

QUALIDADE BACTERIOLÓGICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DO BAIRRO DE MESSEJANA, FORTALEZA/CEARÁ.

João Thiago Viana Maia¹; Itabaraci Nazareno Cavalcante²; Evânia Altina Teixeira de Figueiredo³; Cristiane Maria Gadelha Freitas⁴

RESUMO

Este trabalho foi realizado no bairro de Messejana, localizado na porção sudeste do município de Fortaleza, Ceará, abrangendo uma área de 6,7 km², com 38.374 habitantes que apresentam nível sócio-econômico relativamente baixo e que vem ocupando de maneira desordenada, e inadequada, o meio físico; ainda mais, tal fato somado ao descaso das autoridades legais vem acarretando problemas estruturais e ambientais como a degradação qualitativa das águas subterrâneas da área. Distinguiram-se os seguintes Sistemas Hidrogeológicos: Coberturas Colúvio-Eluviais, Barreiras e Meio Cristalino. Foram cadastrados 92 poços em uso, sendo 35 tubulares e 57 escavados (cacimbas), sendo que, destes, foram selecionados 14 (5 cacimbas e 9 poços tubulares) e uma amostra da água da Lagoa para análises bacteriológicas. O resultado bacteriológico mostrou que 4 (80%) das águas das cacimbas analisadas e 2 (22%) das águas dos poços tubulares estão contaminadas por bactérias do Grupo *Coliforme Termotolerantes*, que indicam contaminação direta ou indireta por fezes, tendo como consequência o risco de contaminação por microorganismos patogênicos que são veiculados a água.

ABSTRACT

This work was carried out in the neighborhood of Messejana, located in the southeast portion of the city of Fortaleza, Ceara, covering an area of 6.7 km², with 38,374 inhabitants that present socio-economic level relatively low and that is occupying so disorganized and inadequate, the physical environment, which added to the neglect of the authorities, is causing structural problems and environmental degradation as the quality of groundwater in the area. In the area there are Hydrogeological Systems: Coverage Coluvial-Eluviais, Barreiras and Crystalline. 92 wells have been registered in use, with 35 drilling wells and 57 dug wells, these were selected 14 (5 dug wells and 9 drilling wells) and a sample of water for bacteriological analyses of the Messejana's Lagoon. The result showed that bacteriological 4 (80 %) of the waters of dug wells reviewed and 2 (22 %) of water from drilling wells are contaminated with *Coliform Bacteria Termotolerantes* the Group, which indicate contamination directly or indirectly by feces, and as a result the risk of contamination with pathogenic microorganisms that are running water.

Palavras Chaves: Hidrogeologia, Qualidade da água, Messejana.

-
- 1- Mestrando em Geologia/ DEGEO/CC/UFC – Bolsista da CAPES. e-mail: viana_thiago@yahoo.com.br
 - 2- Prof. Dr. em Hidrogeologia. Departamento de Geologia/CC/UFC. e-mail: ita@fortalnet.com.br
 - 3- Profª. Drª em Eng. de Alimentos. Departamento de Tecnologia de Alimentos/UFC. e-mail: evania@ufc.br
 - 4- Graduada em Enfermagem pela Universidade Federal do Ceará. e-mail: cris_gadelha@yahoo.com.br.

1. INTRODUÇÃO

Aproximadamente 60% do município de Fortaleza estão assentados sobre formações geológicas sedimentares (Dunas/Paleodunas, Aluviões e Formação Barreiras) que constituem as unidades mais importantes em termos hidrogeológicos na Região Metropolitana de Fortaleza. Durante os períodos de escassez de água, têm-se como consequência uma profusão na construção de poços tubulares e cacimbas para suprir a demanda hídrica. Porém, a falta de critérios técnicos na construção destes poços, associada à falta de conhecimento hidrogeológico, aumenta o risco de contaminação dos aquíferos captados e, conseqüentemente, da água que deles são explotadas, podendo ocasionar riscos a saúde da população que se abastece das mesmas.

A área de estudo (Bairro de Messejana) pertence ao distrito homônimo, inserido no município de Fortaleza, e com forte expansão urbana.

Está localizado na porção sudoeste do município, entre as coordenadas UTM 9575000 a 9580000 de Latitude Sul e 555000 a 558000 de Longitude Oeste de Greenwich, inclusa na Folha AS-24-Z-C-IV-SUDENE, escala 1:100.000, limitando-se ao Norte com os bairros Cajazeiras, Parque Iracema e Alagadiço Novo; ao Sul, com Ancuri e Palpina; ao Leste com Curió e Guajerú, e; ao Oeste, com Barroso e Jangurussu (Figura 01). O acesso é realizado pela extensa malha viária de Fortaleza, além da BR 116 que integra a área com toda a cidade, no sentido N-S. Pertencente a VI Região Administrativa, é assistido pela Secretaria Executiva Regional VI (SER VI) onde, de acordo com o Plano Diretor Participativo (Prefeitura Municipal de Fortaleza, 2006), apresentou uma taxa de 5,9% de crescimento urbano durante a década de 90, possuindo atualmente uma população de 38.374 habitantes e uma densidade demográfica oscilando de 50 a 100 habitantes por hectare.

Sendo uma área periférica, com nível social de baixo a médio, é acometido de problemas relacionados à falta de segurança, ausência de um saneamento básica adequado, atendimento de saúde ineficaz e um crescimento populacional intenso atuando sobre o meio físico de maneira desordenada e sem critérios específicos.

2. OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo estudar os aspectos da qualidade bacteriológica das águas subterrâneas associando-os, desde que possível, a problemática das doenças ocorridas no bairro de Messejana causadas pelo consumo das mesmas.

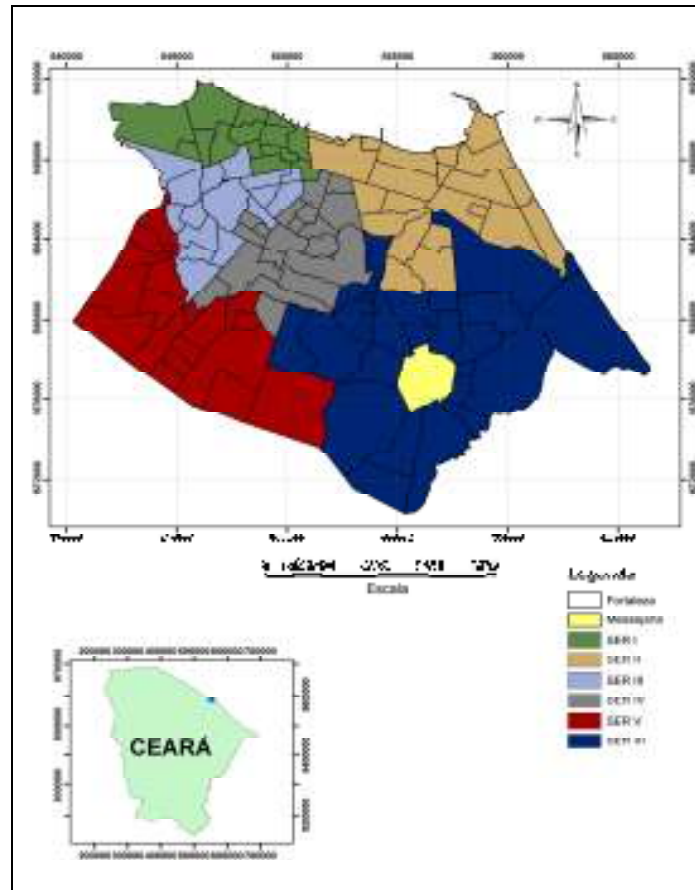


Figura 01 – Localização de Messejana – Fortaleza/CE.

3. METODOLOGIA DE TRABALHO

A metodologia empregada para a realização deste trabalho constou de várias fases distintas, desenvolvidas para atingir os objetivos propostos, descritas a seguir.

Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico de trabalhos de cunhos geológico, hidrogeológico, qualidade de água e saúde pública, bem como de outros trabalhos afins pertinentes à área de estudo e ao tema estudado.

Esta fase foi relevante para se adquirir conhecimentos e obter-se uma visão geral dos aspectos pertinentes ao tema, bem como para se ter uma idéia dos problemas usuais na área de trabalho.

Após a pesquisa bibliográfica, foi realizado um cadastramento de poços que teve como meta o levantamento de fichas técnicas dos poços tubulares e sua localização. O levantamento foi efetuado junto aos órgãos públicos, tais como a Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará (SRH), Superintendência de Obras Hidráulicas (SOHIDRA), Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) e do Serviço Geológico do Brasil – Residência de Fortaleza (CPRM/REFO).

Foram selecionados e cadastrados apenas poços ativos da área, chegando a um total de 92,

onde 57 são escavados (cacimbas) e 35 tubulares. Uma vez concluído esse cadastro, elaborou-se um mapa de distribuição dos poços (Figura 02).

3.1 Atividades de campo

As atividades de campo constaram de duas etapas.

A primeira etapa correspondeu a cinco (5) incursões a área durante os meses de abril a novembro de 2007 para a verificação da confiabilidade dos dados adquiridos e para o cadastramento de novos dados em campo.

O cadastramento foi realizado por meio de visitas aos proprietários de poços, se realizando o georreferenciamento dos poços tubulares e cacimbas da Célula de Vigilância Sanitária do município de Fortaleza, GPS MAP 60 CSx GARMIN, com precisão de 3 m.

Posteriormente, nos poços selecionados para análise, foram efetuadas medidas de nível estático, temperatura. Para isto foram utilizados o medidor de nível de água Eletro-Sonoro (Solinst-50 m) e o condutivímetro SG7 da marca Mettler Toledo que apresenta limites de erro $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ para temperatura. Nesta etapa, também se realizou o levantamento *in loco* das fontes potencialmente poluidoras (cemitério, canal e poços mal construídos).

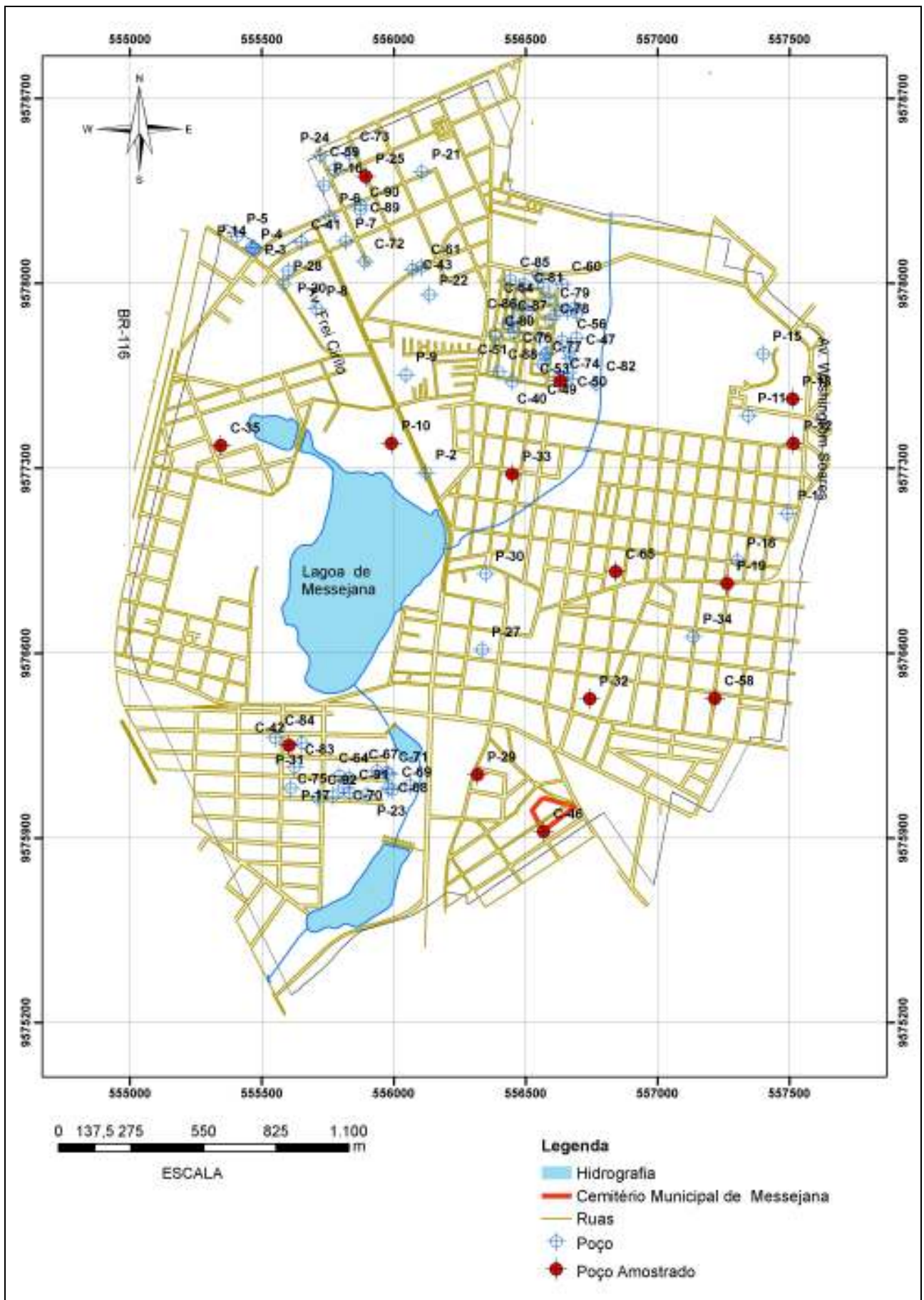


Figura 02 – Mapa de distribuição dos poços na área de estudo (Messejana – Fortaleza/CE).

A segunda etapa foi realizada nos meses de outubro e novembro de 2007 e teve como objetivo a coleta das águas de uma amostra da lagoa de Messejana e de 14 poços (P-10, P-12, P-13, P-19, P-25, P-29, P-32, P-33, P-35, P-42, P-46, P-58, P-65 e P-74) que foram escolhidos levando-se em consideração aspectos tais como: profundidade, nível estático, distribuição espacial e finalidade do uso da água, sendo que, dentre todos, o aspecto determinante foi o fato de estes serem utilizados pela população para consumo humano. Também foi realizada a amostragem e análise da água da Lagoa de Messejana.

As águas foram coletadas sob condições assépticas em frascos de vidros de 500 ml para as análises bacteriológicas, sendo fornecidos pelo laboratório responsável pelas análises. Todos foram devidamente rotulados contendo os dados relativos ao número do ponto amostrado, data e hora de coleta, sendo hermeticamente fechados e acondicionados em caixa térmica com gelo para, em seguida, serem encaminhadas ao laboratório de Microbiologia de Alimentos/Departamento de Tecnologia de Alimentos/UFC, cuja as análises seguem as diretrizes analíticas do *Standard Methods for the examination of water and wastewater* (APHA, 1998), onde foram avaliados os NMP (Número Mais Provável) das bactérias do grupo Coliformes Termotolerantes por 100 ml de água.

4. ASPECTOS GEOAMBIENTAIS

A área de estudo está inserida estratigraficamente no embasamento cristalino constituído por gnaisses migmatíticos do Complexo Gnáissico-Migmatítico (BRANDÃO et al., 1995), sobrepostos por sedimentos areno-argilosos da Formação Barreiras e, secundariamente, por sedimentos areno-argilosos referentes as Coberturas Colúvio-Eluviais

Em termos fisiográficos, apresenta um relevo predominante plano com altitude média de 18m sendo representado basicamente pelo domínio Glacis Pré-Litorâneo, formados pelos sedimentos da Formação Barreiras, com relevos tabulares dissecados por vales alongados e de fundos chatos, com pequenas cotas altimétricas e suave inclinação para o mar (BRANDÃO, 1995).

Na área em estudo predomina, em sua totalidade, os solos Podzólicos Vermelho-Amarelos Distróficos e uma pequena faixa de solos aluviais em torno da lagoa de Messejana.

O contexto hidrogeológico da área é constituído por 4 sistemas que diferem-se quanto a vocação aquífera de armazenar água, associados às características dos litótipos dominantes, que são: Coberturas Colúvio-Eluviais, Barreiras, Cristalino e Misto Barreiras /Cristalino.

4.1 – Sistema Hidrogeológico Coberturas Colúvio-Eluviais

As coberturas indiferenciadas ou colúvio-eluviais são formadas a partir da decomposição e lixiviação das rochas do embasamento cristalino, sendo caracterizadas por um material areno-argiloso, avermelhado e, muitas vezes, conservando resquícios de estruturas gnáissicas e fragmentos de quartzo e recobrem todo o bairro. Os poços escavados, distribuídos na área de estudo, com profundidades inferiores a 7 metros, praticamente captam água exclusivamente desse sistema. Dos poços escavados cadastrados, 29% (17 poços) possuem profundidade inferior a 7 metros com nível estático variando de 0,5 m (P-66) até 5 m (P-91).

4.2 - Sistema Hidrogeológico Barreiras

Os baixos valores de condutividade hidráulica do Sistema Barreiras foram apresentados por Bianchi (1990) que estimou o valor da permeabilidade do Barreiras em $1,85 \times 10^{-6}$ m/s, refletindo uma limitação na sua capacidade de fluxo hídrico, transmitindo água lentamente e ficando a armazenagem restringida a níveis mais arenosos, o que caracteriza-o regionalmente como aquítarde.

A Formação Barreiras apresenta intercalações de níveis siltico-argilo-arenosos que condicionam diferentes parâmetros hidrogeológicos (permeabilidade, porosidade e transmissividade). Pode-se considerar que poços que não ultrapassam 39 m de profundidade estão captando água subterrânea exclusivamente do Sistema Barreiras, já que o embasamento cristalino na área apresenta profundidade mínima de 40 m.

Dos 92 poços cadastrados na área, +/- 37 % (11 poços tubulares e 23 cacimbas), captam água somente deste sistema, e encontram-se distribuídos por toda a área.

Os poços apresentam nível estático variando de 2,0 m (P-22) a 12,0 m (P-27). A espessura média do Barreiras é de 35 m, sendo encontrado em profundidades a partir de 5 m. Apresenta vazão média de 2,9 m³/h para poços tubulares e valor anômalo de 10 m³/h para o poço P-2, que se encontra na parte central da área.

4.3 – Sistema Hidrogeológico Cristalino

É representado litologicamente pelo Complexo Gnáissico-Migmatítico, constituindo-se de uma seqüência composta por gnaisses aluminosos, em parte migmatizados, frequentemente intercalados por níveis quartzíticos e carbonáticos (BRANDÃO et al., 1995). O manto de intemperismo, os depósitos flúvio-eluviais e aluviões, quando repousando sobre o embasamento cristalino, podem funcionar como áreas de recarga, desde que as drenagens sejam congruentes as fraturas e diáclases abertas e interconectadas (CAVALCANTE, 1998).

Na área de estudo encontram-se recobertos pelos sedimentos Barreiras e Coberturas Colúvio-Eluviais .

Este meio possui fraca vocação hidrogeológica e a captação da água subterrânea ocorre através de poços tubulares localizados sobre fendas e fraturas interconectadas capazes de armazenar e ceder água.

Os poços tubulares com profundidades igual, ou superior, a 40 m foram considerados como captando água subterrânea deste sistema.

Nenhum dos poços cadastrados capta água exclusivamente do meio Cristalino, já que nos mesmos são colocados seções de filtros para captar água do Barreiras, com o objetivo de aumentar a produtividade do poço.

5. CONTAMINAÇÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Água contaminada é aquela que possui organismos patogênicos, substâncias tóxicas e/ou radioativas, em teores prejudiciais à saúde humana (FEITOSA & MANOEL FILHO, 2000). Consequentemente toda água contaminada é poluída, mas nem toda água poluída é contaminada

Por estarem mais protegidas devido a profundidade em que se encontram, as águas subterrâneas são menos vulneráveis à poluição do que as superficiais; entretanto, quando um aquífero é contaminado, a sua recuperação pode levar muitos anos dependendo do tipo de contaminante e, até mesmo, tornar-se economicamente inviável.

A maioria das atividades antrópicas gera resíduos, que são depositados nos solos, lançados nos cursos d'água ou no ar, comprometendo a qualidade das águas. Muitas vezes, os produtos de limpeza, lixo hospitalar e industrial, rejeitos de construção, dejetos humanos e animais, entre outros, se misturam num só local envolvendo reações químicas que aceleram a dissolução e liberam produtos altamente prejudiciais a água da rede de drenagem e aquíferos.

Dentre as fontes potenciais de poluição existentes na área, as principais são o Cemitério Municipal de Messejana e a falta de saneamento básico adequado.

5.1 Cemitério Municipal de Messejana

O Cemitério Municipal de Messejana localiza-se na porção sul da área de estudo, sendo seu entorno densamente povoado sua construção remota a 1889 e encontra-se em plena atividade atualmente.

Dentre os impactos causados pela instalação inadequada de cemitérios destacam-se os impactos físicos, dentre os quais o mais importante é o risco de contaminação das águas subterrâneas por microorganismos que se proliferam durante o processo de decomposição dos corpos pela liberação do necro-chorume.

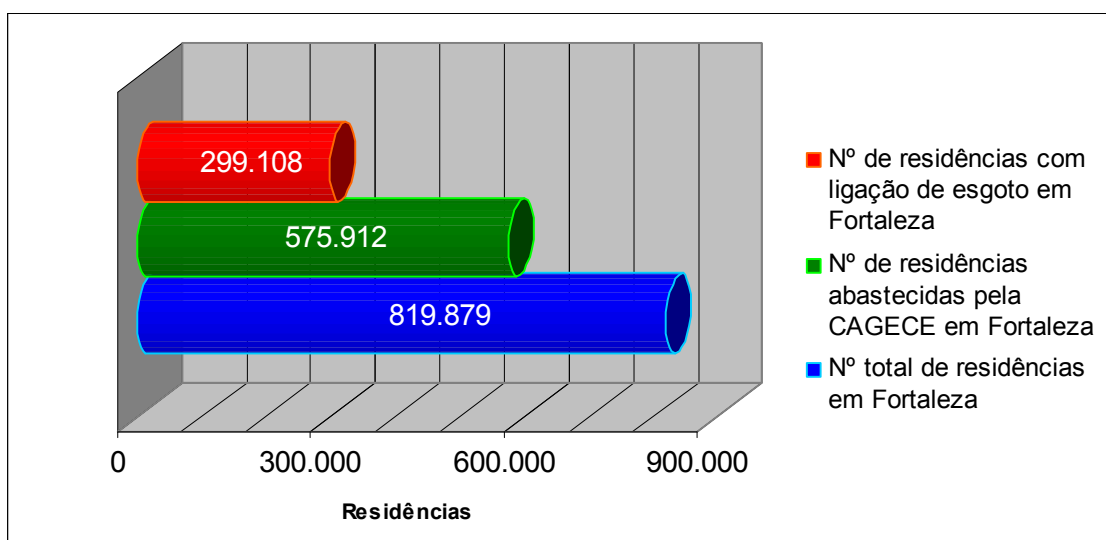
A composição do necro-chorume enseja a sobrevivência e proliferação dos microorganismos presentes nos cadáveres em decomposição, sejam os naturais ou os patogênicos. Os últimos, em sua maioria, tem aversão natural ao oxigênio presente na zona insaturada do solo, porém sabe-se que a água subterrânea é pobre em oxigênio dissolvido, favorecendo a sobrevivência dos mesmos. Ressalta-se, ainda, o fato do necro-chorume ser capaz de atingir aquíferos subjacentes, dependendo da estrutura hidrogeológica local. Quanto mais profundo o nível estático, menor será o teor de oxigênio dissolvido, tendendo a um ambiente redutor (anaeróbico) favorável à sobrevivência dos patógenos (MARINHO, 1998).

O risco maior da contaminação das águas subterrâneas na área ocorre devido a profundidade em que as cacimbas estão captando água (profundidades menores que 10 metros), e a sua proximidade ao cemitério, que em alguns casos é pequena, como o do poço P-46 que se encontra a 15m do cemitério.

5.2 Saneamento Básico

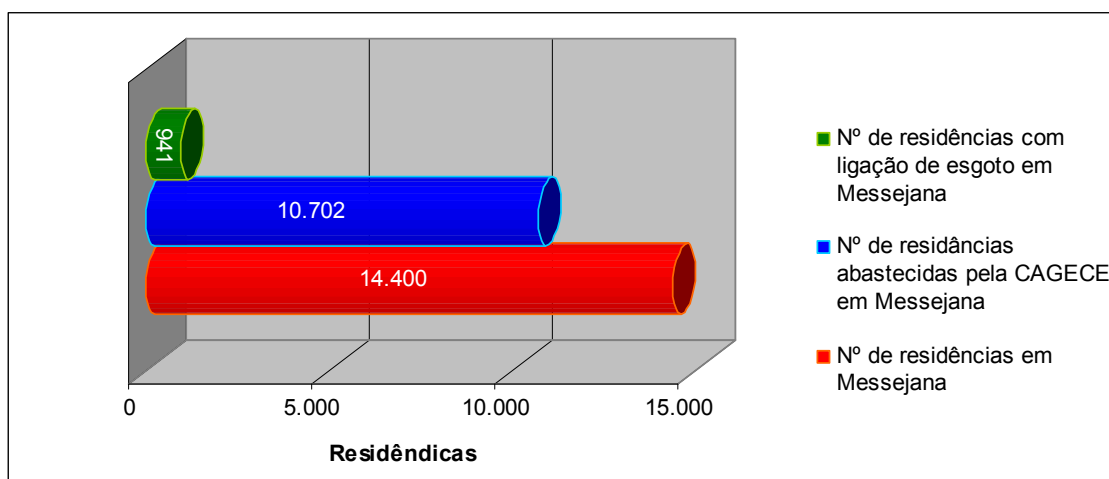
A instalação do saneamento básico do município de Fortaleza está sob responsabilidade da Companhia de água e Esgoto do Ceará (CAGECE). Das 819.879 residências em seu cadastro em Fortaleza apenas 299.108 (36,48%) estão ligadas a rede de esgoto (Figura 03) .

Na área de estudo, das 14.400 residências cadastradas pela CAGECE, 10.072 (74,32%) são abastecidas por água encanada e, destas, apenas 941 (6,53 %) estão ligadas a rede de esgoto (Figura 04) .



Fonte: CAGECE, 2007

Figura 03 – Residências abastecidas por água encanada e rede de esgoto até outubro de 2007. Fortaleza, Ceará.



Fonte: CAGECE, 2007

Figura 04 – Residências abastecidas por água encanada e rede de esgoto no bairro de Messejana até outubro de 2007. Fortaleza.Ceará

Estes dados são preocupantes, não sendo coincidência o bairro de Messejana ocupar o 4º lugar com relação ao número de casos de Diarréia Aguda, apresentado no último Boletim de Saúde das Doenças Diarréicas Agudas de Fortaleza - 2001, onde uma das causas principais da ocorrência destas doença é o consumo de água contaminada., (bairros Cristo Redentor em 3º, Barra do Ceará em 2º e Jangurussu em 1º lugar), Apesar de requerer investimentos para as obras iniciais, as empresas de saneamento estaduais são financiadas pela cobrança de tarifas (água e esgoto), o que garante a amortização das dívidas contraídas e a sustentabilidade a médio prazo. Como a cobrança é realizada em função do consumo (o total de esgoto produzido por domicílio é calculado em função do consumo de água), os administradores públicos podem implementar políticas educativas de economia em épocas de escassez de água e praticar uma cobrança justa e escalonada.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste trabalho foram realizadas análises bacteriológicas das águas subterrâneas, sendo possível a caracterização de bactérias do grupo Coliformes Termotolerantes.

As bactérias são os seres vivos mais simples do ponto de vista estrutural, e de menor tamanho, sendo conhecidas, também, como micróbios; elas são microorganismos unicelulares, procariontes e algumas causam doenças. São abundantes no ar, no solo e na água sendo que, na sua maioria, são inofensivas para o ser humano, sendo algumas até benéficas.

A contaminação do sistema de abastecimento de água, as vezes ocorrente por esgoto em águas de poços particulares e cacimbas residenciais é geralmente detectada pela presença de

coliformes, que representa um grupo de bactérias pertencente à família *Enterobacteria*, que é a maior e mais heterogênea coleção de bacilos gran-negativos de importância clínica.

Para avaliar a contaminação por dejetos humanos e de outros animais de sangue quente, a avaliação da qualidade de uma água é feita através da análise de bactérias do grupo coliformes, sobretudo os Coliformes Termotolerantes. Estes não são patogênicos, mas sua presença indica a existência de fezes que possuem bactérias patogênicas, e são utilizados como indicadores de condições de higiene (LEMOS & MEDEIROS, 2006).

A portaria Nº 518 de 25/03/2004 do Ministério da Saúde em seu art.4º VII diz que *coliformes termotolerantes* são um subgrupo de bactérias do grupo coliforme “*que fermentam a lactose a 44,5 ± 0,2 °C em 24 horas, tendo como principal representante a Escherichia Coli, de origem exclusivamente fecal, sendo considerada o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de organismos patogênicos*”.

A mesma portaria estabelece que para águas que são utilizadas para consumo humano, sejam elas provenientes do abastecimento público ou de fontes alternativas como os poços, ao serem analisadas bacteriologicamente devem apresentar ausência para o grupo coliformes.

Os resultados das análises bacteriológicas foram expressos pelo Número Mais Provável (NMP) onde foi especificado a presença ou ausência dos organismos do grupo coliformes termotolerantes por 100ml de água, sendo este um valor estimado obtido através de métodos estatísticos indiretos. As análises foram realizadas pelo Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará - UFC, que segue as diretrizes do “*Standard methods for the examination of water and wastewater*” (APHA, 1998) (Tabela 01)

Tabela 01 – Resultado das análises bacteriológicas das águas subterrâneas em Messejana Fortaleza - CE

Amostra	Nível Estático	Coliformes Termotolerantes
P - 74	7,4 m	Presença
P - 58	2,5 m	Presença
P - 46	3,5 m	Presença
P - 65	3,2 m	Presença
P - 25	12 m	Ausência
P - 32	7,1 m	Presença
P - 33	7 m	Ausência
P - 19	5 m	Ausência
P - 10	12 m	Presença
P - 13	8 m	Ausência
P - 12	9 m	Ausência
P - 42	4 m	Ausência
P - 29	6,3 m	Ausência
P - 35	8 m	Ausência

Das 14 amostras analisadas, 6 apresentaram presença de bactéria do grupo Coliformes Termotolerantes sendo elas as amostras P-74, P-58, P-46, P-65 (poços escavados) e P-32 e P-10 (poços tubulares). As 8 restantes apresentaram ausência de bactérias (Pontos P-25, P-33, P-19, P-13, P-12, P-42, P-29 e P-35). Destes, apenas o poço P-42 é uma amostra d'água de poço escavado (cacimba) e que apresenta a maior profundidade (26m) observada entre as cacimbas (Profundidades são 12, 10, 13 e 12 m).

Com isso fica evidente que as águas subterrâneas mais profundas, captadas normalmente por poços tubulares, apresentam-se bem mais protegidas da ação de agentes contaminantes, pois dos 5 poços escavados, 4 (80%) apresentaram-se com águas contaminadas por bactérias do grupo Coliformes Termotolerantes, enquanto que dos 7 poços tubulares apenas 2 (22%) apresentaram-se com águas contaminadas. Isto se dá, principalmente, devido as características geológicas da área, onde as intercalações entre as camadas areno-silto-argilosas da Formação Barreiras servem como filtro natural, retendo os microrganismos e, assim, havendo pouca matéria orgânica nas águas mais profundas. (Figuras 05 A e B).

O preocupante é que todas as águas dos poços amostrados, sejam eles escavados ou tubulares, são utilizadas para consumo humano, significando que a ingestão de águas contaminadas pela população é potencialmente responsável pela transmissão de diversas doenças tais como febre tifóide e paratifóide, giardiase, hepatite, cólera e diarréias.

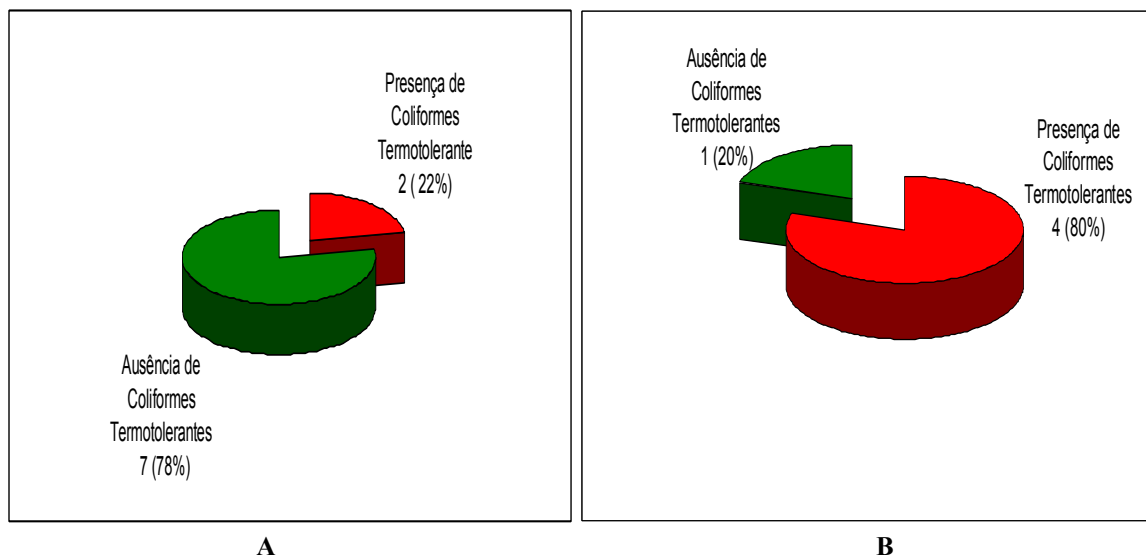


Figura 05 - Presença ou ausência de Coliformes Termotolerantes, Messejana, Fortaleza-CE. Cacimbas - A. Poços Tubulares - B

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

De acordo com os dados obtidos na pesquisa, conclui-se que na área se evidenciou uma contaminação de bactérias do grupo *Coliformes Termotolerantes*, que são indícios de contaminação direta ou indireta por fezes de animais de sangue quente, nas águas subterrâneas analisadas, principalmente de cacimbas, que pode estar sendo ocasionada principalmente pela falta de saneamento básico adequado na área, já que os resultados das análises das águas de poços tubulares que apresentaram contaminação por Coliformes Termotolerantes em um número muito mais reduzido (22%).

Recomenda-se um trabalho educacional visando conscientizar a comunidade quanto aos cuidados com o consumo das águas de poços escavados (cacimbas), principalmente em áreas de maior risco como a área circunvizinha do Cemitério Municipal de Messejana, bem como uma avaliação qualitativa das mesmas, já que 3.698 residências não são abastecidas por água pela CAGECE e provavelmente se utilizam de fontes alternativas para suprir o consumo, sendo o mais comum a utilização das águas de poços escavados (cacimbas).

8. BIBLIOGRAFIA

APHA - 1998 - *AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA); AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA); WATER ENVIRONMENTAL FEDERATION (WEF)* -1998 - “*Standart Methods for Examination of Water and Wastewater*”. Washington. D.C.19.ed.

BRANDÃO, R de L. ; CAVALCANTE, I.N.; SOUSA, M.N. – 1995. Diagnóstico geoambiental e os principais problemas de ocupação do meio físico da Região Metropolitana de Fortaleza. Projeto SINFOR. Informações Básicas para Gestão Territorial. CPRM. Fortaleza-CE. 88p.

BRASIL. Portaria MS nº 518/2004. Ministério da Saúde Secretaria de Vigilância em saúde. Coordenação - Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. Brasília: Editora do Ministério da Saúde 2005. 34p.

CAVALCANTE, I.N. – 1998. Fundamentos hidrogeológicos para a gestão integrada de recursos hídricos na Região Metropolitana de Fortaleza, Estado do Ceará. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências/USP. São Paulo-SP.164p.

FEITOSA, C.A.F. & MANOEL FILHO, J. - 2000. (Orgs.) Hidrogeologia. Conceitos e Aplicação. CPRM e LABHID/UFPE. Fortaleza. 2ª ed. Fortaleza/CE. 412p.

HILL, M.J.& TATTERSAL, G. – 1973. Bacteria Nitrosamines and Cancer of the Stomac. Br. J. Cancer. nº. 8. P. 562 – 567.

LEMOS, E.D.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/CC/UFC, 95p.

MARINHO, A.M.C.P. – 1998. Contaminação de Aquíferos por instalação de cemitérios, estudo de caso do cemitério São João Batista, Fortaleza, Ceará. Dissertação de Mestrado. DEGEO/CC/UFC, 88p.

SANTOS, A.C. – 2000 - Noções de Hidroquímica. Cap.05. In:FEITOSA, C.A.F. & MANOEL FILHO, J. (Orgs.) – 2000_Hidrogeologia. Conceitos e Aplicação. CPRM LABHID/UFPE. Fortaleza. 2ª ed. 28p.

SOUZA, A.K.P. – 2002. Qualidade das águas subterrâneas na região circunvizinha ao Lixão do Jangurussu, Fortaleza – Ceará. Dissertação de Mestrado DEGEO/CC/UFC. Fortaleza-CE. 106.

