

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DOS BAIROS JOAQUIM TÁVORA, DIONÍSIO TORRES E SÃO JOÃO DO TAUAPE, FORTALEZA – CEARÁ

Victor Ygor Bomfim de Melo¹; Itabaraci Nazareno Cavalcante²; Maria da Conceição Rabelo Gomes³; Karen Vendramini de Araújo⁴ & Sulani Pereira⁵

RESUMO – O presente trabalho tem como objetivo caracterizar a qualidade das águas subterrâneas dos bairros Joaquim Távora, Dionísio Torres e São João do Tauape, baseando-se na Portaria 518/2004 do Ministério de Saúde. A metodologia foi a Pesquisa bibliográfica, Cadastro dos poços e Etapas de Campo (coleta e análises de águas subterrâneas), Elaboração de Bases Temáticas e Tratamento dos Dados. Os resultados obtidos a partir das 15 análises físicoquímicas das águas dos poços, mostram que o valor médio de STD nas águas subterrâneas é de 430,2 mg/L, oscilando entre 147 e 802 mg/L, estando a amostragem dentro do aceitável (valor máximo tolerável de STD é de 1.000 mg/L). De acordo com o diagrama de Piper, as amostras analisadas foram classificadas predominantemente como cloretadas sódicas (99%).

ABSTRACT – This paper aims to characterize the quality of groundwater districts of Joaquim Távora, Dionísio Torres and São João do Tauape, based on Ordinance 518/2004 of the Ministry of Health. The methodology was the literature search, Registration of wells, Steps of Countryside, Collection and Analysis of Groundwater, the Data Processing and Development of Thematic basis. The results from 15 physical-chemical analyses of water from wells, show that the average value of STD in groundwater is 430.2 mg / L, ranging between 147 and 802 mg / L., and the sampling within the acceptable (maximum tolerable of STD is 1,000 mg/L). According to the diagram of Piper, the samples were classified as predominantly chloruradas sodium (99%).

Palavras-chave: Qualidade, Água subterrânea, Bairros.

1 Graduado do curso em Geologia/UFC. Rua Frei Vidal, 2083. AP 402, Bloco D. São João do Tauape. Fortaleza/CE. e-mail: victorpolara@yahoo.com.br

2 Prof. Dr. Adjunto do Departamento de Geologia/UFC. Av. Humberto Monte, s/n, Pici. Fortaleza/CE. e-mail: ita@fortalnet.com.br

3 Doutoranda do curso em Geologia/UFC (bolsista da CAPES/REUNI). Rua Alcides Gerardo 71. Conjunto Palmeiras. Fortaleza/CE. e-mail: conceicaoabelo@yahoo.com.br

4 Graduada do curso em Geologia/UFC. Rua Joaquim Torres, 194. Joaquim Távora. Fortaleza/CE. e-mail: karenvendramini@yahoo.com.br

5 Graduada do curso em Geologia/UFC. Rua Professor Heribaldo Costa, 2107. João XXIII. Fortaleza/CE. e-mail: sulany@ig.com.br.

1 – INTRODUÇÃO

Na captação de água subterrânea através de poços, não é importante apenas o aspecto da quantidade, isto é, a vazão a ser obtida. A qualidade da água subterrânea é outro fator a ser considerado, tendo em vista o uso proposto para a água a ser captada (AMBIENTEBRASIL).

A Qualidade da água é um conceito relativo que assegura um determinado uso ou conjunto de usos. Um dos principais objetivos em se avaliar as características de uma água é constatar a observância ou violação dos padrões especificados para a sua qualidade (MESTRINHO, 1994).

Este trabalho resulta de uma monografia de graduação da Universidade Federal do Ceará, onde foi realizada uma avaliação físico-química das águas subterrâneas nos bairros de Joaquim Távora, Dionísio Torres e São João do Tauape, localizados em Fortaleza – Ceará.

1.2 – Localização da Área

A área em estudo é composta por três bairros do município de Fortaleza: Joaquim Távora, Dionísio Torres e São João do Tauape, localizados entre as coordenadas UTM 9584000 a 9587000 de latitude Sul e 552800 a 556600 de longitude Oeste de Greenwich, limitando-se ao Norte com os bairros Aldeota e Centro, ao Sul com o Alto da Balança e Salinas, ao Leste com o Cocó e Papicu e ao Oeste com os bairros de Fátima e José Bonifácio. Esta área foi escolhida pelo fato dos bairros pertencerem à mesma SER (II), possuírem o mesmo contexto hidrogeológico, possuírem uma considerável distribuição espacial dos 82 poços cadastrados e terem aspectos sócio-econômicos semelhantes (Figura 01).

As principais avenidas que dão acesso aos bairros que compõem a área de estudo são: Av. Visconde do Rio Branco, Pontes Vieira, Antonio Sales, Barão de Studart e Senador Virgílio Távora.



Figura 01. Localização da Área de Estudo

1.3 – Objetivos

Este trabalho tem por objetivo geral avaliar a qualidade das águas subterrâneas dos bairros Joaquim Távora, Dionísio Torres e São João do Tauape, localizados em Fortaleza – Ceará.

2 - METODOLOGIA DE TRABALHO

A metodologia empregada na elaboração deste trabalho está inserida nas etapas de Pesquisa bibliográfica, Cadastro dos poços e análises físico-químicas, Etapas de Campo (coleta e análises de águas subterrâneas), Elaboração de Bases Temáticas e Tratamento dos Dados.

O levantamento bibliográfico relacionado à área constou da obtenção de trabalhos hidrogeológicos e de qualidade de água, bem como de trabalhos afins pertinentes à área de estudo.

Na etapa do cadastro dos poços e análises físico-químicas, foi tomado por base o cadastro de poços obtidos na SRH/ COGERH, tendo sido encontrados 76 poços tubulares. Com os dados obtidos junto aos órgãos competentes, tais como fichas técnicas dos poços tubulares, dados estatísticos populacionais, os aspectos sócio-econômicos, boletins e etc, elaborou-se, inicialmente, um arquivo de dados em planilha do *Microsoft Excel* que gerou as diversas informações, onde foi dado a estas um tratamento estatístico simples gerando bases para a execução inicial do trabalho.

Foram efetuadas cinco etapas de campo; as duas primeiras realizadas no mês de janeiro/2008 e teve por finalidade verificar a acuracidade dos dados “*in locu*” e, desde que possível, levantar novos dados que se fizeram necessários e três etapas para coleta de amostras d’água para análises laboratoriais (físico-químicas), nos meses de fevereiro e março/2008, respectivamente.

Na elaboração de bases temáticas foram integrados os dados adquiridos nas etapas de levantamento bibliográfico e de campo. A área de estudo foi delimitada, a principio, utilizando o mapa de ruas e avenidas da Prefeitura Municipal de Fortaleza (escala 1:100.000), obtido da SRH (Secretaria de Recursos Hídricos) - 2007. Em seguida, foi integrado com os pontos georreferenciados dos poços encontrados no cadastro, originando, assim, uma base preliminar de distribuição de pontos d’água na escala 1:20.00.

Após o término das etapas anteriores, a fase seguinte constou da integração e discussão dos dados obtidos. Foram utilizadas fichas de cadastro de campo, trabalhando-se com o programa Excel (elaboração de figuras e gráficos), mapa de distribuição dos poços, usando o programa *AutoCad Map 2000*.

3. HIDROGEOLOGIA E SITUAÇÃO DOS POÇOS

A área de estudo está inserida nos Sistemas Hidrogeológicos Barreiras e Paleodunas, sendo a primeira constituída por níveis areno-silto-argilosos, sobreposta ao embasamento cristalino e, a segunda, composta por areias quartzozas inconsolidadas de granulação fina a média. O Barreiras constitui o principal aquífero em termos de área aflorante e de aproveitamento, enquanto o Paleodunas, e o embasamento cristalino alterado não aflorante, também estão presentes.

Foram cadastrados 82 poços divididos nos três bairros da pesquisa. O Bairro Dionísio Torres apresenta 47 poços, Joaquim Távora com 26 poços e São João do Tauape com 09 (Figura 02). Os poços construídos devem obedecer às exigências de proteção, tanto durante a construção como para manutenção destes, caso contrário tornam-se verdadeiros condutos de contaminantes para o aquífero. Alguns poços apresentaram correta proteção no que diz respeito ao abrigo da bomba e do poço, verificando-se no local a existência da laje de cimentação e abrigo para a bomba de forma adequada. Como exemplo podemos citar um dos poços com coleta d'água analisada dos bairros Dionísio Torres e Joaquim Távora.

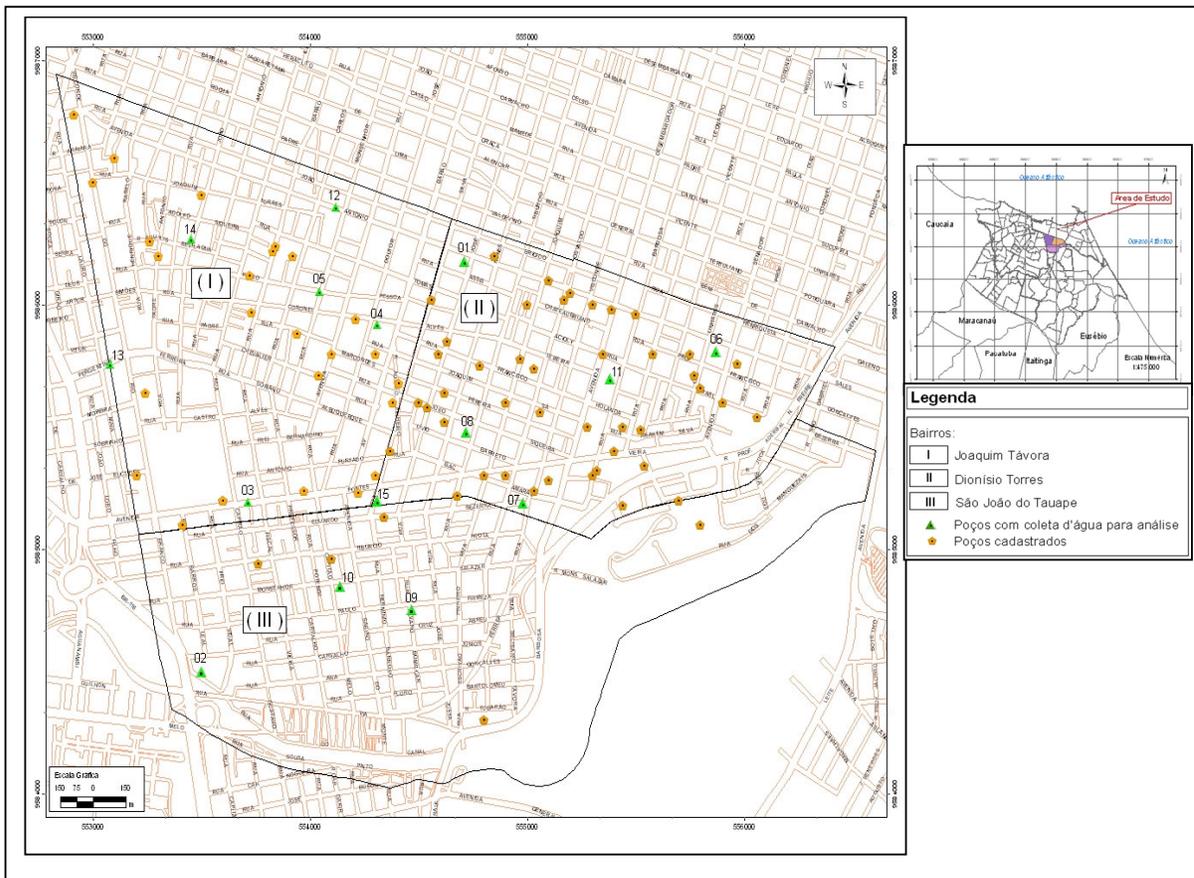


Figura 02. Distribuição dos poços tubulares na área de estudo.

4. QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A qualidade das águas subterrâneas é dada, a princípio, pela dissolução dos minerais presentes nas rochas que constituem os aquíferos por elas percoladas. Mas, ela pode sofrer a influência de outros fatores, tais como a composição da água de recarga, o tempo de contato água/meio físico, o clima e até mesmo a poluição causada pelas atividades humanas. Como os solutos maiores na água subterrânea são espécies carregadas positivamente e negativamente, a água deve ser eletricamente balanceada. A qualidade dos dados do laboratório pode ser avaliada, através de balanço iônico, que consiste na comparação da soma das cargas positivas com a soma das cargas negativas. Entretanto, além dos erros cometidos no laboratório, também precipitações de minerais podem ocorrer no recipiente da amostra coletada, causando um desequilíbrio iônico. A equação 01 foi usada para calcular o erro da análise, admitindo-se um erro de até 10% (DEUTSCH, 1997 apud GOMES, 2005). De acordo com os resultados obtidos temos para as 15 análises realizadas uma média geral de erro de 2,74%.

$$\text{Erro(\%)} = \left| \frac{\sum(\text{cátions, meq/L}) - \sum(\text{ânions, meq/L})}{\sum(\text{cátions, meq/L}) + \sum(\text{ânions, meq/L})} \right| * 100 \quad (\text{Equação 01})$$

4.1 - Classificação Iônica das Águas e Diagrama de Piper

Na área de estudo foram selecionados 15 poços para a coleta de água e realização de análises físico-químicas. A escolha levou em consideração o fato dos mesmos serem utilizados pelos proprietários para abastecimento doméstico e consumo humano, uma vez que o presente trabalho trata da questão da qualidade das águas.

A partir dos resultados das análises físico-químicas, foi elaborado um diagrama de PIPER para classificar as águas quanto à predominância dos íons e sua potabilidade. A representação desses diagramas é feita em três campos onde são plotados os valores percentuais das concentrações dos principais constituintes iônicos para os cátions e os ânions, sendo possível identificar a fácies hidroquímica. O cruzamento do prolongamento dos pontos na área do losango mostra sua posição e classifica a amostragem de acordo com fácies (RIBEIRO, 2001 apud GOMES 2006).

O Diagrama de Piper é um componente do QualiGraf (Möbus, 2003), freqüentemente utilizado para classificação e comparação de distintos grupos de águas quanto aos íons dominantes. De acordo com este diagrama as amostras das águas analisadas são predominantemente cloretadas sódicas (Figura 03). Observa-se a seguinte relação entre cátions e ânions $\text{Cl}^- > \text{HCO}_3^- > \text{SO}_4^-$ e $\text{Na}^+ >$

$Ca^{++} > Mg^{++}$, mostrando a predominância dos íons Cl^- e Na^+ sobre os demais elementos, resultando em águas essencialmente cloretadas sódicas.

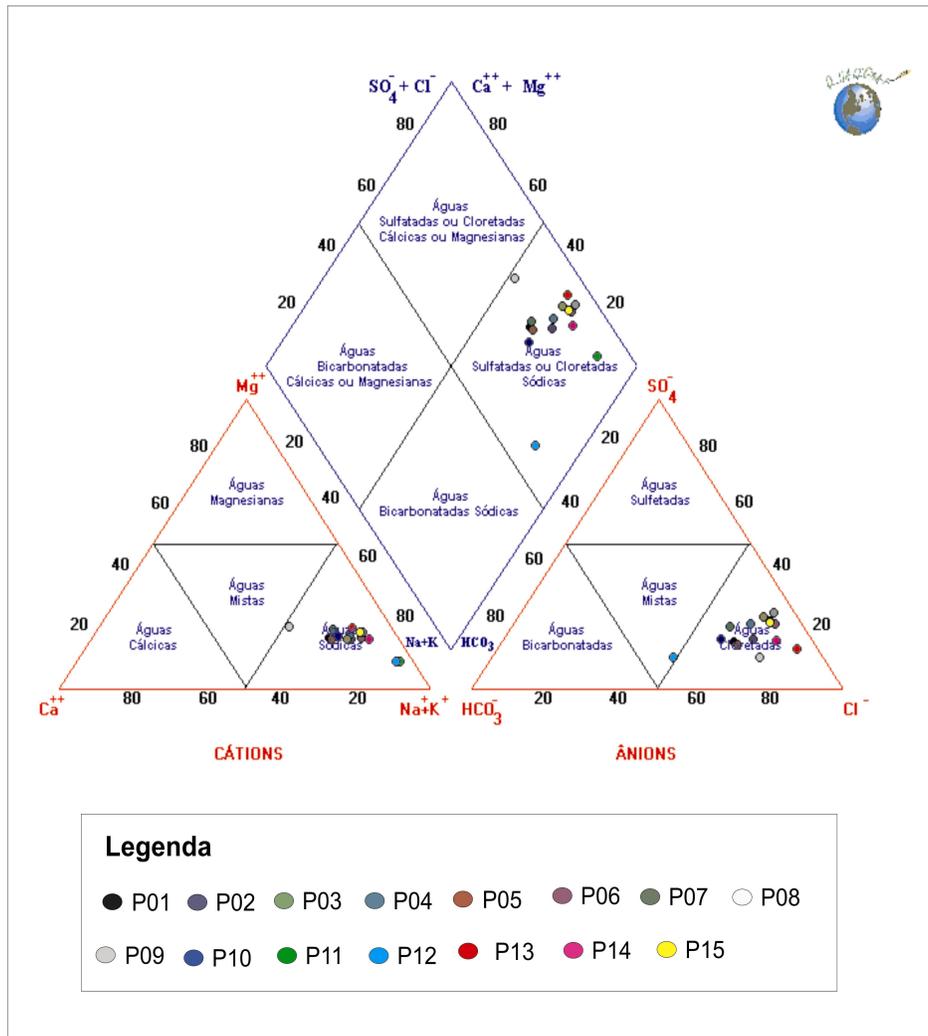


Figura 03. Classificação das águas subterrâneas amostradas na área de estudo de acordo com Diagrama de Piper.

4.1.1 - Dureza Total

A dureza da água é produzida pela concentração de Ca^{2+} e Mg^{2+} , ou seja, de sais alcalino-terrosos e é demonstrada pela quantidade de sabão necessária para que se produza espuma. Foi utilizada neste trabalho a classificação de CUSTÓDIO & LAMAS, 1983 (apud SANTOS, 2000), que usa a dureza total em mg/L de $CaCO_3$ (Tabela 01). Das 15 amostras coletadas e seguindo-se a classificação proposta, 10 amostras são consideradas duras, 2 se enquadram como muito duras, 2 se classificam como pouco duras e apenas 1 amostra se classifica como branda. Seguindo os padrões

de potabilidade estabelecidos pela Portaria N°518 de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde, todas as amostras são consideradas sem nenhuma restrição para o consumo já que o limite estabelecido pela Portaria é de 500mg/L de CaCO₃.

Tabela 01. Classificação da água quanto à dureza segundo CUSTÓDIO & LLAMAS, 1983

Dureza Total (mg/L CaCO ₃)	Tipos de Água	Poços
0-50	Branda	P12
50-100	Pouco Dura	P11 e P14
100-200	Dura	P02, P03, P04, P05, P06, P07, P09, P10, P13 e P15
>200	Muito Dura	P01 e P08

4.1.2 - Cloretos (Cl⁻)

A determinação do Cloreto seguiu o Método de Morh, o qual consiste na precipitação do íon cloreto pelo nitrato de prata na presença de cromato de potássio. O cloro forma composto muito solúvel e tende a enriquecer, junto com o sódio, a partir das zonas de recarga das águas subterrâneas. Teores anômalos são indicadores de contaminação por água do mar, ou por aterros sanitários. Segundo Ministério da Saúde, em sua Portaria N°518 de 25 de março de 2004, o valor máximo recomendável de cloretos na água destinada ao consumo humano é de 250 mg/L. Na área de estudo os valores para cloreto apresentados nas amostras coletadas variaram de 47 à 385 mg/L, salientando-se que apenas uma amostra apresentou teor superior ao estabelecido (385 mg/L PA08) pela Portaria N°518/2004, ficando as outras dentro dos padrões normais de potabilidade sob este aspecto.

4.1.3. Ferro Total

Na determinação do ferro total (Fe⁺² + Fe⁺³) foi empregado o método da Ortofenantrolina, que baseia-se na redução do ferro a íon ferroso (Fe⁺²) por ebulição em meio ácido pela ação de um agente redutor. É um elemento persistentemente presente em quase todas as águas subterrâneas em teores abaixo de 0,3 mg/L. Suas fontes são minerais ferromagnesianos, tais como a magnetita, biotita, pirita, piroxênios e anfibólios. Em virtude de afinidades geoquímicas, quase sempre é acompanhado pelo manganês. As amostras apresentaram valores mínimos chegando até a não ser identificado no momento da análise, em função da precisão do método utilizado, e valores máximos de 6,04. No total, 05 amostras apresentaram valores acima do padrão de potabilidade para o Ferro.

4.1.4. Nitrato e Nitrogênio Amoniacal Total

O ciclo do nitrogênio é realizado por três etapas sendo a primeira a amônia, que é produzida por organismos mortos, significando foco de poluição próximo e recente. A segunda etapa é o nitrito (NO_2^-), produzido por bactérias e considerado menos tóxico que a amônia. E a terceira etapa é o Nitrato, que representa o estágio final da oxidação da matéria orgânica proveniente de resíduos da atividade humana (esgotos sanitários e fossas sépticas). Dentre as substâncias que podem constituir risco para a saúde humana, incluem-se os compostos de nitrogênio nos seus diferentes estados de oxidação: nitrogênio amoniacal e albuminóide, nitrito e nitrato. Segundo o padrão de potabilidade do Ministério da Saúde, em sua Portaria N° 518 de 25 de março de 2004, uma água não deve ter mais do que 10 mg/L de N-NO_3^- . Das 15 amostras coletadas, 09 apresentaram valores de nitrato acima do padrão de potabilidade, chegando até ser 460% maior que o estabelecido, mostrando grande indicativo de poluição proveniente de resíduos de atividades humanas (esgotos e fossas), nas proximidades dos poços e trazendo risco a saúde humana. Segundo a Portaria N°518 de 25 de março de 2004, o valor máximo permitido para amônia nas águas de consumo humano é de 1,5 mg/L. Na área de estudo os valores obtidos variam de 0,02 à 0,15 mg/L, ou seja, dentro dos padrões aceitáveis.

4.1.5 - Potássio (K^+)

Foi determinado por fotometria de chama, através da emissão de radiação, característica decorrente da excitação de seus átomos para o estado fundamental. O fotômetro usado foi o de marca Analyser, modelo 910. O potássio é um elemento químico abundante na crosta terrestre, mas ocorre em pequena quantidade nas águas subterrâneas, pois é facilmente fixado pelas argilas e intensivamente consumido pelos vegetais (LEMOS & MEDEIROS, 2006). Nas águas subterrâneas, seu teor médio é inferior a 10 mg/L, sendo mais freqüente valores entre 1 e 5 mg/L (LEMOS & MEDEIROS 2006). Na área de estudo, os valores para potássio variam de 08 à 25 mg/L.

4.1.6. Sódio (Na^+)

O sódio é um elemento químico quase sempre presente nas águas subterrâneas. Seus principais minerais fonte (feldspatos plagioclásios) são pouco resistentes aos processos intempéricos, principalmente os químicos. Os sais formados nestes processos são muito solúveis. Nas águas subterrâneas, o teor de sódio varia entre 0,1 e 100 mg/L, sendo que há um

enriquecimento gradativo deste metal a partir das zonas de recarga (LEMOS & MEDEIROS, 2006). Segundo a Portaria Nº518 de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde, o valor máximo recomendável de sódio na água potável é de 200 mg/L. De acordo com os dados obtidos os valores se mostraram dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria variando de 35 à 127 mg/L.

4.1.7. Sólidos Totais Dissolvidos (STD)

Sólidos Totais Dissolvidos (STD) corresponde ao peso total dos constituintes minerais presentes na água, por unidade de volume. Segundo a Portaria Nº 518 do Ministério da Saúde, o limite máximo permissível de STD na água é de 1.000 mg/L. As amostras coletadas apresentaram valores mínimos de 147 (poço PA04) e valores máximos que chegaram à 802 mg/L (poço PA08), com uma média de 430,2 mg/L ou seja os valores obtidos se mostraram dentro dos padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria.

4.1.8. Fluoreto

Na presença de cálcio, a concentração de F^- na água é determinado pelo produto da solubilidade da fluorita (CaF_2), que é de $10^{-10,57}$ a $25^\circ C$. As concentrações de flúor nas águas naturais são assim diretamente ligadas às concentrações de cálcio. O flúor é um elemento bioquimicamente importante fazendo parte da composição dos dentes e dos ossos. Os principais minerais de flúor são: fluorita (CaF_2) e apatita ($Ca_5 (F, Cl) .(PO_4)_3$). Em anfíbolitos e micas, o flúor pode substituir o grupo hidroxila. Nas águas subterrâneas, o íon F^- , forma geralmente fortes complexos solúveis com alumínio, berílio e o Ferro III. A forma do HF^o pode aparecer com um pH bastante ácido (FREITAS, 2007). Das 13 análises que possuem dados sobre o teor de fluoretos, todas estão abaixo do valor máximo permissível estabelecido pela Portaria nº 518 de março de 2004 do Ministério da Saúde, que é de 1,5 mg/L.

4.1.9. pH

É a medida da concentração de íons H^+ na água. O método empregado foi o eletrométrico, utilizando-se um potenciômetro portátil de marca Corning, modelo pH-30, com temperatura compensada. De acordo com a Portaria Nº 518 do Ministério da Saúde de 25/03/2004 o valor máximo de tolerância para o consumo humano oscila de 6,0 e 9,5. As amostras analisadas apresentaram valores variando de 4,53 a 7,62, portanto, 12 amostras se mostraram inadequadas para

o consumo por estarem fora do padrão da Portaria. De maneira geral, estas águas com o pH baixo tendem a ser corrosivas e agressivas a certos tipos de materiais.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

No cadastro realizado neste trabalho, identificamos como pontos d'água, 82 poços tubulares localizados nos três Bairros, sendo distribuídos da seguinte maneira: Joaquim Távora (26), Dionísio Torres (47) e São João do Tauape (09).

Das águas analisadas de 15 poços, os resultados físico-químicos, mostram que 60% destas têm concentrações iônicas acima dos padrões de potabilidade estabelecidos pela portaria nº518 de 25 de Março de 2004, quanto aos valores de Nitrato, Ferro e pH, ressalta-se que os valores de nitrato chegam a ultrapassar 460%, o valor máximo permitido; ressalta-se que a população da área utiliza-se destas águas para consumo humano.

De acordo com o diagrama de Piper, as águas dos poços estudados foram classificadas como sendo 99% cloretadas sódicas e 1% mista.

Com base na concentração de Sólidos Totais Dissolvidos (STD) estas águas foram classificadas como doces. Por fim, conclui-se que este é mais um trabalho desenvolvido dentro desta linha de pesquisa visando um melhor conhecimento da qualidade das águas do subsolo, em especial, dos poços dos bairros Dioniso Torres, Joaquim Távora e São João do Tauape, procurando avaliar os impactos causados na saúde da população que se utiliza deste recurso para consumo.

Recomenda-se uma avaliação qualitativa das águas dos demais poços, uma vez que, as amostras coletadas apresentaram valores de nitrato bastante acima do padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria Nº518 de 25 de Março de 2004. A maioria dos poços são utilizados para uso doméstico e devemos a partir destes resultados, definir o uso adequado dessas águas e se avaliar uma possível recuperação desses mananciais. É recomendável a observação das características hidrogeológicas antes do processo de ocupação, utilizando-se de mapas de vulnerabilidade e risco dos sistemas aquíferos à poluição, imprescindíveis ao desenvolvimento do meio físico. É necessária por parte das Secretarias de Saúde do município de Fortaleza e do Estado, a realização de um levantamento qualitativo e quantitativo das águas subterrâneas utilizadas pela população no uso doméstico, bem como a realização de um tratamento para a desinfecção das águas e limpeza dos poços com águas contaminadas, que podem trazer sérios prejuízos à população que delas se utilizam em suas atividades domésticas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMBIENTEBRASIL. Qualidade de águas subterrâneas. Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br>. Consultado em 17 de março de 2009.

FREITAS – L.C.B – 2007. Aspectos Hidrogeológicos e a Qualidade das Águas Subterrâneas – Área do Município de Caucaia, Região Metropolitana de Fortaleza – CE.

GOMES, M. da C. R. - 2006. Qualidade das Águas Subterrâneas e Superficiais no Campus Universitário do Pici (Fortaleza, Ceará). Relatório de Graduação. Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza - CE. 122p.

LEMOS, E. C. L & MEDEIROS, F. W. - 2006. Águas Subterrâneas e as Doenças de Veiculação Hídrica. Área Piloto: Bairros Bom Jardim e Granja Portugal – Município de Fortaleza / CE. Relatório de Graduação. Departamento de Geologia da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza - CE. 93p.

MESTRINHO, S. P. 1994. Fundamentos da Hidrogeoquímica. In: Segundo Congresso Latino Americano de Hidrologia Subterrânea. Santiago-Chile. p. 1 à 34. 1994.