

A QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA PORÇÃO OESTE DA FAIXA COSTEIRA DO MUNICÍPIO DE FORTALEZA, CEARÁ

Sulani Pereira¹; Itabaraci Nazareno Cavalcante²; Diolande Ferreira Gomes³; Maria da Conceição Rabelo Gomes⁴ & Idembergue Barroso Macedo de Moura⁵

RESUMO - A partir de levantamentos bibliográficos, cadastro de poços e dos casos de doenças de veiculação hídrica, análises físico-químicas e bacteriológicas das águas, procurou-se fazer um estudo integrando os conhecimentos da hidrogeologia e os casos das doenças causadas pelo consumo de água subterrânea contaminada nos bairros da Barra do Ceará, Cristo Redentor e Pirambu. Os resultados físico-químicos, mostraram que as águas analisadas apresentaram concentrações elevadas de K^+ e NO_3^- , com os valores de nitrato superando em até 560% o máximo permitido pelo Ministério da Saúde (10 mg/L de N- NO_3) em sua Portaria N^o 518 de 25/03/2004, enquanto os bacteriológicos mostraram que 31% das águas estão contaminadas por bactérias do grupo Coliforme Termotolerantes, indicativas de poluição por fezes ou esgotos.

ABSTRACT - From bibliographic surveys, registration of wells and the cases of diseases of running water, analyses physical-chemical and bacteriological water, tried to make a study integrating the knowledge of hydrogeology and cases of diseases caused by consumption of contaminated groundwater in the neighborhoods of the Barra do Ceará, Cristo Redentor and Pirambu. The results physical-chemical, showed that the waters tested showed high concentrations of K^+ and NO_3^- , with the values of nitrate in up to 560% exceeding the maximum allowed by the Ministry of Health (10 mg / L of NO_3-N) in its Order in 518, 25/03/2004, while the bacteriological showed that 31% of water are contaminated by the bacteria coliform group Termotolerantes, indicative of pollution from sewage or feces.

Palavras-chave: Qualidade, Águas subterrâneas, Fortaleza.

¹ Graduanda do curso de Geologia/UFC . Rua Professor Heribaldo Costa 2107. João XXIII. Fortaleza/CE . e-mail: sulani@ig.com.br

² Prof. Dr. Adjunto do Departamento de Geologia/UFC. Av. Humberto Monte, s/n, Bloco 913. Pici. Fortaleza/CE. e-mail: ita@fortalnet.com.br

³ Dra em Recursos Hídricos/ UFC. Laboratório de Hidrogeoquímica Ambiental/DEGEO-UFC. Av. Humberto Monte, s/n, Bloco 913. Pici. Fortaleza/CE. e-mail: diolande@ufc.com.br

⁴ Especialista em Gestão Hídrica/UFPA e mestranda. em Hidrogeologia/DEGEO/UFC – Bolsista da FUNCAP. Rua Alcides Gerardo 71. Conjunto Palmeiras. Fortaleza/CE e-mail: conceicaorabelo@yahoo.com.br

⁵ Mestrando em Hidrogeologia/DEGEO/UFC – Bolsista CT-Hidro e-mail: idembergue@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho resulta de uma análise sobre a integração dos conhecimentos da hidrogeologia com os problemas de saúde relacionados às doenças de veiculação hídrica na porção oeste da faixa costeira do município de Fortaleza, estado do Ceará.

A utilização da água subterrânea para fins de abastecimento doméstico e/ou industrial vem crescendo em escala acentuada, causando certa preocupação proveniente do fato de que o aumento do uso deste recurso está se dando de forma desordenada, podendo provocar prejuízos que podem ser de caráter irreversíveis para o aquífero. Entre outros problemas, citam-se também os danos ocasionados à saúde pública, uma vez que este recurso mineral é utilizado como fonte de abastecimento por cerca de 40% da população no município de Fortaleza.

Sabe-se que 60% do município de Fortaleza encontra-se assentado sobre formações geológicas sedimentares (Formação Barreiras, Dunas/Paleodunas e Aluviões) que constituem as unidades mais importantes em termos hidrogeológicos. Nos períodos de estiagem, a água subterrânea captada através de poços é usada como uma alternativa para suprir a demanda da população. Porém, a falta de critérios na construção destes poços, associada ao desconhecimento da geologia local, poderá aumentar o risco à contaminação bacteriológica nos aquíferos captados. Assim, a população que se abastece d'água através de poços poderá ser acometida por uma série de doenças de origem hídrica.

1.1. Localização da Área

A área deste trabalho é representada por três bairros do município de Fortaleza, Ceará, localizados na sua porção oeste entre as coordenadas UTM 9589500 a 9592000 de latitude Sul e 545500 a 550544 de longitude Oeste de Greenwich, incluso na Folha SA-24-Z-C-IV (SUDENE), escala 1:100.000, limitando-se ao Norte com o Oceano Atlântico, ao Sul com os bairros Jardim Iracema, Floresta, Álvaro Weyne e Carlito Pamplona, ao Leste com o bairro Jacarecanga e ao Oeste com o Oceano Atlântico e o Bairro Vila Velha (Figura 01). O acesso é realizado através das seguintes avenidas: Presidente Castelo Branco, Dr. Theberge, Perimetral e Pasteur.

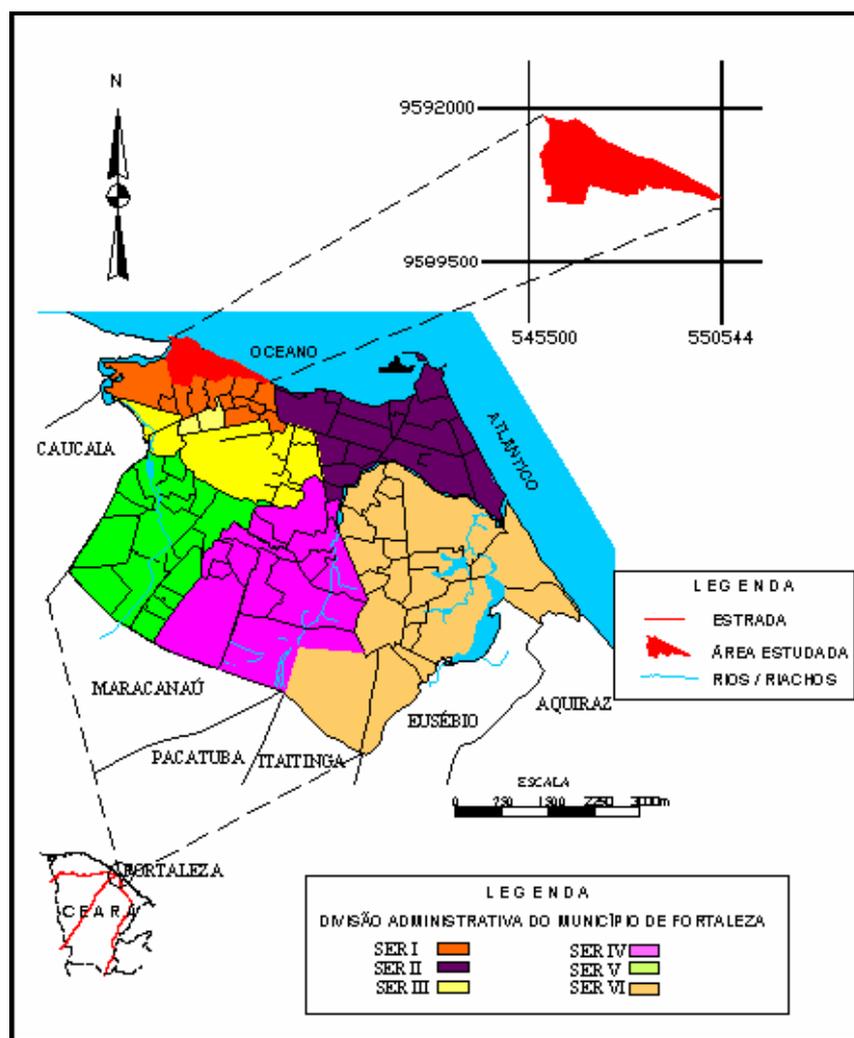


Figura 01 - Localização da área de estudo

1.2. Objetivo

O objetivo deste trabalho é estudar a qualidade das águas subterrâneas nos bairros da Barra do Ceará, Cristo Redentor e Pirambu, buscando contribuir para solução da problemática das doenças de veiculação hídrica que acometem a população de Fortaleza, causadas pelo consumo de água subterrânea contaminada por microorganismos patogênicos.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

A metodologia empregada na elaboração deste trabalho está inserida nas seguintes fases: Levantamento bibliográfico, escolha da área, cadastro dos pontos d'água, cadastro de fontes potenciais de poluição dos recursos hídricos, cadastro dos casos de doenças de veiculação hídrica,

interpretação preliminar dos dados, etapas de campo, coleta e análises de águas subterrâneas, elaboração das bases temáticas e tratamento dos dados.

O levantamento bibliográfico relacionado à área constou da obtenção de trabalhos de cunho geológico, hidrogeológico, qualidade de água e saúde pública, além de trabalhos afins pertinentes à área de estudo. Esta pesquisa foi realizada junto aos órgãos públicos tais como CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais), SOHIDRA (Superintendência de Obras Hidráulicas), COGERH (Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos), CAGECE (Companhia de Água e Esgoto do Ceará) e IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), servindo esses dados para um melhor conhecimento das características da região e ajudando na elaboração de base preliminar do trabalho.

A escolha da área foi realizada tão logo se concluiu o levantamento bibliográfico, sendo delineados alguns aspectos considerados relevantes para a escolha da área a ser estudada, destacando-se, entre outros: semelhanças no contexto hidrogeológico; estarem dentro da mesma SER; aspectos sócio-econômicos semelhantes e, os índices de doenças de veiculação hídrica serem elevados, mesmo com uma taxa elevada em termos de saneamento básico (80%).

Na etapa do cadastro dos pontos d'água, foi tomado por base o cadastro dos poços de Fortaleza obtido na COGERH (Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos), onde foram selecionados apenas os poços em uso.

O Cadastro de Fontes Potenciais de Poluição dos Recursos Hídricos foi realizado junto a Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Ceará - SEMACE, ao Programa de Saneamento Básico de Fortaleza – SANEAR e visitas de campo.

O Cadastro dos Casos de Doenças de Veiculação Hídrica foi feito através da Secretaria de Saúde do Município de Fortaleza (CEVISA e CEVEPI), que mostra os casos de doenças de veiculação hídrica e agravos de notificação compulsória do período de 2001 a 2006, na tentativa de fornecer subsídios para a definição de perfil epidemiológico de Fortaleza, bem como apresentar a evolução e situação atual dessas doenças que acometem a população.

Com os dados obtidos junto aos órgãos competentes, tais como fichas técnicas dos poços tubulares, dados da população, os aspectos sócio-econômicos, boletins e informativos dos casos de doença de veiculação hídrica ocorridos, elaborou-se inicialmente, um arquivo de dados que gerou as diversas informações, onde foi dado a estas um tratamento estatístico simples gerando bases para a execução inicial do trabalho.

A etapa de campo constou de duas fases, com a primeira tendo como objetivo verificar a acuracidade dos dados obtidos anteriormente e, ainda, complementar e/ou adicionar novos dados. A segunda fase objetivou a coleta das amostras de águas subterrâneas para análises laboratoriais (Físico-químicas e bacteriológicas), ficando estas sob a responsabilidade dos Laboratórios de

Geologia Marinha e Aplicada/DEGEO/CC/UFC e de Microbiologia de Alimentos (LMA)/Departamento de Tecnologia de Alimentos/UFC, respectivamente.

Depois foram elaboradas as Bases Temáticas através de um arquivo de dados com as diversas informações obtidas, tais como: dados dos poços, saúde, saneamento, dados populacionais e aspectos sócio-econômicos, dando a estes um tratamento estatístico utilizando o programa Microsoft® Office Excel (2003) e gerando-se bases para a execução inicial do trabalho.

Na última etapa foi realizado o tratamento dos dados adquiridos no decorrer da pesquisa. Essa etapa resultou em informações, juntamente com a elaboração de figuras, gráficos, tabelas e inserção de fotos, possibilitando o desenvolvimento desse trabalho.

3. SITUAÇÃO ATUAL DOS POÇOS NOS BAIRROS BARRA DO CEARÁ, CRISTO REDENTOR E PIRAMBU

Quanto ao diagnóstico da situação atual dos poços na área, foi possível identificar 190 poços, onde 129 (68%) estão em uso, 54 (28%) desativados e 07 (4%) abandonados (Tabela 01).

Dos 129 poços ativos existentes na área, foram visitados em campo 75 poços, sendo 3 manuais (cacimbas) e 72 do tipo tubular, para os quais existe a confiabilidade em relação aos dados. Os poços são denominados rasos quando captam água do lençol freático, ou seja, a água que se encontra com menos de 20 metros de profundidade, já os poços tubulares profundos são aqueles que possuem profundidades superiores a 50m. Os poços manuais (cacimbas) são revestidos com anéis pré-moldados com diâmetro inferior a 4,0m.

As águas destes poços são utilizadas para diversas finalidades: 82 (64%) poços são utilizados para uso doméstico (inclusive consumo humano); 29 (22%) para indústria; 6 (5%) para recreação; 2 (1%) para irrigação e 10 (8%) para outros fins (Figura 02). Como exemplo de poços para uso doméstico, temos o poço manual com profundidade de 3 m e o tubular com profundidade de 13 m localizados ambos no bairro Pirambu (Fotos 01 e 02).

Tabela 01 – Situação atual dos poços da área de estudo

Nº de poços				
Situação	Barra do Ceará	Cristo Redentor	Pirambu	Total
Em uso	73	16	40	129
Desativado	19	09	26	54
Abandonado	03	02	02	07
Total	95	27	68	190

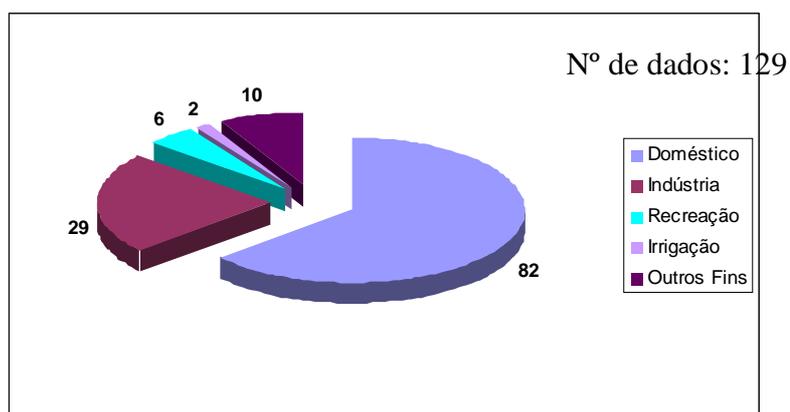


Figura 02 – Uso dos poços na área de estudo



Fotos 01 e 02 – Visualização de poço manual e tubular, respectivamente no Bairro Pirambu

A partir dos dados de profundidades dos poços (tubulares e manuais) ativos da área, tem-se que 11 (8%) são considerados profundos (>50m); 37 (29%) são mediamente profundos (20-50m), 62 (48%) foi considerado raso (<20m) e 15% dos poços (19) não tem dados sobre a profundidade.

A forma adequada para a proteção sanitária de poços seria, segundo as normas da ABNT a existência de uma laje de proteção com declividade do centro para a borda, espessura mínima de 15 cm e área não inferior a 1 m². A coluna do tubo (boca do poço) deve ficar saliente no mínimo 50 cm acima da superfície.

O poço localizado no Colégio Estadual Sebastião Aldigueri (Foto 03) apresenta laje de cimentação e abrigo para a bomba, mas não com declividade mínima estabelecida pela ABNT. Esse poço tubular tem profundidade de 30m, sendo utilizado para o abastecimento do colégio, além da água fornecida pela CAGECE (Companhia de Água e Esgoto do Ceará).

O poço localizado em uma das residências no bairro Barra do Ceará é utilizado para consumo doméstico, não tendo outra fonte alternativa. A casa do poço é utilizada como depósito de garrafas e papelões (Foto 04).



Fotos 03 e 04 – Visualização dos poços tubulares nos bairros Cristo Redentor e Barra do Ceará, respectivamente.

4. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Do ponto de vista hidrogeológico a qualidade da água subterrânea é tão importante quanto o aspecto quantitativo, sobretudo quando se tem em vista um uso específico da água a ser captada.

Considerando que a água subterrânea apresenta-se, em geral, em condições adequadas para o uso "*in natura*", necessitando apenas de simples desinfecção, e que segundo a legislação o uso prioritário da água é o abastecimento humano, é fundamental o controle da qualidade da água subterrânea e a sua proteção, através de um monitoramento. Esse monitoramento é fundamental para o conhecimento da hidrogeoquímica e da condição de qualidade da água (CETESB, 2007).

O estudo hidrogeoquímico tem por finalidade quantificar e identificar as principais propriedades e constituintes químicos das águas subterrâneas. O conjunto de todos os elementos que a compõe permite estabelecer padrões de qualidade, classificando-a assim de acordo com seus limites estudados e seus diferentes usos. Os fatores e processos que influem na evolução da qualidade das águas subterrâneas podem ser intrínsecos ou extrínsecos ao aquífero.

4.1. Cálculo do Balanço Iônico

A partir dos resultados das análises físico-químicas, foi realizado o cálculo de balanço iônico com a utilização da fórmula definida por Logan (1965), discutida em Santos (2000), que define o coeficiente individual de erro das análises, admitindo-se um valor máximo de 10% para análises aproveitáveis. Este valor percentual está associado ao valor da condutividade elétrica.

Numa análise hidroquímica completa, a concentração total dos cátions deve ser aproximadamente igual à concentração total dos ânions, onde o desvio percentual desta igualdade é dado pelo coeficiente de erro da análise (E%) obtido da equação 01:

$$E = \left| \frac{r \sum A - r \sum C}{r \sum A + r \sum C} \right| \times 100$$

Onde:

$r \sum A$ = Concentração total de ânions, em meq/L (01)

$r \sum C$ = Concentração total de cátions, em meq/L

E = erro das análises (%)

De acordo com a equação 01 verificamos que as análises apresentaram erros toleráveis, com uma média geral de 1,19%, inferiores a 10% para as amostras analisadas. Posteriormente, elaborou-se o gráfico hidroquímico de Piper com a utilização do programa computacional QualiGraf de MÖBUS (2003).

4.2. Composição Físico-Química

Abaixo são apresentados os dados das análises físico-químicas realizados nessa pesquisa, referentes às amostragens.

Cloretos

O íon cloreto é muito reativo, além de alterar o equilíbrio do sistema, é potencializador da corrosão em tubulações e altera a potabilidade da água. O cloro forma compostos muito solúveis e tende a se enriquecer, juntamente 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. Valores para cloretos são bastante variáveis (Figura 03) com valores variando de 36 a 226 mg/L e uma média de 127,93 mg/L, estando todas as amostras dentro do limite recomendável pela Portaria N° 518/2004.

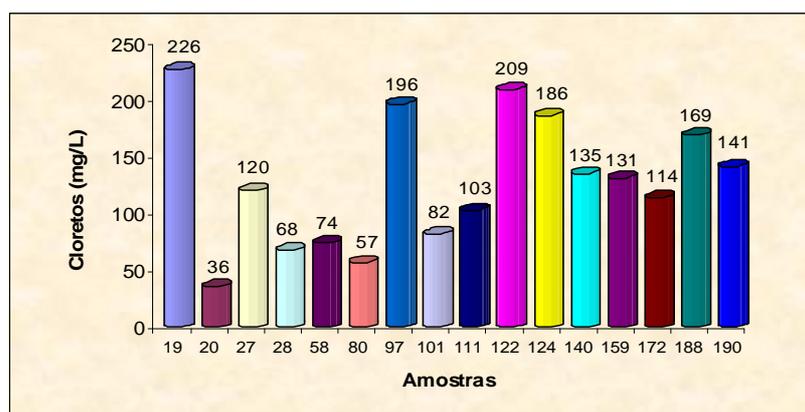


Figura 03 – Concentração de cloretos nas águas subterrâneas da área

✚ Ferro Total

O ferro é um elemento que está presente em quase todas as águas subterrâneas, geralmente em teores abaixo de 0,3 mg/L, sendo o metal de transição mais abundante da crosta terrestre e o quarto dentre todos os elementos. Ele é encontrado em numerosos minerais, destacando-se: a hematita (Fe_2O_3), a magnetita (Fe_3O_4), a limonita ($\text{FeO}(\text{OH})$), a siderita (FeCO_3), a pirita (FeS_2) e a ilmenita (FeTiO_3).

Na área de estudo, as águas analisadas dos poços estão todas abaixo do valor máximo (0,3 mg/L) recomendável pela Portaria 518/2004, variando num intervalo de 0,01 a 0,13 mg/L, com uma média de 0,03 mg/L. Em 03 (19%) das amostras os valores ficaram abaixo do limite de detecção do método.

✚ Amônia/Nitrito/Nitrato

A amônia é a etapa inicial do ciclo do nitrogênio. Ela pode estar presente em água natural, em baixos teores, tanto na forma ionizada (NH_4^+) como na forma tóxica não ionizada (NH_3) devido ao processo de degeneração biológica de matéria orgânica animal e vegetal. Entretanto, a ocorrência de concentrações elevadas pode ser resultante de fontes de poluição próximas, bem como da redução de nitrato por bactérias ou por íons ferrosos presentes no solo. Segundo a Portaria N° 518, de 25 de março de 2004, o valor máximo permitido para amônia nas águas de consumo é de 1,5 mg/L. Na área de estudo, todas as águas analisadas estão dentro do limite permitido pela Portaria N° 518/2004, com os valores variando de 0,06 a 0,7 mg/L, com uma média de 0,2 mg/L. Em 04 (25%) das amostras não foi detectado este elemento.

O nitrito (NO_2^-) é a segunda etapa do ciclo do nitrogênio sendo produzido por bactérias e considerado menos tóxico que a amônia. Com base na concentração de nitrito, as águas dos poços na área oscilou entre 0,02 a 0,28 mg/L, com uma média de 0,07 mg/L, estando todas dentro do

limite permitido (valores inferiores a 1 mg/L) pela Portaria N° 518 de 25/03/2004 do Ministério da Saúde.

Os compostos de nitrato estão inclusos dentre as substâncias que apresentam riscos para a saúde humana. Dentre elas podemos citar: nitrogênio amoniacal e albuminóide, nitrito e nitrato.

As águas dos poços analisados na área de estudo apresentaram valores de nitrato variando de 0,1 a 56 mg/L (Figura 04). Observa-se que 81,25% (13) das amostras apresentaram valores acima do recomendável para $N-NO_3^-$, com uma amostra chegando a ultrapassar em até 560% o limite máximo recomendado pela Portaria N° 518, de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde.

Valores elevados para concentrações de nitratos em águas são explicados de acordo com a observância de alguns fatores: pode ser oriundo da interação de águas superficiais poluídas por efluentes líquidos (esgotos domésticos e industriais) com as águas subterrâneas, existência de fossas negras, ausência de saneamento básico, nível estático raso, muitas vezes inferior a 05 m, sofrendo nestes casos influência das variações sazonais. O excesso de nitrato no organismo causa a metahemoglobinemia. Já foi comprovada a relação entre a concentração de nitrato e a ocorrência de cianose em crianças. A cianose provoca alterações na composição sanguínea, levando a pele a uma coloração azulada.

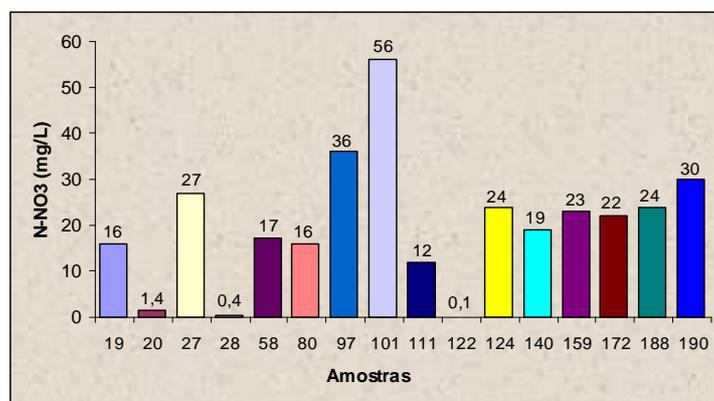


Figura 04 – Concentração de nitrato nas águas subterrâneas da área

Potássio

O potássio é um elemento químico abundante na natureza, encontrado principalmente nas águas salgadas e outros minerais. Já nas águas subterrâneas, ocorre em pequena quantidade, pois é facilmente absorvido pelo solo através dos compostos do húmus, por intermédio de argilas ou de zeólitos naturais. Quando o solo está deficiente em potássio, as plantas sofrem atrofiamento, principalmente nas raízes. Para o ser humano, o potássio também é um elemento essencial, que deve estar presente na nutrição. Seus principais minerais fontes são: feldspato potássico, muscovita e

biotita, pouco resistentes aos intemperismo físico e químico. Nas águas subterrâneas normalmente são encontrados valores de até 10 mg/L. Na área de estudo, os valores para potássio variam de 7 mg/L a 29 mg/L, com uma média de 17,5 mg/L.

Sódio

O sódio é um elemento químico muito abundante na natureza, encontrado no sal marinho, estando quase sempre presente nas águas subterrâneas. Seus principais minerais fonte (feldspatos plagioclásicos), são pouco resistentes aos processos intempéricos, principalmente os químicos. Os sais formados nestes processos são muito solúveis. Segundo a Portaria N° 518 de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde, o valor máximo recomendável de sódio na água potável é de 200 mg/L. Na área de estudo, todas as águas analisadas estão dentro dos padrões de potabilidade, com os valores variando de 39 a 111 mg/L, e média de 71,62 mg/L.

Sólidos Totais Dissolvidos

Sólidos Totais Dissolvidos (STD) correspondem ao peso total dos constituintes minerais presentes na água, por unidade de volume. Na maioria das águas naturais, a condutividade elétrica (CE) da água, multiplicada por um fator que varia entre 0,55 e 0,75, gera uma boa estimativa de STD. Segundo o padrão de potabilidade da OMS, o limite máximo permissível de STD na água é de 1.000 mg/L. Entretanto, ao classificar as águas, a concentração de STD oscila de 0 a 10.000 mg/L (Tabela 02). Nas amostras, os teores máximo e mínimo foram de 658 mg/L e 233 mg/L nos bairros Barra do Ceará e Pirambu, respectivamente (Figura 05). Com base no número de Sólidos Totais Dissolvidos, as águas analisadas da área foram classificadas em águas doces.

Tabela 02 – Classificação das águas quanto a sólidos totais dissolvidos

Classificação Mundial das Águas	
Águas doces	Sólidos Totais Dissolvidos (STD) inferior a 1.000 mg/L.
Salobras	STD entre 1.000 e 10.000 mg/L.
Salgadas	Mais de 10.000 mg/L

Fonte: Ministério da Saúde, 2000 in Lemos & Medeiros, 2006

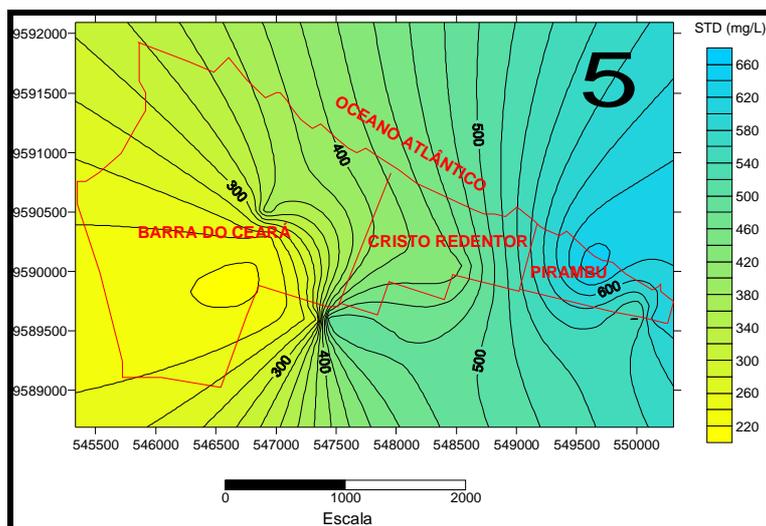


Figura 05 – Concentração de STD na área de estudo

✚ pH

É a medida da concentração de íons H^+ na água. Essa grandeza (potencial hidrogeniônico) é um índice que indica o grau de acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma substância líquida. Na água quimicamente pura, os íons H^+ estão em equilíbrio com os íons OH^- e seu pH é neutro, ou seja, igual a 7. Os principais fatores que determinam o pH da água são o gás carbônico dissolvido e a alcalinidade. O pH das águas subterrâneas varia geralmente entre 5,5 e 8,5. Na área de estudo, as águas dos poços analisados apresentaram uma variação de pH entre 5,76 a 8,04, estando estas dentro do padrão de potabilidade estabelecido pela Portaria N° 518/2004 do Ministério da Saúde (Figura 06).

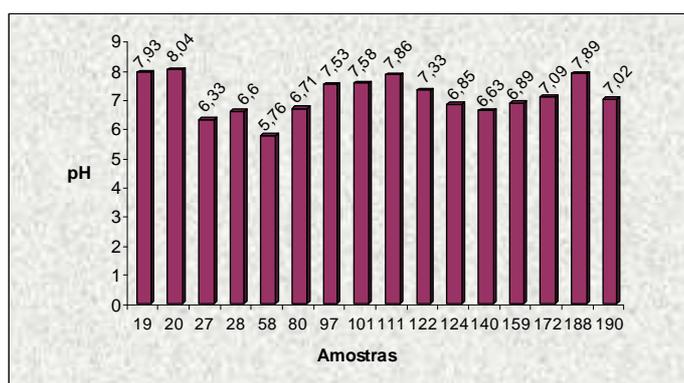


Figura 06 – Valores de pH das águas subterrâneas da área

✚ Dureza Total

Dureza é tida como uma medida da capacidade da água de precipitar sabão. Dos íons comumente presentes na água, os que precipitam sabão são principalmente cálcio e magnésio, mas também tem-se íons de alumínio, ferro, manganês, estrôncio, zinco e hidrogênio. De acordo com a XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas

Portaria N° 518 de 25 de março de 2004 do Ministério da Saúde, a dureza total da água deve ser de até 500 mg/L de CaCO₃. Na área de estudo, a dureza total das águas dos poços apresentou uma variação de 24 a 304 mg/L, com média de 184,25 mg/L e, portanto, todas as amostras estão dentro dos padrões de potabilidade estabelecido pela Portaria N° 518/2004 (Figura 07).

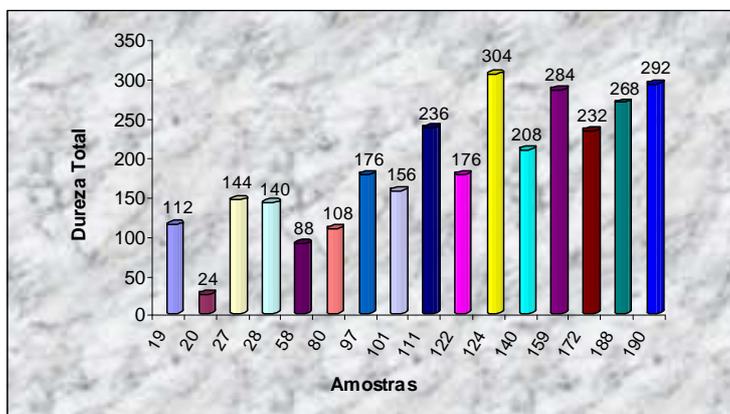


Figura 07 – Dureza Total das águas subterrâneas da área

4.2.1. Classificação Iônica e de Potabilidade das Águas

A qualidade é definida pelas características físicas, químicas e biológicas da água. Dentro dos valores encontrados para cada um destes parâmetros, é possível estabelecer os diferentes usos: consumo humano, irrigação, industrial e outros.

Nos grandes centros urbanos há uma forte influência das atividades humanas sobre a qualidade química das águas, a exemplo de descargas de poluentes como efluentes líquidos industriais e domésticos e o chorume provenientes de aterros sanitários e lixões.

Na área de estudo foram selecionados 16 poços para a coleta de água e realização de análises físico-químicas e bacteriológicas. O fator relevante na escolha dos poços foi o fato dos mesmos serem utilizados para consumo humano, tendo em vista que este trabalho trata da questão da qualidade da água e as doenças de veiculação hídrica.

A partir dos resultados das análises físico-químicas foram elaborados gráficos e diagrama de Piper para classificar as águas quanto à predominância dos íons e sua potabilidade. O Diagrama de Piper é um componente do QualiGraff, programa desenvolvido por Möbus (2003), frequentemente utilizado para classificação e comparação dos diferentes grupos de águas quanto aos íons dominantes. Tendo por base este diagrama, as amostras se classificaram como cloretadas (5) sodicas (15), seguidas de águas cloretas mistas (1) e mistas (11) (Figura 08).

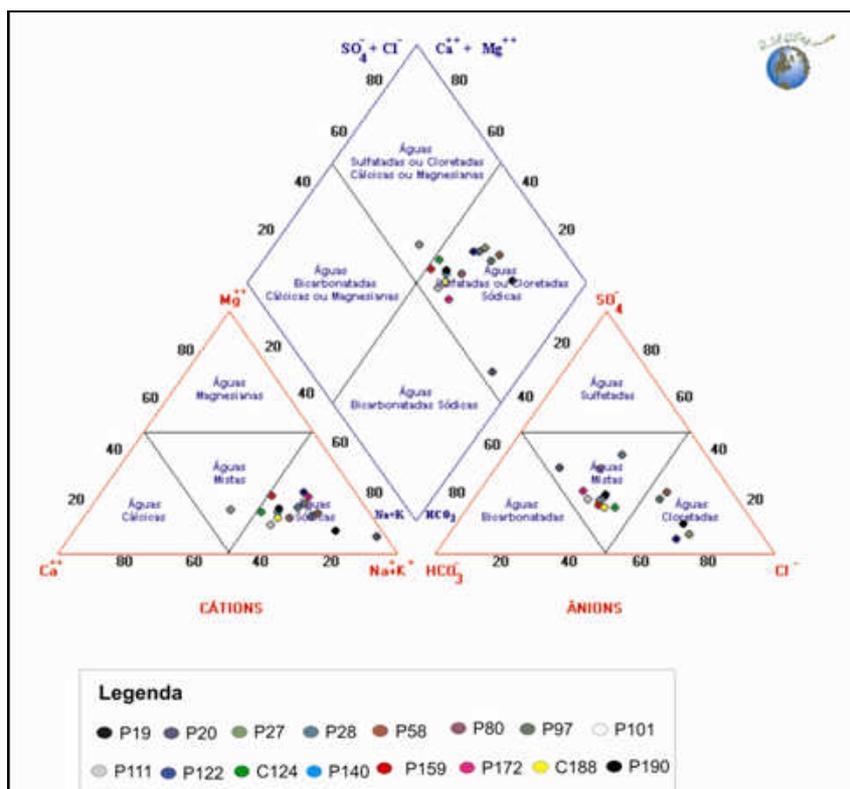


Figura 08 - Classificação das águas de acordo com diagrama de Piper

4.3. CARACTERIZAÇÃO BACTERIOLÓGICA

Poluição e contaminação são dois conceitos que normalmente se superpõem porque podem ter a mesma origem: introdução de substâncias de natureza estranha ao ambiente aquático.

Os principais agentes biológicos causadores de poluição nas águas são as bactérias, vírus e parasitas que ocorrem intrínsecos a tanques sépticos, esgotos, lixões, entre outros.

É de fundamental importância a análise bacteriológica de uma água, seja ela superficial ou subterrânea, com o intuito de detectar uma possível poluição desta por efluentes de esgotos. Neste estudo foram realizadas análises bacteriológicas das águas subterrâneas, tendo sido caracterizado as bactérias do grupo Coliformes Termotolerantes.

Os resultados das análises bacteriológicas na área de estudo foram expressos pelo Número Mais Provável (NMP), onde estes foram detectados através da presença ou ausência dos organismos do grupo coliformes termotolerantes em 100mL de água. Entretanto, este é um valor estimado obtido através de métodos estatísticos indiretos, hoje amplamente difundidos nos laboratórios. Os padrões interpretativos para as análises do grupo coliforme variam em todo o mundo, portanto, ainda não foram unificados. A Organização Mundial da Saúde – OMS, através de seu padrão

internacional para água potável (OMS, 1958), estabelece os valores de potabilidade em termos bacteriológicos da seguinte maneira:

Na área de estudo, análises bacteriológicas das águas dos 16 poços mostram que 31% destas encontram-se poluídas por bactérias do grupo Coliformes Termotolerantes, mostrando que a ingestão destas águas pela população, pode ser responsável pela transmissão de diversas doenças de veiculação hídrica tais como a febre tifóide e paratifóide, giardíase, hepatite, cólera e diarreias agudas (Figura 09).

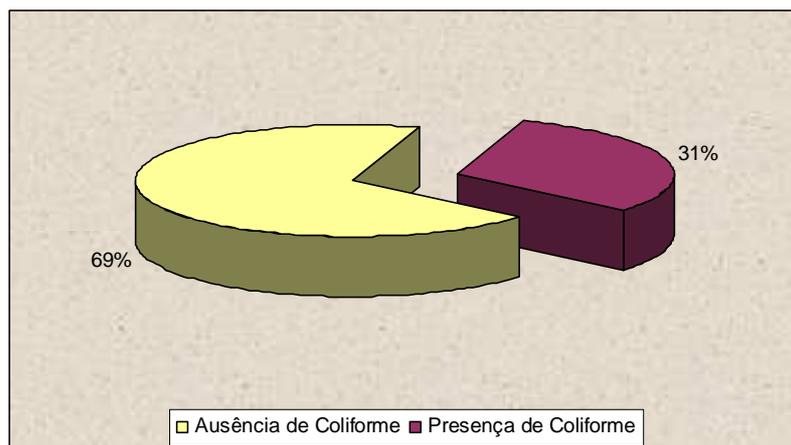


Figura 09 – Análises bacteriológicas das águas subterrâneas da área

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Quanto ao diagnóstico da situação atual dos poços na área, foi possível se identificar 190 poços, onde 129 estão em uso, 54 desativados e 07 abandonados.

Os resultados obtidos a partir das 16 análises físico-químicas das águas dos poços, mostram que 75% destas águas têm concentrações acima dos padrões de potabilidade estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde (OMS) e do Ministério da Saúde, segundo sua Portaria N° 518 de 25 de Março de 2004, para os parâmetros do K^+ e NO_3^- . Para os valores de nitrato, uma amostra chega a ultrapassar em até 560% o limite máximo recomendado pelo Ministério da Saúde em sua Portaria N° 518 de 25 de março de 2004. Os resultados obtidos para Cloretos (Cl^-), Ferro Total, Amônia ($N-NH_{3,4}$), Nitrito (NO_2^-), Sódio (Na^+), Sólidos Totais Dissolvidos (STD), pH e Dureza Total ficaram abaixo do valor máximo recomendado pela Portaria adotada.

De acordo com o diagrama de Piper, as amostras se classificaram como cloretadas (5) sodicas (15), seguidas de águas cloretas mistas (1) e mistas (11).

De acordo com as análises bacteriológicas, verifica-se que 31% das águas dos poços analisados apresentam poluição por bactérias do Grupo Coliformes Termotolerantes, não atendendo

os padrões de potabilidade exigidos pelo Ministério da Saúde em sua Portaria 518 de 25/03/2004. Vale salientar que as águas desses poços são utilizadas para consumo humano.

É difícil ter qualidade de vida, quando não se têm um salário digno; muitos dos moradores não têm acesso à água tratada e ao saneamento básico devido as suas condições econômicas, pois estes serviços saem muito caros.

Logo, recomenda-se que os poços da área em estudo (desativados e abandonados), sejam devidamente recuperados e monitorados, para tê-los em perfeito estado de funcionamento, uma vez que estes podem ser usados como fonte alternativa em caso de necessidade.

Maior investimento público por ação dos governantes em implantação e manutenção de redes públicas de água e esgoto, tendo em vista que muitas das residências da área ainda são desprovidas destes recursos.

Recomenda-se, ainda, que sejam feitas campanhas educativas, sobretudo de higiene pessoal entre as populações mais carentes. Também é necessário se fazer um trabalho educacional, procurando conscientizar a população local sobre a importância da preservação dos recursos hídricos, seja ele superficial ou subterrâneo.

6. BIBLIOGRAFIA

CETESB – 2007. Águas Subterrâneas. Proteção da Qualidade. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Solo/agua_sub/protECAo.asp>. Acesso em: 22 maio. 2007.

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-Ceará. Relatório de Graduação. DEGEO/UFC. 95p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE – 2004. Portaria 518/GM de 25/03/2004. Dispõe sobre padrões de potabilidade das águas para consumo humano. Diário Oficial da União, Brasília, 26 de Março de 2004. Seção I, Página 266/270. www.saude.gov.br. Acesso em: novembro, 2007.