

# FATORES POTENCIALMENTE INFLUENTES NA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA FAIXA COSTEIRA DO MUNICÍPIO DE FORTALEZA – CEARÁ

José Gonzaga da Silva<sup>1</sup>; Itabaraci Nazareno Cavalcante<sup>2</sup>; Maria da Conceição Rabelo Gomes<sup>3</sup>;  
Franklin de Andrade Carneiro<sup>4</sup> & João Thiago Viana Maia<sup>5</sup>

**RESUMO** - A área da presente pesquisa está situada no município de Fortaleza, abrangendo uma extensão de 59 km<sup>2</sup>, na porção norte e leste do município, tendo como limite o Oceano Atlântico. O objetivo desse trabalho é avaliar os fatores potencialmente influentes na qualidade das águas subterrâneas em toda região urbanizada da faixa costeira do município de Fortaleza. A metodologia constou do levantamento bibliográfico, cadastro de poços, tratamento preliminar dos dados, etapas de campo e interpretação dos dados. Conclui-se que as principais fontes de poluição cadastradas e analisadas para este trabalho incluem-se: lançamento de efluentes de esgotos domiciliares, associadas a ausência de saneamento básico, fossas sépticas, presença de resíduos sólidos de várias origens e intrusão salina nos aquíferos, tendo em vista ao constante bombeamento de poços instalados em pontos mais sensíveis a salinização.

**ABSTRACT** - The area of this research is located in the city of Fortaleza, covering a stretch of 59 km<sup>2</sup>, in the north and east portion of the municipality, to a maximum the Atlantic Ocean. The aim of this study is to assess the factors influencing the quality of groundwater throughout the region urbanized coastline of the municipality of Fortaleza. The methodology consisted of lifting bibliographic, registration of wells, treatment of preliminary data, steps from the field and interpretation of data. It appears that the main sources of pollution registered and analyzed for this work include: launch of household sewage effluent associated with lack of sanitation, presence of solid waste from various sources and intrusion in aquifers, in view of the constant pumping of wells installed at more sensitive to salinity.

**Palavras-chave:** Qualidade, Águas subterrâneas, Faixa costeira

---

<sup>1</sup> Mestre em geociências e meio ambiente/UNESP e geólogo do LABOMAR. Avenida da Abolição 3207. Meireles. Fortaleza/CE. e-mail: [josegs@labomar.ufc.br](mailto:josegs@labomar.ufc.br).

<sup>2</sup> Prof. Dr. Adjunto do Departamento de Geologia/UFC. Av. Humberto Monte, Bloco 913, Pici. Fortaleza/CE. e-mail: [ita@fortalnet.com.br](mailto:ita@fortalnet.com.br)

<sup>3</sup> Especialista em Gestão hídrica/UFPA e mestranda em Hidrogeologia-DEGEO/UFC. Rua Alcides Gerardo 71. Conjunto Palmeiras. Fortaleza/CE e-mail: [conceicaoabelo@yahoo.com.br](mailto:conceicaoabelo@yahoo.com.br)

<sup>4</sup> Especialista em Ensino do curso de Geografia/UECE e mestrando em Hidrogeologia-DEGEO/UFC. Rua Maranguape 422. Parque Santo Amaro. Fortaleza/CE e-mail: [frangeo@yahoo.com.br](mailto:frangeo@yahoo.com.br)

<sup>5</sup> Mestrando em Hidrogeologia-DEGEO/UFC. Rua Monte Serrat 131. Maraponga. Fortaleza/CE e-mail: [viana\\_thiago@yahoo.com.br](mailto:viana_thiago@yahoo.com.br)

## 1. INTRODUÇÃO

O município de Fortaleza constitui uma das principais capitais do País, possuindo um elevado índice populacional, em torno de 2.475.935 (IBGE, 2008), que influencia significativamente nas condições ambientais e urbanas da cidade.

As dunas e paleodunas presentes na costa do Estado do Ceará se constituem no principal aquífero do Município de Fortaleza. A ocupação urbana na zona costeira e o conseqüente acréscimo na demanda hídrica vêm estimulando o consumo das águas subterrâneas, aumentando o risco das mesmas e o desequilíbrio hidrodinâmico do aquífero (COSTA et al., 2004).

Este trabalho busca identificar os principais fatores potencialmente influentes na qualidade das águas subterrâneas na faixa costeira urbanizada do município de Fortaleza – Ceará, através de observações realizadas *in loco*.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

A área objeto da pesquisa está situada na faixa costeira do município de Fortaleza dividida em 6 Secretarias Executivas Regionais (SER), abrangendo uma extensão de 59 km<sup>2</sup>, adentrando aproximadamente 2km a partir da linha de costa em direção ao continente na porção norte e leste do município, tendo como limite o Oceano Atlântico (Figura 01). O acesso pode ser realizado pela extensa malha viária do Estado, contudo, existem rodovias principais que integram o município as demais regiões estaduais ou interestaduais, sendo elas; a BR 116 (sul), a BR 222 (oeste) e a CE 020 (leste), além de contar com acesso aéreo do Aeroporto Internacional Pinto Martins e o Porto do Mucuripe.

Fortaleza apresenta clima classificado como “Macroclima da faixa costeira” do tipo AW’, segundo a classificação climática de KOPPEN, 1948 in TAJRA, 2001 e por estar situado na faixa costeira é influenciado pelas águas oceânicas, sendo definido como quente e apresentando um regime de chuvas tropicais com alternância de episódios secos ao longo do ano.

A região é constituída, basicamente, por Planície Litorânea e Glacis Pré-Litorâneos, cujos limites sofrem influência da homogeneidade das formas de relevo, altimetria, estrutura geológica e das características do solo e vegetação. A planície litorânea se caracteriza por altitudes inferiores a 200 metros e compreende os campos dunares (Praia do Futuro, Cidade 2000 e Barra do Ceará), praias (em toda a orla costeira do município) e as planícies flúvio-marinhas (associada aos estuários dos rios Cocó, Ceará e Pacoti/Precabura). As dunas constituem-se por cordões quase contínuos paralelos à linha de costa, sendo, em alguns locais, interrompidos por cursos d’águas, planícies fluviais (associada aos rios Cocó, Ceará e Pacoti), flúvio-marinha e pela Formação Barreiras (ponta

do Mucuripe). Os Glacis Pré-litorâneos são formados por sedimentos pré-litorâneos do Barreiras e distribuídas com uma faixa de largura variável que acompanha a linha de costa.

Os solos originais de Fortaleza encontram-se substancialmente degradados devido à expansão urbana. Apesar disto, variados tipos pedológicos estão representados na região: Os Argissolos Vermelho-Amarelos, Planossolos Nátricos, Gleissolos Sálícos, Neossolos Flúvicos eutróficos, Neossolos Litólicos e os Neossolos Quatzarênicos ósticos.

A caracterização geológica regional do município de Fortaleza é dada principalmente por expressões de sedimentos cenozóicos (Terciário, Tércio-Quaternário e Quaternário) e rochas pré-cambrianas. A distribuição espacial das unidades geológicas na área pode ser considerada 80% para as unidades sedimentares e o restante para as unidades cristalinas, com cerca de 55 km<sup>2</sup>.

Na área de estudo ocorre o Sistema Hidrogeológico Sedimentar (Dunas/Paleodunas, aluviões e algumas manchas do Barreiras).

A partir das características geológicas sedimentares o Sistema Dunas/Paleodunas foi considerado, para efeito de estudo, como um sistema aquífero único, em função das características litológicas e hidrodinâmicas similares. Geralmente se encontram sobrejacente a Formação Barreiras e as aluviões. São compostas por areias pouco consolidadas e extremamente homogênea, finas, com diâmetro efetivo de 0,15 a 0,25 mm e espessura entre 15 a 25m, fatos que aliados a baixa profundidade do nível freático torna esse aquífero mais vulnerável a contaminação. As vazões oscilam entre 5 a 10 m<sup>3</sup>/h e condutividade hidráulica igual a  $1,8 \times 10^{-4}$  m/s (BIANCHI et al, 1984).

Esse sistema constitui o melhor potencial hidrogeológico da área (CAVALCANTE, 1998), tendo características de aquífero livre, com espessura saturada oscilando de 3 a 10 metros, e que pode funcionar como uma unidade aquífera principal e/ou de transferência, quando conduz água para os aquíferos sotopostos, Barreiras e aluviões. Ocorre bordejando a orla da área do município, sendo que, localmente, observa-se que adentram ao continente na porção leste e oeste, mais precisamente na Praia do Futuro e Barra do Ceará.

As aluviões constituem aquíferos livres que ocorrem ao longo dos principais rios de Fortaleza (Cocó, Ceará e Maranguapinho). Os sedimentos aluvionares são geralmente porosos, permeáveis, de pequenas e médias espessuras, com nível estático em torno de 2 metros e profundidade moderada, onde a máxima é de 15 metros. Segundo CAVALCANTE (1998), as águas subterrâneas das aluviões dos rios Cocó e Maranguapinho estão comprometidas com a poluição derivada de esgotos domésticos e industriais, considerando como impróprias para consumo e uso humano ou animal.

Regionalmente a Formação Barreiras é considerada aquífero, por apresentar porosidade e permeabilidade baixas e condutividade hidráulica estimada em  $1,8 \times 10^{-6}$  m/s. Possui uma grande variação de fácies, com espessura oscilando de 20 a 60 metros. Esta formação apresenta

intercalações diferenciadas de níveis síltico-argilo-arenosos, que condicionam esta formação a ter diferentes parâmetros hidrodinâmicos (permeabilidade, porosidade e transmissividade), tanto vertical quanto horizontalmente. Para efeito de caracterização da qualidade das águas no Barreiras, CAVALCANTE (1998) demonstrou que os padrões de portabilidade variam de boa a medíocre, e as águas são predominantemente bicarbonatadas sódicas a cloretadas sódicas.

### 3. OBJETIVO

Avaliar os principais fatores potencialmente influentes na qualidade das águas subterrâneas na faixa costeira do município de Fortaleza - Ceará.

### 4. METODOLOGIA DE TRABALHO

O trabalho foi desenvolvido obedecendo a uma metodologia dividida em: Levantamento bibliográfico e cadastro de poços; Tratamento preliminar dos dados; Etapas de Campo; e Interpretação dos Dados.

O levantamento bibliográfico sobre a área de estudo constou da obtenção de dados referentes à geologia, hidrogeologia, aspectos sócioeconômicos e geoambientais, além de mapas temáticos. Esta pesquisa foi realizada junto aos órgãos públicos como tais como CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais), FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos), SOHIDRA (Superintendência de Obras Hidráulicas), SRH (Secretária de 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 de trabalho. Na segunda etapa, a principal meta foi a confecção de um arquivo de integração digital, no *Software Microsoft Excel XP*, com os dados dos poços tubulares para uma melhor utilização no campo e na integração final das informações.

Nas Etapas de Campo, o trabalho de campo realizado teve como principal objetivo o reconhecimento dos principais fatores influentes na qualidade das águas subterrâneas na área. Na visita aos poços, teve-se como premissa básica à avaliação *in situ* das fontes de poluição (esgoto, lixões, etc) e salinização a que as águas subterrâneas possam estar submetidas, além da medição de condutividade elétrica, Sólidos Totais Dissolvidos (STD) e nível d'água. As informações obtidas na primeira etapa e conferidas no campo receberam um tratamento mais acurado no que tange aos dados a cadastro de poços, resultando na Interpretação dos Dados e Elaboração da Pesquisa, etapa final. Essa etapa resultou da utilização de softwares *Word* (digitação dos textos), *Excel* (elaboração de planilhas e gráficos) e *ArcGIS 9* (digitalização e confecção do mapa).

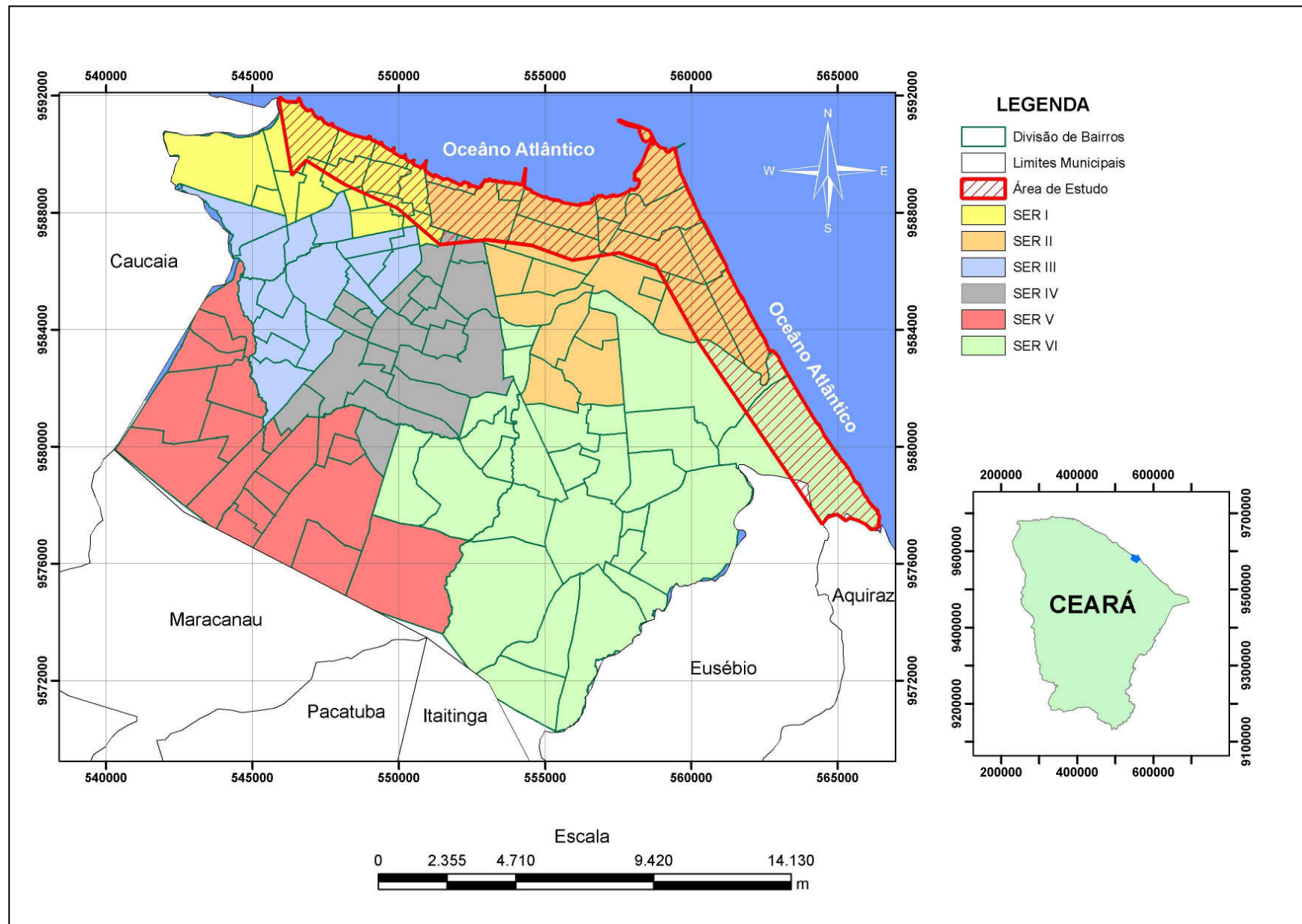


Figura 01- Localização do Município de Fortaleza

## 5. CONSIDERAÇÕES AMBIENTAIS E URBANAS

As características ambientais da área estão fundamentadas nas condições naturais e antrópicas que ocorrem em faixas costeiras urbanas das grandes cidades brasileiras que segundo ROSSO (2008), envolve a expansão imobiliária, complexo portuário, indústrias petroquímicas e até refinarias de petróleo. A orla costeira que compreende esse estudo é marcada por ocupação urbana, representada por setores habitacionais, condomínios, hotéis, estrutura portuária, além de uma fábrica de asfalto.

A mencionada faixa costeira está enquadrada dentro das unidades geoambientais, antes descritas por BRANDÃO (1995), que definem as características vulneráveis dos sistemas aquíferos porosos, inseridos nos ambientes geológicos/geomorfológicos constituídos por praias, campos dunares e Formação Barreiras, todos seqüencialmente, sobrepostos ao embasamento cristalino. Os efeitos causados por essas ocupações sobre os sistemas aquíferos são classificados de acordo com a abrangência espacial das moradias edificadas, da situação econômica e social dos habitantes e das condições de saneamento básico existentes.

A interação entre os mencionados fatores e a ocupação urbana resultam em mudanças que podem ser impostas ao meio ambiente, afetando inclusive os recursos hídricos subterrâneos em relação à quantidade e a qualidade, dependendo também das condições sócio-ambientais do meio ocupado e das características hidrogeológicas das rochas que constituem os aquíferos. Essa situação requer a necessidade de cuidados pela preservação ambiental da faixa costeira, através de instituições ou princípios legais que disciplinem o uso e ocupação da região litorânea. Exemplo nesse sentido pode ser considerado pelo Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (1988) que expressa critérios e padrões relativos ao controle do meio ambiente, estabelecidos pelo CONAMA, que contempla a urbanização, uso e ocupação do solo, do subsolo e das águas, de uma forma geral.

A situação geográfica que compõem a área está representada basicamente pelos setores litorâneos Norte e Leste de Fortaleza, os quais possuem aspectos diferenciados em relação às condições quantitativa e qualitativa das águas subterrâneas.

O primeiro é parcialmente marcado por uma densa ocupação urbana, o qual apresenta um índice de aproximadamente 76% de instalação de esgoto (CAGECE, 2008). Esse trecho é formado por grandes hotéis e condomínios, potencialmente inclinados a contaminação do lençol freático por água salgada, já que quase todas essas edificações possuem poços profundos. As outras ocupações desse setor são caracterizadas como moradias mais simples, desprovidas de saneamento básico, podendo, portanto tornar-se um meio mais suscetível a proliferação de fossas e efluentes de esgotos, fato que contribui para contaminação bacteriológicas das águas subterrâneas por coliformes fecais.

Já o segundo setor, ou parte Leste, possui um índice mais elevado de saneamento, correspondendo a 91% de instalação de esgoto doméstico (CAGECE, 2008). Esse trecho se caracteriza como o setor mais retilíneo de toda a área e que tem sua maior extensão constituída pela região da Praia do Futuro. Esse ambiente geomorfologicamente constituído por praias e dunas, com características comparativas marcadas por zonas de ocupação urbana relativamente menos adensada que o setor Norte, com presença de terrenos livres e espaçosos e de grande relevância em relação a recarga dos sistemas aquíferos.

## **6. FATORES INFLUENTES NA CONTAMINAÇÃO HÍDRICA**

As águas subterrâneas são aquelas que ocorrem natural ou artificialmente no subsolo, de forma suscetível de extração e utilização pelo homem. Este recurso hídrico é susceptível de ser afetado pelas atividades antrópicas, representadas pelos usos e ocupações do meio físico, em particular pelas áreas urbanas, deficiência de infra-estrutura e de equipamentos sociais.

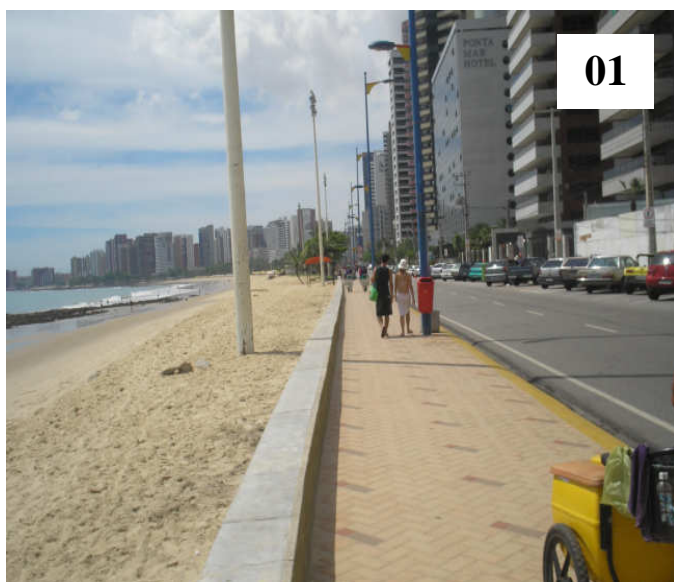
Nos 32 km do litoral de Fortaleza, observamos uma estrutura espacial marcada por fortes contrastes sociais. No setor Norte da cidade, salienta-se uma Fortaleza “verticalizada”, onde residem classes sociais de renda média e elevada (Foto 01), onde apesar de apresentar uma infra-estrutura regular, quanto aos equipamentos e serviços, foi possível identificar potenciais fontes de poluição para as águas subterrâneas. Na outra parte do setor Norte foi verificada alguns bairros populares e com concentrações de favelas, como exemplo o bairro Vicente Pizon (Foto 02). Em toda a faixa costeira foram identificados diversos tipos de fontes potenciais de poluição, que podem alterar significativamente a qualidade das águas subterrâneas originadas pelas diferentes formas de ocupação urbana.

As principais fontes de poluição cadastradas e analisadas neste trabalho envolve toda zona urbanizada e incluem os seguintes parâmetros: áreas de lançamentos de efluentes de esgotos domiciliares, através de riachos e rios contaminados (Foto 03), fossas sépticas, disposição de resíduos sólidos (Foto 04) e intrusão da cunha salina nos sistemas aquíferos, tendo em vista as várias formas de captação de água subterrânea em diversos trechos urbanizados da área.

Em parte do setor Norte (Barra do Ceará, Cristo Redentor, Pirambu e Arraial Moura Brasil), o elevado adensamento populacional (159.567 hab) corresponde a 6% da população de Fortaleza (2.475.935 hab) (IBGE, 2008), destacando-se como um trecho responsável por diferentes fontes de poluição relacionadas a saneamento básico, disposição irregular de resíduos sólidos e utilização de fossas sépticas e negras. Esses fatores contribuem para o agravamento da poluição ambiental, o que compromete a qualidade de vida das populações locais.

Estas fontes de poluição antrópica causam a contaminação dos aquíferos pela infiltração de substâncias poluidoras, como: (a) nitratos (derivados dos esgotos, fertilizantes, lixões e drenagens de ruas), com alta mobilidade e bastante solúvel em água; (b) Bactérias e Vírus, proveniente dos esgotos e lixões, como exemplo temos que das 15 amostragem de águas de poços, todas apresentaram presença de coliformes fecais e totais em MPN (Máximo Permissível Número) no bairro Vicente Pizon (Figura 02).

As águas subterrâneas usadas no abastecimento público e poluídas por sistemas de esgoto têm-se constituído numa das causas de transmissão de bactérias e vírus que são responsáveis por surtos e epidemias (FOSTER, 1993). Como exemplo de poluição na área, temos o riacho Maceió e as barracas na faixa costeira, onde ocorre a descarga excessiva de esgoto; descaracterização de paisagem dunar por construções irregulares favorecendo o acúmulo de lixo e contaminando o lençol freático pela deficiência de saneamento básico (Fotos 05 e 06).



Fotos 01 e 02 – Visualização do setor Norte: Praia do Náutico (01) e Vicente Pizon (02). (Maio, 2008)



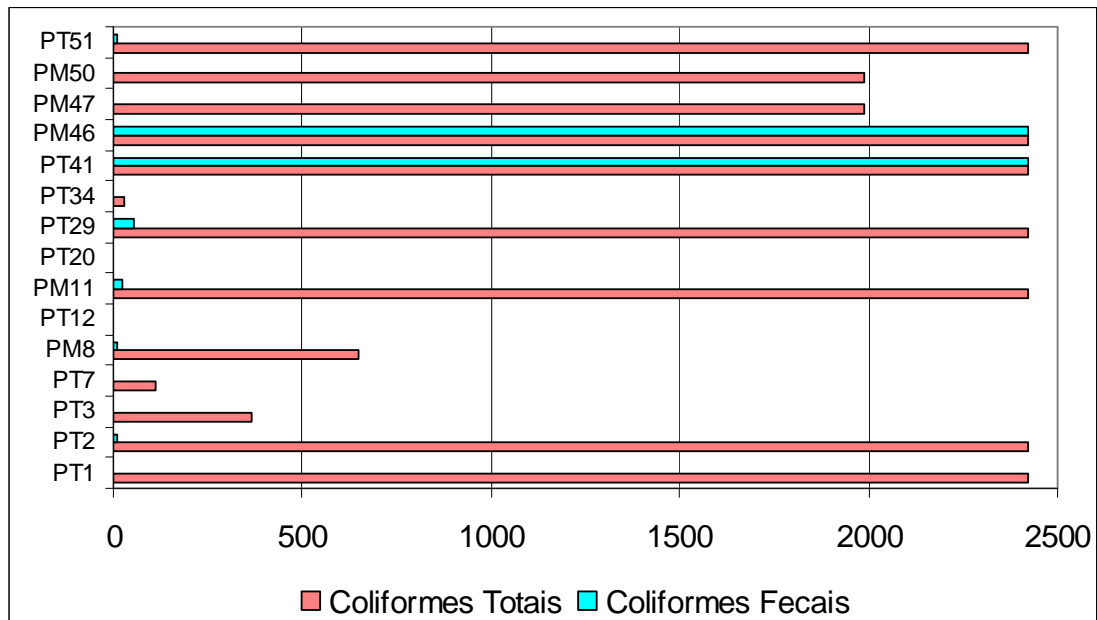


03



04

Fotos 03 e 04 - Precariedade de Saneamento Básico na Avenida Costa Oeste. (Setor Norte) (Abril, 2008)



Legenda: PT – Poço Tubular e PM – Poço Amazonas.

Figura 02 – Concentração de Coliformes Totais e Fecais (MPN) no bairro Vicente Pizon (Novembro/2007)



Fotos 05 e 06 - Poluição no Riacho Maceió por descarga de esgotos (05) e Vulnerabilidade do poço na Barraca madeira Beach (06) (Abril, 2008)

Muitos poluentes penetram em rios e lagos através de descargas de fontes localizadas como canalizações de esgotos ou de fontes não localizadas, como é o caso das águas de escoamento (*runoff*), que transportam grande quantidade de matéria orgânica.

A localização dos centros urbanos e/ou industriais próximos às redes de drenagens é uma prática sempre adotada pela humanidade. Porém, a partir do momento em que não existem as condições mínimas de disposição e tratamento de rejeitos sólidos e efluentes líquidos altamente poluidores, um sério problema começa a ser gerado, particularmente para as águas subterrâneas que se encontram naturalmente fora do alcance da visão humana direta (CAVALCANTE, 1998).

QUESADO JÚNIOR (2001), analisando a problemática das doenças de veiculação hídrica em Fortaleza, constatou que mais de 50% das doenças que acometem a população da cidade são oriundas de águas poluídas, a exemplo das epidemias de cólera (24.299 casos no período de 1991 a 1999), surtos de diarreia (331.002 casos no período de 1994 a 1999) e hepatite, todas de transmissão hídrica.

A falta de medidas adequadas de controle na contaminação das águas subterrâneas pode ocasionar uma série de consequências para à saúde humana e ao meio ambiente.

O risco de poluição por intrusão da cunha salina torna-se efetivo onde existem grandes quantidades de poços tubulares, localizados no Sistema Dunas/Paleodunas e sendo operados de

forma indiscriminada, conforme constataram MENEZES & ARAÚJO (1998), na praia da Abreulândia, litoral leste de Fortaleza-CE. De forma geral, as águas subterrâneas das regiões costeiras vem sendo exploradas através de poços tubulares e cacimbas, quando não existe oferta d'água tratada, para abastecimento de hotéis, clubes esportivos, condomínios, casas de veraneio, indústrias, etc. Na costa leste de Fortaleza, a CAGECE (Companhia de Águas e Esgotos do Estado do Ceará) implantou um sistema de captação de águas na praia da Sabiaguaba. A operação de um sistema deste tipo pode contribuir, por exemplo, para penetração da cunha salina, como ficou constatado após um certo período de operação. Portanto, é necessário compreender para antever os efeitos que estas intervenções provocam. A exploração de águas subterrâneas do sistema dunas/paleodunas é explicada pelo fato deste, em alguns casos, se constitui na principal, senão única, opção de abastecimento (COSTA et. al, 2004).

De uma forma geral, as condições geológicas relacionadas as rochas sedimentares de toda a área, demonstram a tendência de salinização dos aquíferos dessa orla costeira, quando atingida pelo raio de influência dos poços bombeados. Exemplo nesse sentido, pode ser comprovado através de MENEZES & ARAÚJO (1998), referente a praia da Abreulândia, litoral leste de Fortaleza-CE, onde ocorreu o deslocamento da cunha salina, após um certo período de operação dos poços, contaminando o sistema aquífero Duna/Paleodunas, especificamente, na zona que se localizava a bateria de poços da CAGECE.

A salinização dos poços por intrusão da cunha salina ocorre sempre nos setores onde existe o processo extração de água subterrânea maior que a recarga.

Conforme o cadastro CEARÁ/SRH (2002), temos para a área de estudo 763 poços, onde a concentração de STD (Sólidos Totais Dissolvidos) foi avaliada conforme a classificação citada em SANTOS (2000), como: 4% de baixa salinidade (64 e 160 mg/L), 51% de média (160 e 480 mg/L) e 45% é considerada alta (480 e 1.440 mg/L), com valores entre 19,50 mg/L (mínimo) a 1.898 mg/L (máximo) ambos no bairro do Meireles, com uma média geral de 458,41 mg/L em toda a faixa costeira (Tabela 01).

Tabela 01 - Sólidos Totais Dissolvidos das águas subterrâneas na faixa costeira de Fortaleza-Ceará

Sólidos Totais Dissolvidos	Nº de dados	Frequência (%)
Baixa salinidade (64 e 160 mg/l)	34	4%
Média salinidade (160 e 480 mg/l)	382	51%
Alta salinidade (480 e 1.440 mg/l)	344	45%
Salinidade extremamente alta (>1.440 mg/L)	3	0%
Total	763	100%

(O valor do gráfico igual a 0% equivale realmente a 0,39).

De acordo com os trabalhos de campo, pode-se observar que os poços situados na parte Norte, mais precisamente, na zona urbanizada costeira, próxima ao mar, que se encontram predominantemente salinizados, mostrando o avanço da cunha salina em direção ao continente. Exemplo nesse sentido pode ser identificado em um dos poços situados no Náutico Clube (Setor Norte), o qual dista aproximadamente 148m da linha de costa, possuindo profundidade de 12m, diâmetro de 6,4m e 398 mg/L de STD (Foto 07). Essa situação caracteriza um fato atípico, já que se trata de um poço escavado antigo (cacimbão), construído de forma artesanal, cujas águas apresentam a qualidade alterada pela salinização. Isso ocorre devido às condições precárias de recarga dos sistemas aquíferos, já que quase toda a área ao redor se apresenta amplamente pavimentada, impedindo a infiltração das águas precipitadas.

Comparativamente ao setor Norte, os poços localizados no setor Leste, principalmente na Praia do Futuro, não se encontram salinizados, mesmo com profundidades maiores em relação aos poços do clube Náutico, como exemplo o poço localizado na Barraca madeira Beach que apresenta concentração STD em torno de 199,7 mg/L. Tal fato se justifica devido a existência de vários pontos livres de ocupação urbana e que se constituem em visíveis trechos de recarga dos aquíferos em todo o setor Leste, conforme mostrado nas dunas, a montante, e zonas adjacentes, que se destacam por possuírem menor ocupação urbana e pouca pavimentação, como mostrado nas Fotos 08 e 09.



Foto 07- Visualização do cacimbão do Náutico Clube. (Abril, 2008)



Fotos 08 e 09- Visualização da faixa de recarga do aquífero Dunas/Paleodunas na Praia do Futuro. (Abril, 2008)

## 7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As principais fontes de poluição cadastradas e analisadas neste trabalho são: área de destinação final de resíduo sólido domiciliar e de outras origens; área urbanizada sem rede ou com estrutura deficiente de coleta de esgoto; poluição de riachos e praias, instalação de reservatórios de combustíveis, fábrica de asfalto e intrusão salina dos poços. Acrescenta-se portanto, que a intrusão salina é a que mais se destaca dentre os fatores que contribui para a poluição potencial dos sistemas aquíferos da orla costeira deste trabalho. Os efeitos causados por essas ocupações sobre os sistemas aquíferos são classificados de acordo com a abrangência espacial das moradias edificadas, da situação econômica e social dos habitantes e das condições de saneamento básico existentes.

Em campo, pode-se observar que os poços situados na parte norte da área são salinizados. Isso ocorre devido não existir recarga do aquífero, já que toda a área ao redor é pavimentada. Em compensação no setor Leste da área, a exemplo da Praia do Futuro, os poços não são salinizados, pois existe a recarga efetiva dos aquíferos.

Considerando-se as abordagens apresentadas sobre a área, recomenda-se a realização de trabalhos posteriores que possam contemplar situações mais abrangentes de pesquisa, tais como monitoramento efetivo, para que possa avaliar as causas de contaminação das águas subterrâneas em relação ao espaço e ao tempo.

Recomenda-se, de outra forma, a necessidade de utilização de processos geofísicos, tipo GPR (Ground Penetrating Radar) na identificação da cunha salina e linha de interdigitação da faixa costeira da área de estudo.

Observando-se também, ser parte da área ocupada por reservatórios de combustíveis e indústria de asfalto, recomenda-se a importância da realização de pesquisas que visem a identificação de hidrocarbonetos nas águas subterrâneas nas adjacências desses setores.

## 8. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BIANCHI, L., MARQUES, J.C. de S. 1984. **Plano de Aproveitamento do Recursos Hídricos na RMF, Fase I – Fatores Condicionantes**, Fortaleza – Ceará. AUMEF – SEPLAN/CE, 30p.

BRANDÃO, R. L. 1995. **Sistema de Informações para Gestão e Administração Territorial da Região Metropolitana de Fortaleza** - Projeto SINFOR: Diagnóstico Geoambiental e os Principais Problemas de Ocupação do Meio Físico da Região Metropolitana de Fortaleza. 1ª edição. Fortaleza/CE: SER/REFO/CPRM. Vol.1, 105p.

CAVALCANTE, I. N. 1998. **Fundamentos Hidrogeológicos para a Gestão Integrada de Recursos Hídricos na Região Metropolitana de Fortaleza, Estado do Ceará**. Tese de Doutorado. Área de Hidrogeologia. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo/USP, São Paulo. 153p.

CEARÁ/SRH. 2002. **Projeto de monitoramento/gestão de água subterrânea de micro-áreas estratégicas da Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará**. Cadastramento de Poços. Relatório de Atividade II. Fortaleza - CE. 33p.

COSTA, W. D. 2000. **Uso e gestão de água subterrânea** In: FEITOSA, F. A. C. & MANOEL FILHO, J. (Coordenadores) - Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações. CPRM - REFO. Fortaleza-CE, cap. 14, 2ª ed, 24p.

COSTA, R. C., VASCONCELOS, S. M. S. & MAIA, L. P. 2004. **Aspectos Hidrogeológicos do Sistema Dunas/Paleodunas, Fortaleza, Ceará, Brasil**. Revista de Geologia da Universidade Federal do Ceará, Vol. 17, nº 2, 131-142.

FOSTER, S. 1993. **Poluição das águas subterrâneas: um documento executivo da situação da América Latina e Caribe em relação ao abastecimento de água potável**. Tradução de Ricardo Hirata. São Paulo: Instituto Geológico. 90p.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo 2000**. Estimativa 2008.

MENEZES, M.A.S. & ARAÚJO, J.R., 1998, **Causas da Salinidade dos Poços da Praia de Abreulândia em Fortaleza–CE**. 5º Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, ABAS, São Paulo-SP, 165-174.

QUESADO JÚNIOR, N. 2001. **Contribuição da hidrogeologia à problemática das doenças de veiculação hídrica em Fortaleza, Ceará**. Dissertação de Mestrado. Centro de Ciências, Departamento de Geologia, UFC.

ROSSO, T. C., **Gestão Integrada em Bacias Hidrográficas Costeiras**. Disponível em:[http://www.oceânica.ufrj.br/costeira/eventos/panorama/contribuicoes/Rosso\\_texto.pdf](http://www.oceânica.ufrj.br/costeira/eventos/panorama/contribuicoes/Rosso_texto.pdf) Acesso em 17 abr. 2008.