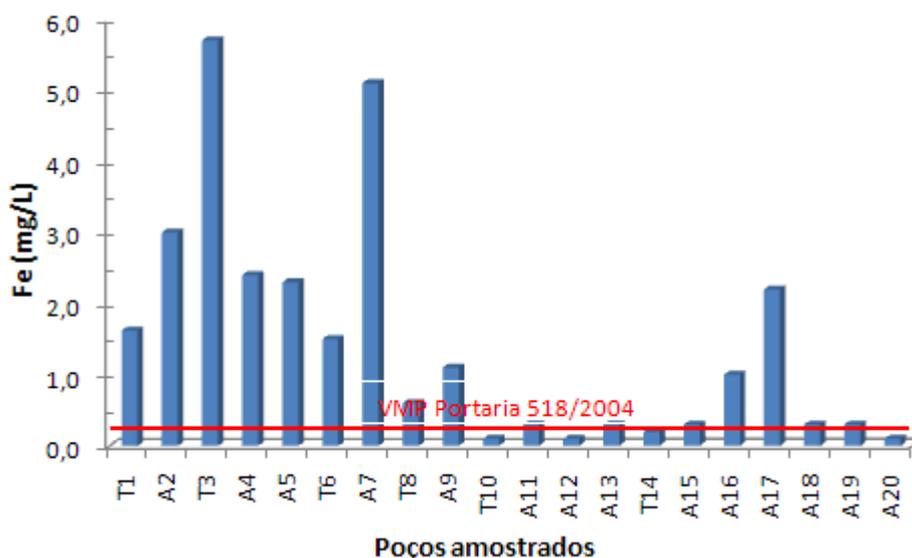


Figura 4. Concentração média de ferro em amostras de águas de poços tubulares e amazonas, localizados na área urbana do Município de Santa Helena (MA)

5. CONCLUSÃO

De acordo com a maioria das variáveis monitoradas, pode-se concluir pela qualidade observada que as águas subterrâneas investigadas são impróprias para consumo humano, devido à falta de infra-estrutura sanitária e ordenamento urbano, havendo necessidade de uma adequação da qualidade da água, ou preferencialmente de solução coletiva da distribuição de água potável para a maior parte da população.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFNOR, 1990 – Eaux – Méthodes d'essai. Association Française de Normalisation – AFNOR. 4eme. Édition, Paris, 736p. Norma francesa N.F. T90-017.

ALMEIDA, F.M., Matta, M.A.S., Dias, E.R.F., Silva, D.P.B. e Figueiredo, A.B., 2004. Qualidade das águas subterrâneas do sistema aquífero Barreiras na bacia hidrográfica do Tucunduba – Belém/PA, In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 13, Cuiabá: ABAS, 2004. CDROM.

AMINOT, A. e Chaussepied, M., 1983. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. 1ed. Paris: Centre National pour l'exploitation des Océans, 395p.

BRASIL, 2004 - Portaria 518, de 25 de março de 2004. Norma de qualidade da água para consumo humano. Diário Oficial da União, Brasília, 26 de março 2004.

CPRM, 1994. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. São Luís, Folha AS 23-Z-A. Cururupu. Folha AS-23-X-C. Estado do Maranhão/Organizado por Telmo Luiz das Neves, Clodionor Carvalho de Araújo, Eduardo Camozzato, Gilberto Emílio Ramgrab - Escala 1:250.000 – Brasília, 114p.

CAVALCANTE, I.N., Veríssimo, L.S. e Rebouças, A.C., 1998. Aspectos qualitativos das águas subterrâneas na Região Metropolitana de Fortaleza – CE, In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 10, São Paulo: ABAS. CD-ROM.

COSTA NETO, J.P., Barbieri, R., Ibanez, M.S.R., Cavalcante, P.R.S. e Piorski, N.M., 2002. Limnologia de três ecossistemas aquáticos característicos da Baixada Maranhense, Boletim do Labohidro, vol. 14/15, p.19-38.

COUTINHO, M.F.O., 2002. Aspectos higiênico-sanitários de alguns poços localizados nos bairros em torno da bacia do rio Bacanga. Monografia de Graduação. Curso de Farmácia, Universidade Federal do Maranhão. 36 p.

DI BERNARDO, L., 1993. Métodos e técnicas de tratamento de água, Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, Rio de Janeiro, 481p.

FEITOSA, A.C. e Manoel Filho, J., 1997. Capítulo 5 – Noções de hidroquímica. Hidrologia: conceitos , aplicações e fundamentos. CPRM, 1997. pág. 85-96.

- IBGE, 2000 – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico. disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pnsb/default.asp>. Acesso: 14/06/2004.
- MACKERETH, F.J.H, Heron, J., Talling, J.F., 1978 - Water analysis: some revised methods for limnologists. 121p.
- MARANHÃO, 1991 - Diagnóstico dos Principais Problemas Ambientais do Estado do Maranhão. São Luís - MA . SEMATUR.
- MIDGLEY, J.P., Matthew, A.G., Greenwood, C.M, Logan, A.G., 1996 - Effects of reduced dietary sodium on blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. Journal of the American Medical Association. n. 275, p.1590-1597.
- NOBRE, M.M.M. e Nobre, R.C.M., 2000. Uso sustentável de águas subterrâneas na Região Metropolitana de Maceió. In: Congresso Mundial Integrado de Águas Subterrâneas, 1., e Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 11., Fortaleza, 2000. Fortaleza: ABAS/AHLSUD/IAH. CD-ROM.
- PERDOMO, C.H., Casanova, O.N., Cigana, V.S., 2001 – Contaminacion de aguas subterrâneas com nitratos y coliformes em El litoral sudoeste Del Uruguay. Revista Agrociência, Uruguay, vol. V, n. 1, p.: 10 – 22.
- RODIER, J., 1978 – L’analyse des eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Bordas, 6a Edition, Paris, p.: 198 – 200.
- SETTI, A A; Lima, J. E. F.W.; Chaves, A G.M.; Pereira, I. C., 2001 - Introdução ao Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Brasília: ANA/ANEEL, 327p.