



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
FACULDADE DE MEDICINA DA BAHIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
SAÚDE, AMBIENTE E TRABALHO**



**QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA UTILIZADA PARA CONSUMO  
HUMANO NO ENTORNO DO CEMITÉRIO DO CAMPO SANTO EM  
SALVADOR/BA**

**Aline Gomes da Silva dos Santos**

**Dissertação**

Salvador (Bahia), 2014

2014.1

UFBA/SIBI/Bibliotheca Gonçalo Moniz: Memória da Saúde Brasileira

Santos, Aline Gomes da Silva dos

S237 Qualidade da água subterrânea utilizada para consumo humano no entorno do cemitério do Campo Santo em Salvador /BA / Aline Gomes da Silva dos Santos. Salvador: AGS, dos Santos, 2014.

vii; 178 fls.: il. [42 fig. 9 tab. 4 quadros].

Orientador: Prof. Dr. Luiz Roberto Santos Moraes

Dissertação (Mestrado em Saúde, Ambiente e Trabalho) Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Medicina da Bahia, Salvador, 2014.

1. Saúde ambiental. 2. Cemitério. 3. Necrochorume. 4. Água subterrânea. 5. Água para consumo humano. I. Moraes, Luiz Roberto Santos. II. Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Medicina. III. Título.

CDU: 614.445

**ALINE GOMES DA SILVA DOS SANTOS**

**QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA UTILIZADA PARA CONSUMO  
HUMANO NO ENTORNO DO CEMITÉRIO DO CAMPO SANTO EM  
SALVADOR/BA**

Dissertação apresentada ao Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Saúde, Ambiente e Trabalho da Faculdade de Medicina da Bahia da Universidade Federal da Bahia, como pré-requisito obrigatório para a obtenção do grau de Mestre em Saúde, Ambiente e Trabalho

**Orientador: Prof. Luiz Roberto Santos Moraes, PhD**

Salvador (Bahia), 2014

**Aline Gomes da Silva dos Santos**

QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA UTILIZADA PARA CONSUMO  
HUMANO NO ENTORNO DO CEMITÉRIO DO CAMPO SANTO EM  
SALVADOR/BA

**Data da defesa: 11/06/2014**

**COMISSÃO EXAMINADORA**

**Luiz Roberto Santos Moraes (Orientador)**, PhD em Saúde Ambiental, Professor Titular em Saneamento e Participante Especial da Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Medicina da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Saúde, Ambiente e Trabalho.

**Sérgio Augusto de Moraes Nascimento**, Professor Doutor, Associado III, do Departamento de Geofísica do Instituto de Geociências da Universidade Federal da Bahia e Coordenador do Núcleo de Estudos Hidrogeológicos e do Meio Ambiente-NEHMA/UFBA.

**Sílvio Roberto Magalhães Orrico**, Professor Doutor em Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública da USP e Professor Adjunto da Universidade Estadual de Feira de Santana.

À família, alicerce de equilíbrio, apoio e compreensão. A Deus e a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para que este trabalho fosse concretizado.

## **AGRADECIMENTOS**

À Vigilância em Saúde Ambiental de Salvador pela cessão de veículo para transporte de material e da equipe, materiais de coleta e fornecimento de Colorímetro para determinação de teor de cloro residual livre com método visual (mudança de cor) / DPD e por inserir as duas coletas de água deste trabalho na agenda de coletas de rotina.

Aos colegas e chefias da Vigilância em Saúde Ambiental, pelo incentivo, apoio e ajuda no trabalho de campo, realizado com a o auxílio do colega Gilvan Cavalcante.

Ao LACEN, e às técnicas Flávia Campos e Maria Saraiva que ajudaram na efetivação da parceria no processamento das análises físico-químicas.

À Professora Clícia Capiberibe e às técnicas do Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Faculdade de Farmácia da UFBA no processamento das análises microbiológicas e esclarecimentos posteriores.

À CONDER pela cessão de Base Cartográfica SICAR/RMS - Município de Salvador 1992. Escala 1: 2.000 – Plani - altimetria das folhas 149.450 e 156.220. INFORMS – Sistema de Informações Geográficas Urbanas do Estado da Bahia.

A Clélio Vitório Souza Araújo, agente comunitário de saúde que me apresentou à comunidade do Calabar e me guiou pelas suas ruas.

Ao Centro de Memória Jorge Calmon da Santa Casa de Misericórdia.

À Chirlene West e à Prof.<sup>a</sup> Vânia Campos na parceria das coletas e análises.

Aos professores Sérgio Nascimento, pela grande colaboração em várias etapas da dissertação, a Fernando Carvalho, pelas observações feitas na banca de qualificação e a Luiz Roberto Moraes, articulado, esclarecedor, acessível e presente, disposto a trabalhar com bom humor e otimismo.

Saúde Pública é a arte e a ciência de prevenir a doença, prolongar a vida, promover a saúde e a eficiência física e mental mediante o esforço organizado da comunidade, abrangendo o saneamento do meio, o controle das infecções, a educação dos indivíduos nos princípios de higiene pessoal, a organização de serviços médicos e de enfermagem para o diagnóstico precoce e pronto tratamento das doenças e o desenvolvimento de uma estrutura social que assegure a cada indivíduo na sociedade um padrão de vida adequado à manutenção da saúde (Charles – Edward Amory Winslow , 1920).

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

- ABAS - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas
- ArcGIS - *ArcGeographicInformation System*
- BA - Estado da Bahia
- CGVAM - Coordenação Geral de Vigilância Ambiental em Saúde do Ministério da Saúde
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo
- CNRH - Conselho Nacional de Recursos Hídricos
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
- CRL - Cloro Residual Livre
- EMBASA – Empresa Baiana de Águas e Saneamento S/A
- EPI - Equipamento de Proteção Individual
- FUNASA - Fundação Nacional de Saúde, vinculada ao Ministério da Saúde
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- INEMA - Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado da Bahia
- NMP - Número mais provável
- OMS - Organização Mundial da Saúde
- OPAS - Organização Pan-Americana da Saúde
- PERH - Plano Estadual de Recursos Hídricos
- PGRSS - Plano de Gerenciamento de Resíduos em Serviço de Saúde
- pH - Potencial Hidrogeniônico
- RDC - Resolução da Diretoria Colegiada
- SAC - Sistema de Abastecimento Coletivo
- SAI - Sistema de Abastecimento Individual
- SISÁGUA - Sistema de Informação do Programa VIGIÁGUA, Ministério da Saúde
- SMA - Superintendência do Meio Ambiente de Salvador
- SMS - Secretaria Municipal de Saúde de Salvador
- SNVSA - Sistema Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental
- SUS - Sistema Único de Saúde
- TAC - Termo de Ajustamento de Conduta



UFBA - Universidade Federal da Bahia

VIGIÁGUA - Programa de Vigilância da Qualidade da Água do Ministério da Saúde

VIGIPEQ - Programa de Vigilância em Saúde de Populações Expostas a Contaminantes Químicos do Ministério da Saúde

VIGISOLO - Programa de Vigilância Ambiental em Saúde de Populações Expostas ou sob risco de exposição a Solos Contaminados do Ministério da Saúde

VISAMB - Vigilância em Saúde Ambiental de Salvador

VMP - Valor Máximo Permitido

WHO - *World Health Organization*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01.	Poço raso utilizado para fins de consumo humano	43
Figura 02	Representação do aquífero livre e confinado.	48
Figura 03.	Antiga capela do Cemitério do Campo Santo	60
Figura 04.	Escritura do cemitério do Campo Santo	62
Figura 05.	Guia de óbito.	62
Figura 06	Livro de registro de enterramento e Livro de Banguê	64
Figura 07.	Imagens de mausoléus, túmulo de Castro Alves e obras de arte que integram o cemitério do Campo Santo	65
Figura 08.	Parte externa e interna de lóculo vertical ou carneiro	68
Figura 09.	Ossuários e campas de quadras diversas do Campo Santo	69
Figura 10	Lóculos verticais vedados e abertos; Campas em estado de conservação precário; Resíduos de exumação; Covas rasas com inumação direta no solo	70
Figura 11.	Poços de monitoramento	71
Figura 12	Morfologia do pequeno morro onde se encontra o Cemitério do Campo Santo (a seta marca o sentido Norte	75
Figura 13.	Vista aérea do território de investigação que se encontra localizado nas Bacias de Ondina e Rio dos Seixos	76
Figura 14.	Residências contíguas ao cemitério e proximidade com sepulturas.	79
Figura 15.	Riscos e vulnerabilidade de aquíferos em cemitérios	82
Figura 16	Mapa de hidrologia e drenagem local e pontos amostrais	86
Figura 17.	Mapa de drenagem de Salvador com delimitação de bacias hidrográficas.	87
Figura 18.	Representação de fluxo superficial	88
Figura 19.	Representação de Fluxo superficial sobreposto à área de estudo e pontos de coleta na área de fluxo de água superficial	88
Figura 20.	Balanço Hídrico Climatológico de Salvador de 1961 a 1990	90
Figura 21.	Camadas do solo mostrando presença de aquífero e zona de aeração	91
Figura 22.	Poço no bairro do Calabar	92
Figura 23.	Formulário com informações preliminares para cadastramento de poços.	111

Figura 24.	Coleta de amostra para análise microbiológica	112
Figura 25.	Colorímetro para determinação de cloro residual livre	115
Figura 26.	Variação da turbidez nos períodos chuvoso e seco	121
Figura 27.	Variação do pH nos períodos chuvoso e seco	121
Figura 28	Variação da cor aparente nos períodos chuvoso e seco	121
Figura 29.	Concentrações de nitrato e amônia	124
Figura 30.	Cartograma evidenciando taxas de indicadores de necrochorume encontrados na campanha do período chuvoso e localização de pontos de coleta na área do entorno do Cemitério do Campo Santo concordantes com o fluxo subterrâneo	129
Figura 31.	Cartograma evidenciando taxas de indicadores de necrochorume encontrados na campanha do período seco e localização de pontos de coleta na área do entorno do Cemitério do campo Santo	130
Figura 32.	Estimativa de fluxo subterrâneo com base no relevo e fluxo superficial e resultados das análises na campanha do período Chuvoso.	131
Figura 33.	Estimativa de fluxo subterrânea com base no relevo e fluxo superficial e resultados das análises na campanha do período seco	132
Figura 34.	Estimativa de fluxo subterrâneo com base no relevo e fluxo superficial e resultados das análises adicionais na campanha do período chuvoso.	145
Figura 35.	Estimativa de fluxo subterrâneo com base no relevo e fluxo superficial e resultados das análises adicionais na campanha do período seco	146
Figura 36.	Mapa geológico sobreposto à área de domínio do alto cristalino e destaque para localização do estudo	166
Figura 37.	Áreas de Risco do Cemitério do Campo Santo. As setas indicam as direções do fluxo do resíduo rico em líquidos de coligação	168
Figura 38.	.Mapa geológico de Salvador	174
Figura 39.	Poços de coleta de água para determinação do grau de vulnerabilidade do aquífero pelo método DRASTIC	175
Figura 40.	Indicação da localização do ponto de coleta para fins de controle (PI).	176
Figura 41.	Sistema de drenagem e profundidade do lençol no Alto cristalino de Salvador.	177
Figura 42.	Esquema de formação de plumas de contaminação	178

**LISTA DE QUADROS**

Quadro 1.	Parâmetros microbiológicos com maior probabilidade de ocorrência em águas subterrâneas	95
Quadro 2.	Parâmetros de turbidez	95
Quadro 3.	Outros parâmetros de qualidade	96
Quadro 4.	Ficha de campo	169

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1.	Doenças causadas por microrganismos veiculados pela água	38
Tabela 2.	Toxinas e doenças associadas a <i>C. perfringens</i>	105
Tabela 3.	Número Mais Provável (NMP) e intervalo de confiança a nível de 95% de probabilidade, para diversas combinações de tubos positivos e negativos na inoculação de 10 porções de 10 ml da amostra por tubo	110
Tabela 4.	Resultados da análise completa da qualidade da água subterrânea (período chuvoso) nos 8 pontos amostrados	117
Tabela 5.	Resultados da análise completa da qualidade da água subterrânea (período seco) dos 9 pontos amostrados	120
Tabela 6.	Resultados das análises microbiológicas das amostras de água subterrânea, nos períodos chuvoso e seco. <i>E. coli</i> está ausente em ambos períodos	120
Tabela 7.	Localização dos pontos de coleta amostrados	122
Tabela 8.	Outros parâmetros de avaliação de contaminação por necrochorume analisados no período Chuvoso	144
Tabela 9.	Outros parâmetros de avaliação de contaminação por necrochorume analisados no período seco	144

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	20
2. OBJETIVOS .....	25
2.1. Objetivo Geral .....	25
2.2. Objetivos Específicos .....	25
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	26
3.1. Água subterrânea, o elemento vital que vem do solo .....	26
3.1.1. Água subterrânea e efeitos da urbanização e a exploração para consumo humano .....	26
3.1.2. Aspectos legais relacionados à água subterrânea .....	27
3.1.4. Vigilância em Saúde Ambiental – Prevenção de doenças e agravos com foco nos Programas VIGIÁGUA e VIGISOLO .....	32
3.1.5. Água subterrânea para consumo humano .....	43
3.1.6. Vulnerabilidade de aquíferos e água para consumo humano .....	46
3.1.7. Soluções alternativas de abastecimento para consumo humano .....	50
3.2. Cemitérios, meio ambiente e saúde pública .....	52
3.2.1. Necrochorumee suas implicações para o meio ambiente e a saúde humana .....	53
3.2.2. Aspectos legais relacionados aos cemitérios .....	57
3.2.3. Cemitério do Campo Santo: Um pouco da história de um solo Sagrado .....	60
3.2.4. Sepulturas encontradas no Campo Santo .....	67
3.2.5. Caracterização da área do Alto Cristalino de Salvador e área de estudo .....	71
3.3. Indicadores de contaminação por necrochorume e parâmetros para caracterização de ocorrência de contaminação das águas subterrâneas oriundas de processo de decomposição de cadáveres .....	97
3.3.1. Parâmetros de avaliação .....	100
3.3.2. Parâmetros e indicadores microbiológicos .....	101
4. Abordagem metodológica.....	108
4.1. Plano de Amostragem .....	109
4.2. Coleta de amostras de água .....	111
4.2.1. Poços equipados com bomba .....	113
4.2.2. Poços sem bomba e demais formas de captação .....	113
4.3. Coleta para análise físico-química .....	114
4.4. Análises .....	114
4.4.1. Análises em campo .....	114
4.4.2. Análise laboratorial .....	115

4.5. Avaliação dos resultados.....	117
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	119
5.1. Qualidade da água subterrânea dos pontos amostrados, nos períodos chuvoso e seco .....	119
5.2. Relevo, fluxo superficial e as evidências de contaminação determinando o fluxo subterrâneo.....	125
5.3. Outros parâmetros de qualidade da água subterrânea .....	141
6. CONCLUSÃO .....	147
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	153
APÊNDICES .....	165
APÊNDICE A .....	165
ANEXOS .....	167
ANEXO A.....	168
ANEXO B.....	169
ANEXO C.....	170
ANEXO D. ....	174
ANEXO E.....	175
ANEXO F.....	176
ANEXO G.....	177
ANEXO H.....	178

## RESUMO

Os cemitérios são áreas para disposição final de cadáveres humanos que ao longo do tempo se tornaram um potencial contaminante do solo e dos aquíferos. A implantação em áreas ambientalmente vulneráveis é um fator agravante que pode comprometer ainda mais o solo e os aquíferos que uma vez contaminados pela ação da decomposição dos corpos sepultados, pode gerar risco à saúde humana para populações que utilizam água de poço para seu consumo no entorno destas áreas. Esta dissertação tem como objetivo avaliar a qualidade da água subterrânea, inclusive de SAC e SAI (Sistemas de Abastecimento alternativo coletivo e individual para consumo humano) no entorno do cemitério do Campo Santo em Salvador-Bahia. Foi realizada uma revisão bibliográfica sobre as questões acerca de contaminação por necrochorume e a identificação de poços no entorno do cemitério e seleção dos mesmos para coleta e análise de amostras de água. Estes poços, cisternas e minadouros foram selecionados mediante critérios como a proximidade, sepultamento por inumação, e índices de saturação (número de sepultamentos/ano), localização em área considerada vulnerável dentro da perspectiva geográfica e presença de moradias na circunvizinhança com uso de poços inclusive para consumo humano, fluxo superficial de água convergindo para região onde existem poços em atividade e utilizados como soluções alternativas de abastecimento de água.

A coleta foi realizada nos períodos chuvoso e seco. Os parâmetros físico-químicos (turbidez, pH, cor aparente) e microbiológicos (*E.coli*, *Clostridium perfringens*) foram selecionados e adotados com base na legislação vigente que normatiza questões como uso da água subterrânea e potabilidade e nos



parâmetros e bioindicadores de contaminação por necrochorume. As análises foram feitas em laboratórios de referência e os resultados comparados com valores referenciais e parâmetros de potabilidade de acordo com a metodologia analítica dentro das normas nacionais mais recentes, tais como o *Standard Methods of Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005). Os resultados das análises microbiológicas e físico-químicas foram considerados indicativos de contaminação por necrochorume após confronto com os apresentados nas referências consultadas e com a legislação específica, verificando-se os parâmetros quantitativos e qualitativos. A escassez de estudos voltados à contaminação ambiental por cemitérios em Salvador-BA torna relevante a detecção da influência do cemitério do Campo Santo na contaminação da área estudada e a possibilidade de risco à saúde no consumo da água subterrânea de soluções alternativas de abastecimento.

Palavras-chave: Saúde ambiental; Cemitério; Necrochorume; Água subterrânea; Água para consumo humano.

## ABSTRACT

The cemeteries are areas for disposal of human corpses that over time have become a potential contaminant of soil and aquifers. The deployment in environmentally vulnerable areas is an aggravating factor that may further compromise the soil and aquifers that may one contaminated by the action of the decomposition of buried corpses, instead create a risk to human health for populations that use from wells for their consumption in these areas around. This dissertation aims to assess the quality of groundwater, including SAC and SAI Systems (collective and individual alternative water supply for human consumption) in the vicinity of the Campo Santo Cemetery in Salvador, Bahia. A literature review on issues about contamination necro-leachate and identification of wells surrounding the cemetery and selecting them for collection and analysis of water samples was performed. These wells, cisterns and fluxers were selected based on criteria such as proximity, burial by inhumation, and saturation index (number of burials / year), located in an area considered vulnerable within the geographical perspective and presence of houses in the neighborhood with the use of wells including for human consumption, surface water flow converging to the region where there are wells in operation and used as alternatives for water supply. Data collection was conducted in the rainy and dry seasons. Physicochemical parameters (turbidity, pH, apparent color) and microbiological (*E. coli*, *Clostridium perfringens*) were selected and adopted based on current legislation that regulates issues such as use of ground water and potability and the parameters and bioindex contamination necro-leachate. The analyzes were done in reference laboratories and the results compared with reference values and parameters for drinking according to the analytical methodology in the latest

national and international standards such as the Standard Methods of Examination of Water and Wastewater (APHA, 2005). The results of microbiological and physic- chemical analyzes were considered indicative of contamination necro-leachate after confrontation with those presented in references consulted and the specific legislation, verifying the quantitative and qualitative parameters. The scarcity of studies related to environmental contamination cemeteries in Salvador-BA is relevant to detect the influence of the cemetery in contamination of the studied area and the possibility of health risks in the consumption of these workarounds groundwater supply.

Keywords: Environmental health; Cemetery; Necro- leachate; Groundwater; Water for human consumption.

## 1. INTRODUÇÃO

As formas diferentes de lidar com a morte e as formas de destinar os corpos derivou de acordo com a época, o poder aquisitivo e as crenças. Estes diversos tratamentos, como a mumificação e a cremação, corriqueiros em épocas e civilizações mais antigas, deram lugar às inumações no solo, atualmente em cemitérios ou campos santos. As inumações são consideradas ambientalmente incorretas, mas se constituem na forma mais comum de destino do cadáver em nossa sociedade ocidental e cristã, com seus ritos e mitos amparados pela forte influência religiosa pregada na Idade Média.

A morte é natural e o significado e as expressões usadas para identificar este fenômeno variam de acordo com a época, local e cultura. A palavra cemitério, originária do grego *koumeterian* e do latim *coemeteriun*, significa dormitório, lugar onde se dorme, recinto onde se enterram ou se guardam os mortos e tem como sinônimos as palavras necrópole, carneiro, sepulcrário, campo-santo, cidade dos pés juntos e última moradia (CAMPOS, 2007).

Ao longo da história da humanidade os cemitérios foram locais de culto aos mortos, cujos entes buscavam ter com estes o respeito, a consideração e a dignidade ao enterrá-los. A “última morada” se originou da crença que o solo é sagrado, fazendo jus aos dogmas cristãos. Dessa forma, os mortos deveriam ser enterrados em igrejas, conventos e mosteiros. Ao longo do tempo e com o aumento da população de cadáveres que saturava as criptas e naves de igrejas e preocupações relacionadas à higiene sanitária, os enterros passaram a ser feitos em áreas abertas, nos chamados campo-santo, os quais perduram ainda hoje como locais de reverência aos que já se foram.

Os indícios de contaminação como a presença de sabor adocicado em poços de Paris e epidemias de doenças, como a febre tifóide em Berlim (BOWER, 1978 *apud* PACHECO, 1986), desde o séc. XIX, já demonstravam evidências que o produto da decomposição dos cadáveres, o necrochorume, contaminava o solo e água, promovendo impactos ao ambiente e à saúde pública.

Nesta época, áreas destinadas a cemitérios eram escolhidas por estarem mais distantes das aglomerações humanas das cidades. Havia então preocupações voltadas aos miasmas<sup>1</sup>. Hoje, devido a um processo de urbanização intenso e, muitas vezes, não planejado, os cemitérios passaram a fazer parte das cidades, sendo comum encontrar cemitérios totalmente integrados à malha urbana, fato que se tornou uma preocupação coletiva e de saúde pública.

De acordo com o tamanho e a saturação e a associação com elementos característicos de componentes ambientais, como a vulnerabilidade (AQUINO; CRUZ, 2010), os resíduos gerados por um cemitério podem vir a ser um potencial contaminante da água subterrânea. Mesmo o cemitério sendo implantado de forma adequada e respeitando todas as medidas de proteção ambiental, é considerado um problema de saúde pública (LELI *et al.*, 2012). Muitos cemitérios não foram alvo de estudos anteriores ao processo de implantação, ampliando, ao longo de anos, sua potencialidade para a contaminação do ambiente, em especial dos mananciais de água subterrânea que podem estar em sua área de influência.

Segundo Oliveira (2009), apenas recentemente iniciou-se estudos associados a esse componente ambiental, dado à dificuldade em ultrapassar os efeitos

---

<sup>1</sup> Odores pútridos e fétidos provenientes da cadaverina e putrescina que emanam dos cadáveres no decorrer da atividade bacteriana, gerando a decomposição dos aminoácidos que formam diaminas.

psicológicos, valores sociais e culturais associados que impediram a realização de estudos pertinentes, inclusive na implantação da maioria desses componentes.

Até pouco tempo, a preocupação ambiental era apenas com a água superficial. Porém Leli *et al.* (2012) consideram que os aquíferos têm despertado alto grau de interesse ambiental para sua preservação, surgindo a necessidade de monitorização da água subterrânea.

Em Salvador, até então, não haviam sido feitos estudos relacionados à qualidade da água subterrânea inclusive para consumo humano em áreas no entorno de cemitérios com a finalidade de detectar evidências de contaminação por necrochorume. Salvador é uma grande metrópole, com taxas de mortalidade expressivas, que, como qualquer outra de seu porte, encontra escassez de áreas para inumações, principal meio de se realizar os enterros nesta cidade. Estas dificuldades crescem a cada ano devido ao acentuado crescimento populacional e fatores como o aumento das taxas mortalidade, em especial por conta da violência urbana<sup>2</sup>, de ocorrência distribuída em toda a Cidade. Cemitérios como o Campo Santo, que é administrado pela Santa Casa de Misericórdia, abriga túmulos de ilustres, mas também realiza sepultamentos gratuitos ao acolher pessoas falecidas cuja família é de baixa renda. Estes sepultamentos somados aos que ocorrem por justificativa semelhante, mas devido à violência urbana, geram uma ampliação do risco de contaminação da água subterrânea por conta da saturação crescente na ocupação de novas covas.

---

<sup>2</sup> O Cemitério do Campo Santo realiza enterros gratuitos para pessoas carentes em covas rasas. Estas inumações são em sua maior parte de jovens, do sexo masculino, vítimas da violência urbana.

As condições da maioria dos cemitérios em atividade em Salvador, mesmo após os Termos de Ajustamento de Conduta firmados com o Ministério Público do Estado da Bahia, ainda são incipientes no que diz respeito às condições ideais de operação e monitorização com fins de proteção ambiental e a saúde. Sendo assim, este estudo tem relevância no que diz respeito às questões relacionadas à saúde pública e ambiental, especialmente, à contaminação do solo e da água subterrânea, consumida por comunidades das áreas próximas às necrópoles, as quais serão retratadas aqui por meio da investigação da qualidade da água usada ou consumida proveniente da exploração de poços no entorno da necrópole mais antiga e histórica da Cidade, o cemitério do Campo Santo.

A relevância desta dissertação está em dar enfoque à possibilidade de existência de contaminação por necrochorume na água subterrânea nas proximidades do cemitério do Campo Santo e às questões de saúde e ambiente geradas por ela, levantando para discussão as atividades cemiteriais e sua interferência nos componentes ambientais e no risco à saúde que pode existir para a população que reside no seu entorno e que consome água de poços rasos.

Os cemitérios como memoriais aos mortos envolvem questões afetivas e culturais que interferem na compreensão de toda a problemática e no reconhecimento destas áreas como locais passíveis de gerar impactos ao ambiente e à saúde. Mesmo com o avanço na legislação voltada a estas áreas e sendo a morte ainda um tabu, a preocupação com estas áreas bem como a necessidade de uma maior vigilância de seus processos e da minimização de impactos gerados por elas devem ser validados pelos órgãos competentes e

conhecidos pela sociedade em geral, especialmente pelos que usufruem dos recursos naturais afetados por elas.



## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo Geral

Avaliar a qualidade da água de poços rasos inclusive SAC e SAI (consumo humano) na região do entorno do Cemitério do Campo Santo, em Salvador-BA.

### 2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Avaliar a qualidade físico-química e microbiológica da água captada de surgências e poços rasos no entorno do cemitério do Campo Santo em Salvador-BA.
- ✓ Comparar os resultados obtidos da qualidade da água subterrânea com os parâmetros estabelecidos pelas Portarias nº. 2.914, de 12/12/2011, do Ministério da Saúde, Resolução CONAMA nº. 357, de 17/03/2005 e Resolução CONAMA nº. 396, de 03/04/2008.
- ✓ Investigar a existência de contaminação por *Clostridium perfringens* na água de poços rasos na área do entorno do Cemitério do Campo Santo, Salvador-BA.
- ✓ Georreferenciar e mapear os pontos de coleta de forma a estabelecer uma estimativa do fluxo subterrâneo, utilizando *softwares* específicos (ArcGis-SURFER).
- ✓ Elaborar mapas correlacionando os resultados obtidos com o fluxo de água subterrânea, estimado com programa específico (ArcGis-SURFER), a fim de demonstrar a dispersão dos indicadores do necrochorume no entorno do cemitério estudado.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1. Água subterrânea, o elemento vital que vem do solo**

##### **3.1.1. Água subterrânea e efeitos da urbanização e a exploração para consumo humano**

De acordo com a Resolução CONAMA nº 396/2008, um aquífero é corpo hidrogeológico com capacidade de acumular e transmitir água através dos seus poros, fissuras ou espaços resultantes da dissolução e carreamento de materiais rochosos.

A água subterrânea proveniente desses aquíferos é intensamente explorada no Brasil, sendo estimada a existência no País de pelo menos 400.000 poços (ZOBY; MATOS, 2002) e vem sendo utilizada para diversos fins, tais como, o abastecimento humano, irrigação, indústria e lazer (ANA, 2005). No Brasil, 15,6% de domicílios particulares permanentes utilizam, exclusivamente, água subterrânea (IBGE, 2002a), considerada mundialmente uma fonte imprescindível de abastecimento para consumo humano, para as populações que não têm acesso à rede pública de distribuição de água ou para aqueles que têm o fornecimento com frequência irregular (FREITAS *et al.*, 2001), sendo que em muitas cidades, este tipo de manancial é a única fonte de abastecimento.

Apesar de ser considerada menos vulnerável à contaminação que a água superficial, a qualidade da água subterrânea sofre influência das atividades humanas e de elementos característicos do meio ambiente, especialmente do solo, que fazem com que esta seja cada vez mais propensa à poluição (SANTOS; NASCIMENTO, 2010). Essas alterações antrópicas algumas vezes ocorrem de forma direta, como na superexploração da água subterrânea dos

aqüíferos, ou indireta, como na disposição superficial de efluentes, esgotos sanitários e resíduos sólidos, no uso intensivo de fertilizantes e pesticidas na agricultura irrigada e no uso excessivo de combustíveis fósseis nos meios de transportes e na geração de energia, entre outros (LIMA, 2003). As grandes cidades pressionam os recursos hídricos (vazão de captação maior do que a capacidade de reposição, combinado com a poluição industrial e domiciliar) e os solos (com poluentes carregados pelas chuvas e devido à disposição inadequada dos resíduos sólidos) (HOGAN, 2000). A contaminação por meio dos cemitérios, por exemplo, é um fator que pode levar à alteração da qualidade química e microbiológica das águas pelas substâncias e microrganismos oriundos da decomposição dos cadáveres e até de possíveis agentes causadores de doenças que podem inclusive ter vitimado, como *causa mortis*, o indivíduo sepultado.

### **3.1.2. Aspectos legais relacionados à água subterrânea**

A Lei nº 9.433/1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, representa o marco jurídico para a concepção de uma nova forma de pensar o aproveitamento dos recursos hídricos no País (ZOBY; MATOS, 2002). A Resolução nº 15, de 11 de janeiro de 2001, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), veio estabelecer que o enquadramento dos corpos de água em classes dar-se-á segundo as características hidrogeológicas dos aqüíferos e os seus respectivos usos preponderantes, a serem especificamente definidos, uma vez que poluídas ou contaminadas, sua remediação é lenta e onerosa (BRASIL, 2001). A Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do

Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. A Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências, contemplando a prevenção e controle da poluição da água subterrânea (BRASIL, 2008), constituindo-se a mais recente.

No estado da Bahia, a Lei nº 12.035, de 22 de novembro de 2010, altera os dispositivos da Lei nº 11.612, de 08 de outubro de 2009, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Em seu art. 8º, inciso V, estabelece que o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) definirá os mecanismos institucionais necessários à gestão integrada e sustentável das águas, visando estabelecer pressupostos para garantir o controle dos estudos da qualidade dos corpos d'água e a monitorização dos impactos ambientais resultantes do aproveitamento dos recursos hídricos, tais com a outorga. A outorga na Bahia é concedida pelo Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos, INEMA<sup>3</sup>, e é um instrumento utilizado para o gerenciamento e controle quantitativo e qualitativo dos usos da água, para fins de permitir uma distribuição justa e equilibrada desse recurso, proporcionando, dessa forma, a sustentabilidade hídrica da bacia estudada. A outorga pode ser suspensa por escassez, por não cumprimento de determinações estabelecidas ou pra

---

<sup>3</sup> Essa sustentabilidade hídrica se mostra em termos de equilíbrio do meio ambiente (qualidade da água), a equidade social (abastecimento público e coleta e tratamento de esgotos) e a viabilidade econômica (acesso à água para desenvolvimento de atividades econômicas), inclusive para possibilitar a disponibilidade das águas também às gerações futuras.

priorização da coletividade. Em Salvador, conforme descrito por Godoy (2013), a outorga não leva em consideração a Portaria nº. 2.914/2011 do MS e nem a Lei Nacional de Saneamento Básico, nº. 11.445/2007, e as questões voltadas à contaminação como forma de risco à saúde não interferem na concessão ou suspensão de outorga para nenhum fim.

A proteção dos recursos hídricos subterrâneos é um aspecto crítico já que os custos de remediação de aquíferos são muito altos e tecnicamente é muito difícil a sua recuperação no retorno às condições originais (ANA, 2005). O modelo de aproveitamento de recursos hídricos historicamente se concentrou nas águas superficiais, porém as informações levantadas indicam que a água subterrânea apresenta atualmente um importante papel socioeconômico no País seja pelo potencial hídrico de vários sistemas aquíferos, seja pela qualidade das suas águas (ZOBY; MATOS, 2002). Dessa forma, as leis supracitadas restringem o uso sem controle da água subterrânea por meio de instrumentos que visam conservar os mananciais subterrâneos a fim de promover a redução de alterações e impactos causados aos aquíferos que, em longo prazo, são vulneráveis a contaminantes que apresentam características persistentes e móveis (NASCIMENTO *et al.*, 2009), fazendo-se necessária a aplicação destas e a efetiva fiscalização para que as políticas públicas de proteção da quantidade e da qualidade da água subterrânea de forma ampliada possam, de fato, corroborar para a manutenção da qualidade da mesma, inclusive para fins de consumo humano, se for o caso. A Resolução CONAMA nº 396/2008 estabelece que

Os órgãos ambientais, em conjunto com os órgãos gestores dos recursos hídricos e da saúde, deverão promover a implementação de Áreas de Restrição e Controle do Uso da

água Subterrânea, em caráter excepcional e temporário, quando, em função da condição da qualidade e quantidade da água subterrânea, houver a necessidade de restringir o uso ou a captação da água para proteção dos aquíferos, da saúde humana e dos ecossistemas (BRASIL, 2008, p.5).

A Resolução CONAMA nº396/2008, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento, prevenção e controle da poluição das águas subterrâneas, estabelece em seu Art. 12, que os parâmetros a serem selecionados para subsidiar a proposta de enquadramento das águas subterrâneas em classes deverão ser escolhidos em função dos usos preponderantes, das características hidrogeológicas, hidrogeoquímicas, das fontes de poluição e outros critérios técnicos definidos pelo órgão competente, sendo enquadrados como água com risco de alteração de qualidade as Classes 3, 4 e 5:

(...) IV - Classe 3: Águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, para as quais não é necessário o tratamento em função dessas alterações, mas que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais; V - Classe 4: Águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que somente possam ser utilizadas, sem tratamento, para o uso preponderante menos restritivo; e VI - Classe 5: Águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, que possam estar com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas,

destinadas a atividades que não têm requisitos de qualidade para uso (CONAMA, 2008, p. 3).

A Resolução nº 396/2008 do CONAMA estabelece formalmente a integração desejada entre a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA) e a Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH) ao instituir a água como sendo um recurso natural limitado e dotado de valor econômico. Esse princípio tem a finalidade de garantir as funções social, econômica e ambiental das águas subterrâneas (GUIMARÃES; RIBEIRO, 2008).

### **3.1.3. Água para consumo humano e uso de soluções alternativas**

A água é essencial à sobrevivência de todos os seres vivos. Para ser consumida pode ser aproveitada como se apresenta na natureza ou tratada, de forma a atender as finalidades às quais se destina. A potabilidade para o consumo humano é o estado mais nobre da água (ROCHA; CÉSAR, 2008), mas, no entanto, a diminuição da quantidade de água doce e alteração de suas características poderão comprometer o abastecimento humano. Novamente a legislação se faz presente como uma ferramenta importante para nortear as ações de licenciamento e fiscalização. Rege e determina os padrões de qualidade para a água subterrânea e para o consumo humano, seja para fins de monitorização quanto para uso como parâmetro na detecção de alterações e contaminação ambiental. Além da legislação relacionada à água para consumo humano, a legislação ambiental visa estabelecer diretrizes para o controle e a regulamentação da conservação dos mananciais subterrâneos a fim de promover a redução de alterações e impactos causados aos aquíferos

que em longo prazo, são vulneráveis a contaminantes que apresentam características persistentes e móveis (NASCIMENTO, 2009).

De acordo com a Portaria nº 2.914/2011, do Ministério da Saúde, a água para consumo humano é aquela que é potável, destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente, da sua origem e muitas das populações humanas têm usado fontes naturais e poços artesianos como forma de complementar o abastecimento de água.

Denota-se dessa forma, a importância da preocupação com os mananciais subterrâneos, pois durante os últimos anos, este recurso começou a ser utilizado como forma complementar no sistema de abastecimento de água na maioria das grandes cidades do País (ROMANÓ, 2005). A qualidade da água para consumo humano deve ser garantida a partir de ações centradas nos conceitos de vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano, visando à prevenção e o controle de doenças e agravos relacionados à água, com vistas a promover a qualidade de vida da população, de acordo com as normas vigentes (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2003). É pertinente que haja articulação entre os órgãos competentes na troca de informações para fazer valer a legislação de forma a efetivar a proteção dos mananciais e da saúde humana que se utiliza de sistema de abastecimento alternativo.

#### **3.1.4. Vigilância em Saúde Ambiental – Prevenção de doenças e agravos com foco nos Programas VIGIÁGUA e VIGISOLO**

Registros históricos mostram que as primeiras sociedades humanas captavam a água doce para o abastecimento e seu consumo não precedia de tipo algum de tratamento. Ainda assim, essas civilizações já entendiam o conceito de água



suja e água limpa, sabendo quais águas serviam para beber e quais serviam para os outros usos (GOIS, 2013). Tal como nesta época, atualmente água sem tratamento algum continua a ser consumida por meio das soluções alternativas à rede de distribuição em muitas cidades brasileiras.

As cidades, durante o processo de crescimento e urbanização, passam por uma série de alterações em seu meio físico e social. Essas condições impactaram nas disparidades voltadas a saúde. Neste contexto houve melhoria significativa da morbi-mortalidade da população (ROCHA; CESAR, 2008), entretanto, a explosão demográfica causou interferência na dinâmica que envolvia determinadas populações ou comunidades e compartimentos ambientais, tornando-as vulneráveis a epidemias e doenças emergentes. A falta de infraestrutura e acesso a água potável e ao esgotamento sanitário, típicas de locais com ocupação inadequada do solo, uso indevido de áreas para construção de moradias como encostas, próximas a locais com fontes potenciais de contaminação, tais como um cemitério, e com a utilização de poços ou cisternas como solução alternativa à água da rede pública de distribuição é um exemplo que traz a tona questões envolvendo saúde e ambiente. Vigiar a água para consumo humano significa prevenir doenças e promover saúde.

A Vigilância em Saúde Ambiental, competente para fins de prevenção contidos nos limites da interface saúde-ambiente, busca conhecer e detectar riscos a fim de evitar danos ao ambiente que possam comprometer a saúde das pessoas, protegendo a população de agravos relacionados a um ambiente que esteja sujeito a contaminantes que se mostrem elementos de risco em potencial a

esta, tal como um cemitério implantado em local de uso de água subterrânea para fins de consumo.

De acordo com o Sistema Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental (SNVSA), a implantação da Vigilância Ambiental em Saúde passou a ter sob sua alçada apenas os fatores não biológicos (BRASIL, 2006), sendo de sua competência a Vigilância do ar, água, solo e água dentro do contexto da proteção da saúde humana na prevenção de doenças. A Vigilância em Saúde Ambiental<sup>4</sup> relacionada à qualidade da água para consumo humano (VIGIÁGUA) é de responsabilidade da área da saúde e consiste no conjunto de ações adotadas continuamente para garantir que a água consumida pela população atenda à norma de qualidade estabelecida na legislação, avaliando os riscos que a água de consumo humano pode representar para população. A vigilância deve assegurar benefícios à saúde, garantindo à população acesso à água em quantidade, qualidade e custo acessível (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2003). Sendo assim, quaisquer formas de abastecimento de água coletivas ou individuais, urbanas ou rurais, de gestão pública ou privada, intradomiciliares, como também no manancial, no sentido de preservar a qualidade da água para consumo humano, estão sujeitos a ela.

O Programa de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIÁGUA) monitoriza tanto o sistema de abastecimento público quanto o alternativo. Essa vigilância deve ser uma atividade rotineira preventiva de ação sobre estes sistemas de abastecimento a fim de garantir o combate às patologias relacionadas à água por meio do

---

<sup>4</sup> O VIGIÁGUA é o programa que se encontra há mais tempo em atividade dentro da Vigilância em Saúde Ambiental sendo o norteador da implantação da Vigilância em Saúde Ambiental de Salvador oficializada em 15 de maio de 2013, 7 anos após início das ações e ainda vinculada às ações do setor de Vigilância Sanitária.

controle da qualidade, resultando na redução das possibilidades de infecções e enfermidades relacionadas à água utilizada para consumo humano, inclusive no consumo proveniente de poços quer sejam eles SAC ou SAI, cuja água é bruta, ou seja, não tratada. Grande parte dos estabelecimentos que se utilizavam de fontes alternativas de abastecimento em Salvador foi convocada pelo Ministério Público do Estado da Bahia para se enquadrarem à Portaria nº. 2.914/2011, do MS, e, posteriormente, à fiscalização do cumprimento destes pela Vigilância em Saúde Ambiental da Secretaria de Saúde do Município de Salvador. Porém embora continue cadastrando os SAC das áreas não atendidas pela empresa delegatária de abastecimento de água, a VISAMB no momento, não faz vigilância das SAI, porém realiza orientações e atendimento a denúncias voltadas a circunstâncias relacionadas a surtos, intoxicações e outras situações que mereçam investigação da qualidade da água

A Portaria nº 2.914/2011 do MS, em seu art. 4º, estabelece que toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água, independentemente da forma de acesso da população, está sujeita à vigilância da qualidade da água, realizadas pelas secretarias estaduais e municipais de saúde. A legislação define ainda a quantidade mínima e a frequência em que as amostras de água devem ser coletadas, bem como os parâmetros e limites permitidos (DUARTE, 2011). Para tanto, deve-se ter como parâmetros de padrão de potabilidade<sup>5</sup> da qualidade da água de uma solução alternativa coletiva, análises físicas, químicas e microbiológicas tais como, cor, turbidez, pH e coliformes totais. A análise do cloro residual livre em mananciais superficiais ou subterrâneos também é considerada. Esses

---

<sup>5</sup>Conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano, conforme definido na legislação vigente, a Portaria MS nº 2.914, de dezembro de 2011.

parâmetros de avaliação da água destinada para consumo humano tem importância, pois ela pode ser veículo de transmissão de enfermidades. Essas enfermidades são causadas por bactérias, vírus, protozoários e helmintos. Nos países em desenvolvimento, em virtude das precárias condições de saneamento básico e da má qualidade das águas, as doenças diarreicas têm sido responsáveis por vários surtos epidêmicos, relacionados à água de consumo humano (LESER *et al.*, 1985 *apud* FREITAS *et al.*, 2001). Nestes surtos destacam-se os microrganismos de origem fecal (LIMA, 2007). Silva *et al.* (2006) descrevem que no Brasil as principais doenças relacionadas à água são, principalmente, as que interferem no bom funcionamento do trato intestinal, o que leva a uma associação com a contaminação hídrica de origem fecal pela falta de esgotamento sanitário ou ineficiência no tratamento ou forma inadequada ou insegura de obtenção de água para consumo humano, como o uso de água bruta. Provavelmente estes organismos causam enfermidades que variam em intensidade e vão desde gastroenterites a graves enfermidades, algumas vezes fatais e/ou de proporções epidêmicas (Tabela 1), sendo que muitas dessas doenças podem ser silenciosas e as pessoas muitas vezes não fazem diagnósticos frequentes para detectá-las (LOZZANO *et al.*, 2012).

Historicamente, há inúmeras evidências da melhoria dos indicadores de saúde pela implementação de serviços sanitários e melhoria na qualidade da água obtida pela população. Diarreias, tracoma, verminoses e doenças feco-orais como a febre tifóide foram reduzidas, significativamente, e ausências e deficiências no sistema de abastecimento acarretam mais de 82.200.000 vidas perdidas no mundo (HELLER; PÁDUA, 2006). Em paralelo, muitas doenças relacionadas à água (DRH) de notificação compulsória, como no caso da febre

tifoide<sup>6</sup>, são subnotificadas e nem sempre ocorre investigação quer seja das fontes e vias de contaminação, que no caso das gastroenterites e diarreias, torna difícil atrelar a enfermidade com a causa que pode ser água contaminada com microorganismos e substâncias provenientes do necrochorume, caso haja exposição a este composto. Foi encontrado apenas um (1) caso de Febre tifóide em Salvador nos períodos de 2007 a 2012 (DATASUS, 2014) e três (3) casos notificados no presente ano. Entretanto, essas doenças aparentemente controladas ou erradicadas podem tornar-se reemergentes caso haja falhas nos processos de abastecimento ou uso de água de qualidade duvidosa, especialmente em locais vulneráveis. Outra situação encontrada é as condições de saúde do exposto, a faixa etária, condições de nutrição e imunidade além da concentração ingerida do organismo e da dose infecciosa mínima requerida para o início da doença, são fatores que influenciam na incidência e prevalência de uma patologia e traduzem a relação entre perigo e risco<sup>7</sup>. A Vigilância Epidemiológica é um dos atores que colaboram na associação de doenças e agravos ao risco, que no contexto de Vigilância à Saúde é um meio de adotar boas práticas para o gerenciamento do risco (SOARES, 2010), que deve ocorrer juntamente com o controle ambiental e a avaliação laboratorial realizada pela Vigilância em Saúde Ambiental.

---

<sup>6</sup> Último caso notificado em Salvador até 2012 (DATASUS, 2014).

<sup>7</sup> Esses elementos, perigo e risco, estão associados não de uma maneira inexorável, pois para o perigo de fato se traduzir em risco é preciso que uma série de condições se cumpra, por exemplo, considerando as doenças transmissíveis (PROSAB, 2009)

Tabela 1. Doenças causadas por microrganismos veiculados pela água

Doenças	Grupo	Agentes causadores	
		Espécies	Características
<b>Febre tifóide</b>	Bactérias	<i>Salmonella typhi</i>	Bacilo gram negativo, anaeróbio facultativo
<b>Gastrenterite, diarreia</b>		<i>Shigella dysenteriae</i>	Bacilo gram negativo, anaeróbio facultativo, imóveis
<b>Pode provocar pneumonia</b>		<i>Legionella pneumophila</i>	Bacilo gram negativo, anaeróbio ou facultativo.
<b>Leptospirose</b>		<i>Leptospira interrogans</i>	Em forma de hélice flexível, gram negativo, aeróbio
<b>Cólera</b>		<i>Vibrio cholerae</i>	Bacilo reto ou curvo, gram negativo, aeróbico
<b>Infecções do ouvido, olhos e hospitalares</b>		<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Bacilo gram negativo, aeróbio
<b>Gastrenterites</b>		<i>Clostridium perfringens</i>	Bacilo gram positivo, esporulado, anaeróbio
<b>Pode provocar diarreias, dores abdominais</b>		<i>Escherichia coli</i>	Bacilo reto, gram negativo, anaeróbio facultativo
<b>Amebíase(Diarréia amebiana)</b>		<i>Entamoeba histolytica</i>	Locomove – se e alimenta – se por pseudópodes. As formas infectantes são císticas.
<b>Poliomelite, meningite, infecções assintomáticas</b>	Vírus	<i>Enterovírus</i>	Isocáedrico, relativamente resistente em águas poluídas
<b>Gastrenterites</b>		<i>Rotavírus grupo B</i>	Isocáedrico, estável até pH 3,0 e relativamente resistente ao calor
<b>Hepatite infecciosa</b>		<i>Hepatite A</i>	Isocáedrico, muito estável, resistente em meio ácido e temperatura elevada
<b>Infecções respiratórias, conjutivites</b>		<i>Adenovírus</i>	Isocáedrico, resistente no ambiente
<b>Giardiase(Diarréia e cólica)</b>	Protozoários	<i>Giardia lamblia</i>	Flagelado com simetria bilateral
<b>Criptosporidiose</b>		<i>Cryptosporidium</i>	Resistente à cloração

Fonte: Espíndula, 2004.

Sendo assim, o uso de água subterrânea captada de poços rasos sem tratamento, desconhecendo-se a sua qualidade bacteriológica e físico-química, pode vir a tornar-se um fator de risco aos seres humanos que a utilizam, pelo seu potencial de transmitir doenças causadas pela presença de bactérias patogênicas e pela elevada concentração de nitrato (AYASH, 2011) e nitrito que podem também ter origem nos despejos orgânicos advindos de fossas sépticas, esgotos ou outras fontes de dejetos, além do necrochorume, cujas evidências documentadas ao longo da história, principalmente antes da

Reforma Sanitária, indicam este componente como causa de várias epidemias pelo mundo.

Vírus e príons são virulentos em presença de célula hospedeira e podem ser inativados durante o processo natural de filtração do solo, mas apesar disso podem ser resistentes (alta persistência) às condições ambientais e embora sejam adsorvidos nos grãos contidos no solo podem facilmente se desagregar e voltar a mobilidade inicial, passando à zona saturada.

Na pesquisa realizada por Lozzano *et al.* (2012), foi constatado que os usuários de poços na área estudada desconheciam a presença do necrochorume, bem como os riscos do uso de água de poço contaminada por esta substância origina danos aos cemitérios da região estudada.

O Programa de Vigilância Ambiental em Saúde de Populações Expostas ou Sob Riscos de Exposição à Solos Contaminados (VIGISOLO) tem o objetivo de identificar os fatores ambientais de risco à saúde, para desenvolver ações de prevenção e controle de doenças e agravos à saúde de populações expostas ou sob risco de exposição a solos contaminados. O VIGISOLO está subordinado ao VIGIPEQ - Programa de Vigilância de Populações Expostas a Contaminantes Químicos e começou ser estruturado em 2004, visando recomendar e instituir medidas de promoção da saúde, prevenção dos fatores de risco e atenção integral à saúde das populações expostas, conforme preconizado no SUS (ALONZO *et al.* 2009).

Sua base legal provém da Portaria GM/MS nº 1.172, de 15/06/2004, que estabelece como prioridade a identificação de áreas com populações expostas a solos contaminados, para implantação da Vigilância Ambiental em Saúde, em municípios com população a partir de 100.000 habitantes. A Vigilância em

Saúde Ambiental de Salvador (VISAMB) vem identificando áreas com populações expostas ou sob risco de exposição e realizando o cadastro de áreas de solo contaminadas ou potencialmente contaminadas desde 2006. Atualmente há pouco mais de 100 áreas cadastradas no Sistema de Informação do VIGISOLO (SISSOLO), dentre elas, hortas urbanas, postos de combustíveis e cemitérios.

O Programa VIGISOLO tem como meta inicial identificar por meio de Ficha de Campo e cadastrar áreas com população sob risco de exposição ou exposta à contaminação do solo. Como metodologia de ação, tem-se prioritariamente a identificação da área *in loco*, informando dados acerca do local, o tipo e estimativa da população no entorno, se pública ou privada, tipo de abastecimento local, e existência de estudos ou confirmação de contaminação e verificação de rotas completas de exposição. Estes últimos itens priorizam a área em questão para fins de cadastro e intervenção. Utilizam-se prioritariamente dados secundários como aporte para investigação de exposição humana e medidas cabíveis no gerenciamento do risco. No SISSOLO há campos<sup>8</sup> (Anexo C) indicando os possíveis contaminantes que afetam a área e o tipo de área categorizada de forma específica. Cemitérios não são citados e para fins de cadastro, foram considerados como área de

---

<sup>8</sup>**AD (Área Desativada)** - Área onde a atividade que deu origem à (suspeita de) contaminação está parada, permanente ou temporariamente, sendo o poluidor conhecido ou não. Também destinado à classificação de áreas onde, por falta de informações, não está clara a tipologia; **AI (Área Industrial)** - Área onde ocorre processamento (ou capacidade produtiva) e transformação de matérias-primas em insumos até a geração de resíduos (em diferentes frações). Neste caso é necessário preencher o campo 19 com a tipologia da atividade industrial.

**ADRI (Área de Disposição de Resíduos Industriais)** - Área onde ocorra ou ocorreu disposição de resíduos industriais, com potencial de colocar em risco à saúde das populações humanas. **UDRU (Área de Disposição de Resíduos Urbanos)** - área onde ocorra ou ocorreu disposição de resíduos urbanos, com potencial de colocar em risco à saúde das populações humanas. **DA (Depósito de Agrotóxicos)** - Área de armazenamento de agrotóxicos, obsoletos ou não e depósitos de embalagens de agrotóxicos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2009)



disposição final de resíduos urbanos, para que fossem contemplados como locais sob suspeita de contaminação química e microbiológica. Porém o Programa preconiza que o cadastro seja feito somente em caso de contaminação ou risco de contaminação de natureza química, e em áreas onde haja prioritariamente contaminantes já determinados, em especial arsênio, chumbo, mercúrio, cádmio e benzeno.

Esses dois programas podem ser operacionalizados em um campo de trabalho onde existam áreas com solo potencialmente contaminado e uso de soluções alternativas de abastecimento de água, como nas comunidades com populações em situação vulnerável. A determinação da qualidade da água para consumo humano provenientes de poços por si só já é um item do processo da análise do risco em áreas e populações vulneráveis a contaminantes que possam potencialmente trazer malefícios à saúde. A crescente vulnerabilidade das fontes superficiais e subterrâneas de água tem aumentado os riscos à saúde por meio da ampliação da população exposta a agentes químicos e microbiológicos (BARCELLOS *et al.*, 1998). Ocorre, muitas vezes, vulnerabilidade ambiental por conta de elementos e características do ambiente, como por exemplo, presença de manancial subterrâneo aflorante que é mais passível de contaminação seja natural ou antrópica. Porém, o risco real se efetivará no contato com uma carga contaminante cuja ação impactante sobre o meio ambiente será, de fato, um fator que determinará o risco, daí a necessidade de se estabelecer uma relação entre a existência de evidências e estudos voltados à presença desse contaminante no local afetado ou suspeito e vinculação das consequências do contato deste com a população exposta como doenças e agravos.

O Ministério da Saúde, por meio do Programa VIGISOLO (incluído atualmente no Programa VIGIPEQ), não contempla as áreas de cemitérios como contaminadas e sequer como prioritárias, bem como o Programa VIGIÁGUA e a legislação para consumo humano atualmente tem restrições quanto ao uso de sistemas de abastecimento alternativos em especial aqueles que estão em áreas vulneráveis ao risco à saúde. Foi realizado pela Vigilância em Saúde Ambiental de Salvador o cadastro no SISOLO de todos os cemitérios de Salvador (área continental) com o uso de ficha de campo (ANEXO C) específica. Com relação à área em estudo e proximidades, Nascimento e Barbosa (2005) indicam que a qualidade da água nas bacias hidrográficas do Lucaia e Camarajipe, que apesar de estarem distantes da área do cemitério, fazem parte do Alto Cristalino de Salvador, está comprometida devido a ocorrência de metais com maior incidência de valores acima do que permite a legislação atual, sendo alguns considerados prioritários pelo Programa, tais como o chumbo e o arsênio, encontrados em níveis altos de concentração em alguns pontos da região desse “horst”. Essa informação respalda o cadastro de algumas dessas áreas no SISOLO, já que o Programa só prevê campos ou lacunas voltadas a informações de áreas sob suspeita ou com suspeita de contaminação química, sendo a microbiológica apenas adicional, mas não a principal. Encontrou-se também um teor alto de ferro (VMP - 2,4mg/L) que no organismo humano pode ser responsável pela formação de radicais livres, carcinogênicos, além do chumbo. A presença em água potável favorece o aparecimento de microrganismos patogênicos e influencia a absorção de cobre e chumbo no organismo.

### 3.1.5. Água subterrânea para consumo humano

Com ocorrência natural ou artificial no subsolo (BRASIL, 2008), os tipos de água normalmente originadas da chuva, que ocorrem abaixo da superfície da terra e são filtradas naturalmente pelas rochas que possuem boa porosidade e permeabilidade, as chamadas aquíferas (BARBANTI; PARENTE, 2002), são utilizadas por boa parte da população como forma de abastecimento complementar ou exclusivo. A água que se acumula nos espaços intersticiais dos grãos, nas fraturas ou vazios das rochas é muitas vezes explotada como a única fonte de abastecimento para muitas famílias que vivem em condições estruturais precárias ou sem acesso ao saneamento básico, incluindo a rede de distribuição de água.

Os poços mais utilizados para captação de água subterrânea são os poços rasos, que comumente são furados manualmente e recebem nomes diferentes pelo Brasil afora, tais como, poço amazonas, cisterna, cacimba, cacimbão, poço caipira ou simplesmente “poço” (SOARES, 2010).

Figura 01. Poço raso utilizado para fins de consumo humano



Fonte: Própria.

As cidades são consideradas espaços hegemônicos de produção e de concentração com complexas infraestruturas, que se transformam em espaço de riscos em função da ocupação inadequada, com maior densidade demográfica e, conseqüentemente, com os mais variados tipos de problemas ambientais (AYASH, 2012). Poluentes oriundos de diversas formas de produção ou derivados das atividades humanas contaminam o ambiente juntamente com os elementos característicos do próprio, especialmente do solo, fazendo com que a água subterrânea seja cada vez mais propensa à poluição (SANTOS; NASCIMENTO, 2010). A própria implantação de moradias em locais sem saneamento básico ou estrutura planejada já degrada o ambiente desde o momento do povoamento. A remobilização das camadas do solo, o uso desordenado e inadequado como na fixação de casas em encostas e a implantação de atividades geradoras de fontes de contaminação degradam os mananciais subterrâneos de água impedindo que eles continuem ou sejam adequados ao uso para consumo humano. Alternativas ao esgotamento sanitário como uso de fossas rudimentares, por exemplo, podem comprometer a qualidade ambiental da região impactando solo, mananciais de água subterrâneas e afetando a saúde dos indivíduos ali residentes. Ainda que a água subterrânea seja naturalmente mais protegida dos agentes contaminantes do que a superficial. LEMOS *et al.* (2002) consideram que a grande expansão dessas atividades humanas nas áreas urbanas e rurais têm provocado a poluição pontual destas áreas. Essas atividades antrópicas algumas vezes ocorrem de forma direta, como na superexploração da água subterrânea dos aquíferos, ou indireta, como na disposição superficial de efluentes, esgotos e resíduos sólidos; no uso intensivo de fertilizantes e pesticidas na agricultura

irrigada e no uso excessivo de combustíveis fósseis nos meios de transportes e na geração de energia, entre outros (LIMA, 2003). A contaminação por meio dos cemitérios também leva à alteração da qualidade química e biológica das águas pelas substâncias e microrganismos oriundos da decomposição dos corpos. Bactérias, vírus, compostos nitrogenados, metais pesados são os principais contaminantes causadores de problemas à saúde ambiental e humana. Em 1988, a ONU publicou por meio da OMS um documento alertando a sociedade à respeito dos malefícios provenientes de cemitérios mal instalados ou operacionalizados (UCISIK; RUSHBROOK, 1998)<sup>9</sup>. Este Relatório afirma que cemitérios poderiam causar impactos ao ambiente, com a liberação de substâncias orgânicas e inorgânicas e de microrganismos patogênicos para o solo e o lençol freático.

A preocupação com a contaminação do solo por cemitérios deixou de ser meramente sanitária, como no século XIX, e passou a ser também ambiental. Dentro da perspectiva da saúde ambiental e da saúde pública, as implicações do risco potencial que um cemitério gera quando contamina o solo ou o aquífero local favorece investigações voltadas a esses compartimentos ambientais, visando buscar evidências da existência de impactos ambientais e à saúde da população exposta.

---

<sup>9</sup> Já firmava que um fator importante deve ser considerado antes de usar aquíferos sob cemitérios como fontes de água, especialmente os aquíferos rasos, devido à distância entre estes e os pontos para captação.

### 3.1.6. Vulnerabilidade de aquíferos e água para consumo humano

“No século IV a.C. os escritos de Hipócrates ofereceram um Tratado denominado Ares, águas e lugares, afirmando que “a influência da água sobre a saúde é muito grande”, buscando apresentar relações de causa e efeito entre fatores do meio físico e as doenças, de modo a embasar o conhecimento das doenças endêmicas e epidêmicas, que permaneceram válidas até o séc. XIX (ROCHA; CESAR, 2008).

Metrópoles e megalópoles são espaços hegemônicos de produção e de complexas infraestruturas e constituem também espaço de riscos variados dadas as atividades produtivas realizadas em seu interior. A interferência humana e os processos produtivos geram impactos de ordem e dimensão variada que afetam todos os compartimentos ambientais e muitas vezes são convertidos em problemas de saúde desta mesma população.

Segundo Nascimento *et al.* (2009), nas zonas urbanas o risco à poluição dos sistemas aquíferos é muito grande considerando a grande aglomeração humana. A poluição atmosférica, as substâncias perigosas derivadas de efluentes e resíduos sólidos contaminam o solo, bem como a presença de microrganismos e vírus, que expõem ao risco comunidades que se utilizam desse recurso como alternativa para o abastecimento de água. A água para esse consumo é captada de poços muitas vezes perfurados sem qualquer cuidado ou critério. Estudos da vulnerabilidade<sup>10</sup> em aquíferos são importantes, pois por meio deles é possível conhecer fatores tais como a hidrogeologia de

---

<sup>10</sup>A vulnerabilidade natural de um aquífero pode ser definida como a sensibilidade do estrato geológico frente a uma carga contaminante (ESPÍNDULA, 2004).

uma área em questão, levando ao conhecimento das condições de propensão à contaminação de um aquífero e um possível comprometimento à qualidade da água.

De um modo geral, o termo vulnerabilidade é compreendido como sendo a suscetibilidade do aquífero à contaminação (KEMERICH *et al.*,2011).

Para Nascimento (2008), o termo vulnerabilidade se associa exclusivamente ao meio, ou seja, ao tipo de aquífero (Figura 2), sendo intrínseca às características deste; a cobertura formada pela zona insaturada, à permeabilidade; à profundidade do nível freático e à recarga, sem levar em conta os contaminantes. Ou seja, se leva em consideração apenas fatores intrínsecos à hidrologia e geologia local. Um aquífero livre, freático ou não confinado é aquele em que as camadas rochosas sedimentares porosas são permeáveis mas limitado na base por uma camada impermeável, onde a pressão da água na superfície da zona saturada está em equilíbrio com a pressão atmosférica com a qual se comunica livremente, sendo este mais vulnerável a contaminantes que o confinado que é aquele que se encontra entre duas camadas rochosas impermeáveis ou o contato de uma camada permeável com uma impermeável sobrejacente, no qual a pressão da água na superfície da zona saturada é maior do que a pressão atmosférica naquele ponto, o que faz com que a água ascenda no poço para além da zona aquífera (SANTOS *et al.*, 2007).

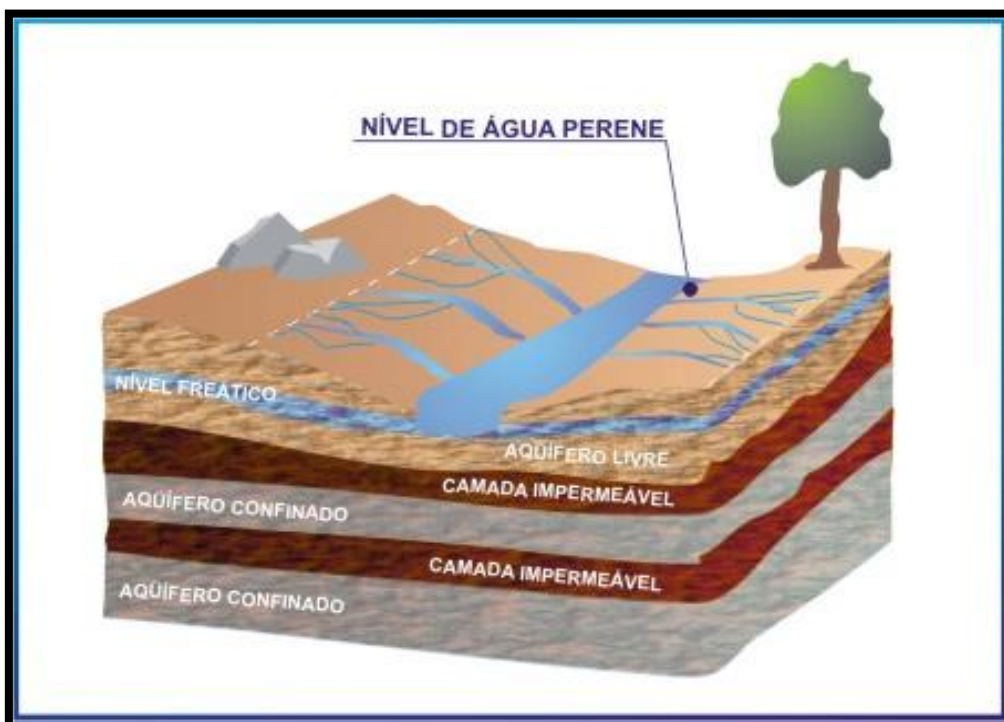
A vulnerabilidade natural se costuma calcular e expressar em termos hidrogeológicos, como por exemplo, a profundidade do nível freático, a permeabilidade etc. Pelo contrário, vulnerabilidade específica da água

subterrânea costuma-se expressar em termos de riscos frente a um determinado impacto (RIBEIRA, 2004).

O conceito de vulnerabilidade de aquíferos, segundo Ribeira (2004), foi inicialmente utilizado por Le Grand (1964), nos EUA, e Albin et Margat (1970), na França, e mais amplamente nos anos 1980 por vários outros autores (ALLER *et al.*, 1985; BACHMAT; COLLIN, 1987; FOSTER, 1987; FOSTER: HIRATA, 1988). Desde então, esse conceito tem sido usado para expressar, por exemplo, características intrínsecas que determinam a sensibilidade de um aquífero ser adversamente afetado por uma carga contaminante antrópica imposta (FOSTER, 1988 *apud* KEMERICH, 2011).



Figura 2. Representação do aquífero livre e confinado<sup>11</sup>



Fonte: Borghetti e Rosa Filho (2004).

Estudos realizados por Nascimento (2009) no aquífero do Alto da Cidade do Salvador, pelo método DRASTIC, foi efetuado a partir de dados de quase uma centena de poços tubulares, permitindo concluir que a vulnerabilidade do aquífero é variável, aumentando a partir do compartimento morfológico situado à oeste da falha do Iguatemi em direção Leste ao Oceano Atlântico.

A água para consumo humano é captada de poços e utilizada ou consumida sem tratamento algum. De acordo com a Portaria nº 2.914/2011, do Ministério da Saúde, a água para consumo humano é aquela que é potável, destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem. Quaisquer formas de abastecimento de

<sup>11</sup> No Alto Cristalino de Salvador a cobertura regolítica sobre o embasamento cristalino tem uma espessura média de  $20 \pm 2,5$  metros. A cobertura regolítica e o cristalino formam de um modo geral um sistema aquífero confinado, com o nível estático pouco profundo, apresentando um valor médio de 5,4 metros de profundidade, podendo variar estatisticamente de 4,0 a 7,0 metros, considerando um intervalo de confiança de 95 % e  $n=98$  (NASCIMENTO; BARBOSA, 2005).

água sejam elas, coletivas ou individuais, urbanas ou rurais, de gestão pública ou privada, intradomiciliares, como também no manancial, no sentido de preservar a qualidade da água para consumo humano, estão sujeitas a esta Portaria.

A qualidade da água para consumo humano deve ser garantida a partir de ações centradas nos conceitos de vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano, visando a prevenção e o controle de doenças e agravos transmitidos pela água, com vistas a promover a qualidade de vida da população, de acordo com as normas vigentes (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2003, p.23).

Aquíferos e soluções alternativas localizadas em locais vulneráveis, na presença de contaminantes variados propiciando risco à sua qualidade, podem constituir um problema de saúde pública quando usadas a fins de consumo humano, fazendo-se necessário conhecer o grau de potabilidade e qualidade da água, para saber se ela é adequada a esse fim.

### **3.1.7. Soluções alternativas de abastecimento para consumo humano**

Soluções alternativas são formas de abastecimento com captação superficial e subterrânea, com ou sem canalização e são usadas de forma coletiva e individual, seja em estabelecimentos prestadores de serviço e condomínios ou nas residências, atendendo a apenas uma família.

O Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIÁGUA) do Ministério da Saúde visa desenvolver ações de

vigilância da qualidade da água para consumo humano que garantam à população acesso à água em quantidade suficiente e qualidade compatível com o padrão de potabilidade, de acordo com a legislação vigente (DANIEL; CABRAL, 2011), inclusive em soluções alternativas, sejam elas coletivas ou individuais.

Parte da população de Salvador é usuária dessa modalidade não apenas devido ao abastecimento intermitente ou inexistente por rede de distribuição, mas também por medida de economia e questões culturais.

Salvador possui fontes naturais de água ainda ativas localizadas em muitas áreas da Cidade além dos poços encontrados escavados na implantação de um bairro ou localidade, surgem novos todos os dias, seja com outorga, devidamente legalizado, seja de forma informal e ilegal perante a legislação que rege o controle e monitorização de captação e uso de águas subterrâneas no Município.

Para tanto, deve-se ter como parâmetros de potabilidade da qualidade da água de uma solução alternativa coletiva, análises físico-químicas e microbiológicas, tais como, cor, turbidez, pH e coliformes totais, entre outros que são utilizados como parâmetros de qualidade de água subterrânea. A análise do cloro residual livre em mananciais superficiais ou subterrâneos, também é considerada. Esse controle por meio de parâmetros de avaliação específicos permite a identificação de fatores de risco e de morbi-mortalidade em doenças e agravos (DANIEL; CABRAL, 2011), na transmissão pela água de agentes como bactérias, vírus, protozoários e helmintos.

Com relação à balneabilidade e potabilidade da água captada, a legislação que rege atualmente a água subterrânea e para fins de consumo humano no País é

constituída, respectivamente, das Resoluções CONAMA nº357/2005 e CONAMA nº 396/2008 e a Portaria nº 2.914/2011, do Ministério da Saúde, que estabelecem parâmetros para avaliar a qualidade da água de acordo com critérios como, por exemplo, a classe a que pertence a água em questão, o uso e os fins desta.

De acordo com Godoy (2013), a partir de 2012, o Programa VIGIÁGUA de Salvador passou a adotar também o que está estabelecido pela Lei nº. 11.445/2007, a Lei Nacional de Saneamento Básico, vetando o uso da água subterrânea para consumo humano, por meio de poços rasos ou profundos, exceto em local onde haja descontinuidade no abastecimento por mais de 6 horas diárias (intermitência), ou que não exista a rede de distribuição de água em operação.

As soluções alternativas, que nem sempre passam por tratamento adequado, devem ser evitadas em detrimento da água do SIAA e por isso não são recomendadas pela referida Portaria já que não são consideradas seguras. Góis (2013) considera que estas devem ser estudadas de forma independente uma vez que cada tipo de solução apresenta fatores de risco e de vulnerabilidade diferentes, podendo, logo, trazer riscos à saúde dos usuários.

### **3.2. Cemitérios, meio ambiente e saúde pública**

Saúde pública, na visão de Ayash (2011), é a ciência e a arte de promover, proteger e recuperar a saúde por meio de medidas de alcance coletivo e de motivação da população. Por meio das ações de atenção, vigilância, controle de infecções, de saneamento do meio, do controle de incidência de doenças emergentes e implementação de políticas e programas de saúde que visem o bem estar coletivo, a saúde pública tem como objetivo atuar na organização dos

elementos voltados à saúde do indivíduo e das populações e nas ações preventivas e de controle dos processos de saúde – doença. Os cemitérios são áreas que podem trazer implicações nestes processos que envolvem a saúde humana e ambiental e que representam risco no tocante a estas questões. O necrochorume já foi identificado como contaminante do solo e das águas subterrâneas e pode causar doenças em pessoas expostas às rotas de contaminação específicas em mais de uma via de exposição.

### **3.2.1. Necrochorume e suas implicações para o meio ambiente e a saúde humana**

Os cemitérios se assemelham a um tipo especial de aterros sanitários (SANTOS, 2007; DENT; KNIGHT, 2005) cujos resíduos liberados por meio da secreção da dissolução pútrida dos corpos (SILVA *et al.*, 2006) que origina líquido mal cheiroso e acinzentado, o necrochorume. O necrochorume é tão poluente e nocivo ao meio ambiente quanto qualquer outra substância orgânica e inorgânica e não se conhece muito à respeito de sua dispersão no solo e água.

Devido a essas características desse composto, Ucisik e Rushbrook (1998) consideraram ser útil examinar resíduos do escoamento de cemitérios como um potencial análogo ao do destino dos lixiviados de aterros. Estes aterros especiais, geram os produtos da coliquação<sup>12</sup>, evento que ocorre normalmente no primeiro ano após a morte, onde se obtém uma solução aquosa, solúvel em água, rica em sais minerais e substâncias orgânicas degradáveis, de tonalidade castanho-acinzentada, viscosa, de cheiro forte e com grau variado de patogenicidade (MATOS; PACHECO, 2002). Essa substância de caráter

---

<sup>12</sup> Fenômeno assim denominado na Resolução CONAMA n° 335, de 03 de abril de 2003.

viscoso pode contaminar aquíferos freáticos (MARCOMINI; CASTRO, 2010) e, segundo Rodrigues (2003), pode ser considerado uma água residuária, sendo constituída de 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas, duas delas altamente tóxicas, que sendo solúveis em água pode ter halos de dispersão longos.

A decomposição destas substâncias orgânicas (10%) pode produzir certas diaminas, como a cadaverina, um líquido venenoso xaroposo e a putrescina (SMITH *et al.*, 1983 *apud* MIGLIORINI, 1994). Um corpo adulto de 70kg pode formar 40 litros de necrochorume, o qual também pode conter microrganismos patogênicos (CASTROL, 2008; FEITOSA; MANOEL FILHO, 1997; MACEDO, 2004).

O necrochorume é mais viscoso que a água, com densidade média de  $1,23\text{g/cm}^3$  e com pH numa faixa entre 5 a 9, na temperatura de 23 a 28°C. A putrescina e a cadaverina integram um meio de proliferação bacteriana solúvel em água podendo ser veiculado para fora da área do cemitério (MIGLIORINI, 2006), percolar no solo e causar danos à qualidade da água de mananciais e na captação de poços que são utilizados pela população vizinha das necrópoles, favorecendo dessa forma o aparecimento de patologias relacionadas à água, fato que afeta diretamente a saúde pública (MIGLIORINI, 2006). É relevante a preocupação com a água subterrânea já que sua contaminação por esse tipo de empreendimento, mesmo com adequada implantação e respeitando todas as medidas de proteção ambiental, é um problema de saúde pública (LELI *et al.*, 2012) que se amplia quando essa água se presta ao abastecimento e consumo humano.

Dentre as várias formas de poluição, a que ocorre nos cemitérios está entre as mais difíceis de serem detectadas, pois a contaminação por necrochorume se dá de forma silenciosa e sutil (LEITE 2009), podendo alcançar distâncias significativas para além de sua origem (CAMPOS, 2007).

Em geral as pessoas não se dão conta de que uma área de cemitério traz riscos de contaminação ambiental e à sua saúde. Porém, a problemática acerca dos cemitérios vai muito além do que a maioria das pessoas consegue mensurar (MARCOMINI; CASTRO, 2010). A população com moradias próximas a cemitérios em geral é de baixa renda e alicerça suas moradias em encostas no entorno de cemitérios e outras áreas vulneráveis. Nascimento (2005), afirma também que mesmo a classe média vem utilizando a água subterrânea como medida de economia no abastecimento de condomínios residenciais e clubes, tornando comum, por exemplo, o uso dessa água na lavagem de veículos em postos de gasolina. Neste caso há exposição dos trabalhadores, que não necessariamente pertencem à comunidade afetada, principalmente por via cutânea, como também pela ingestão eventual da água usada nessa lavagem.

A área em questão denota um conflito entre a malha programada e o espaço vivido, de onde emergem novas territorialidades e problemas ambientais (BACKER, 1991 *apud* MONKEN, 2010), que são específicos quando da existência de áreas de atividade cemiterial e onde existam fatores de vulnerabilidade ambiental.

As comunidades que vivem no entorno das áreas de influência de cemitérios e se utilizam de recursos como água de fontes, cisternas e poços tubulares como forma de suprir ou complementar o abastecimento para o consumo humano

estão em situação de vulnerabilidade social e ambiental e os resultados já encontrados (ALMEIDA, 2006) alertam para a necessidade de se promover investigações sistemáticas na água subterrânea, inclusive para consumo humano em áreas residenciais próximas a cemitérios, onde há exploração de água por meio de poços e fontes naturais

De acordo com Romanó (2005), houve casos de ocorrência de patógenos causadores da poliomielite e hepatite em profundidades da ordem de 40m a 60m, respectivamente, em poços tubulares perfurados em rochas sedimentares cenozóicas da Formação São Paulo. Isso demonstra que a contaminação pode chegar a grandes profundidades e extensão, comprometendo toda uma região que está sendo abastecida com aquele lençol de água. Dessa forma, o risco de veiculação de doenças se agrava em especial com a utilização dessa água para o consumo humano.

Existem riscos para a saúde pública no tocante ao uso dessa riqueza natural, o qual pode estar com sua qualidade para o consumo humano comprometida a ponto de tornar-se veículo para transmissão de diversas enfermidades causadas por vírus e microrganismos patogênicos oriundos do processo de decomposição da matéria orgânica dos corpos. O consumo de água subterrânea proveniente de soluções alternativas localizadas em áreas onde há recursos hídricos com potencial de vulnerabilidade agrava o risco. Esse risco pode ser indicado por fatores, tais como, a quantidade de chuvas em zona de recarga, o tipo de solo, de inumação dos corpos, a profundidade das águas subterrâneas e a topografia, tais como em áreas de várzeas (COSTA; SOUZA, 2007), além da presença, tipo de contaminantes e intensidade da contaminação.



Considerando que nessas áreas vulneráveis muitas vezes localizam-se cemitérios, faz-se necessário conhecer o grau de potabilidade e qualidade da água, para saber se ela é adequada ao consumo humano. É interessante um levantamento de informações sobre a qualidade da água subterrânea, inclusive quando usada para consumo humano, para avaliar a qualidade físico-química e microbiológica em sistemas de abastecimento alternativos coletivos ou individuais (SAC e SAI) em uma área de influência de cemitério, de modo a verificar se a água consumida está em conformidade com os parâmetros e índices exigidos nas Resoluções CONAMA nº 396/2008 e nº 357/2005 e na Portaria nº 2.914/2011, do Ministério da Saúde, e assim fornecer dados para a discussão acerca dos impactos gerados ao meio ambiente e à saúde humana por meio do consumo da água subterrânea nesta região.

Pires e Garcias (2008) sugerem que os impactos ambientais têm a necessidade de estudos mais aprofundados, visando buscar soluções eficientes e imediatas para o caso dos cemitérios no contexto de mazela urbana dentro dos municípios, devendo ser incluídos na pauta emergencial da gestão ambiental.

### **3.2.2. Aspectos legais relacionados aos cemitérios**

A partir do século XVII foi adotado mais comumente o enterro dos corpos dos mortos.

Era comum encontrar corpos abandonados às ruas, de indigentes, de escravos que não eram reclamados por seus donos. A Igreja incentivava e organizava os enterros, mas segregava os ricos e pobres pelos locais onde eram enterrados.

Para ficar o mais próximo possível do paraíso, as pessoas queriam ser enterradas no interior ou ao redor de uma igreja (CARNEIRO, 2008).

Com a superlotação dessas igrejas e questões voltadas à insalubridade, foram instituídas áreas que passaram a ser chamadas de cemitérios ou campos santos, sendo implantados de preferência em local distante ou à margem das cidades.

O crescimento populacional foi um fator determinante para a necessidade de construção de novos cemitérios e com isso foram sendo destinadas novas áreas para essa finalidade em geral se mostraram inadequadas para essa finalidade (ROMANÓ, 2006). Esse fato somado à falta de preocupação com possíveis impactos ambientais no despojo dos corpos em decomposição, à demora no estabelecimento de medidas de normatização e controle destas áreas e atividade e à ineficiente gestão e administração destes locais ao longo de anos, que somente após 2003 passou a ter fiscalização efetiva dos órgãos competentes, tornou difícil o cumprimento das normas legais que visam à melhoria contínua e o aprimoramento da gestão ambiental de cemitérios. Era imprescindível e necessário nortear a implementação e execução de normas e políticas públicas adequadas (COSTA; SOUZA 2007) no contexto ambiental e da saúde pública e executá-las por meio da fiscalização dessas áreas com emissão de licenças ambientais dentro do rigor da lei, inclusive exigindo medidas de proteção e medidas mitigadoras contra danos ambientais.

Como ferramenta fundamental para o planejamento e a gestão de um cemitério, destacam-se as Resoluções CONAMA nº 335/2003 e nº 402/2008, que regulamentam o licenciamento e adequação de cemitérios. A Resolução CONAMA nº 402/2008 altera os artigos 11 e 12 da Resolução CONAMA nº

335/2003 e passa a exigir dos órgãos estaduais e municipais que estabeleçam critérios para adequação dos cemitérios até 2010 e, no plano de encerramento das atividades, incluam medidas de recuperação da área e indenização das possíveis vítimas, informações que devem constar em um licenciamento ambiental. O descumprimento dessas disposições implicará em sanções penais e administrativas. As Resoluções CONAMA nº 335/2003 e nº 402/2008 são recentes em relação à situação da maioria dos cemitérios, mas obrigou as administrações das necrópoles a tomarem providências quanto às intervenções e ajustes de acordo com as normas e regras vigentes, buscando as adequações necessárias para possíveis problemas de ordem ambiental, de acordo com o solicitado nas Resoluções.

Como a maioria dos cemitérios brasileiros, principalmente os públicos, é antiga e a concessão de licença ambiental depende da adequação às Resoluções CONAMA, torna-se necessário firmar Termos de Ajustamento de Conduta (TAC), tendo em vista condicionantes para sua concessão. Esta adequação terá um prazo maior para que seja efetivada, com a correção do solo ou a correta destinação ambiental e sanitária dos resíduos sólidos, não humanos, resultantes da exumação dos corpos. A assinatura do documento deverá ser acompanhada de um projeto ambiental elaborado por equipe técnica responsável pelo empreendimento, e ainda, poderá ser acompanhada da exigência de imediata reparação dos danos causados, bem como a mitigação dos riscos, desocupação, isolamento e/ou recuperação da área do empreendimento (MARCOMINI, 2010).

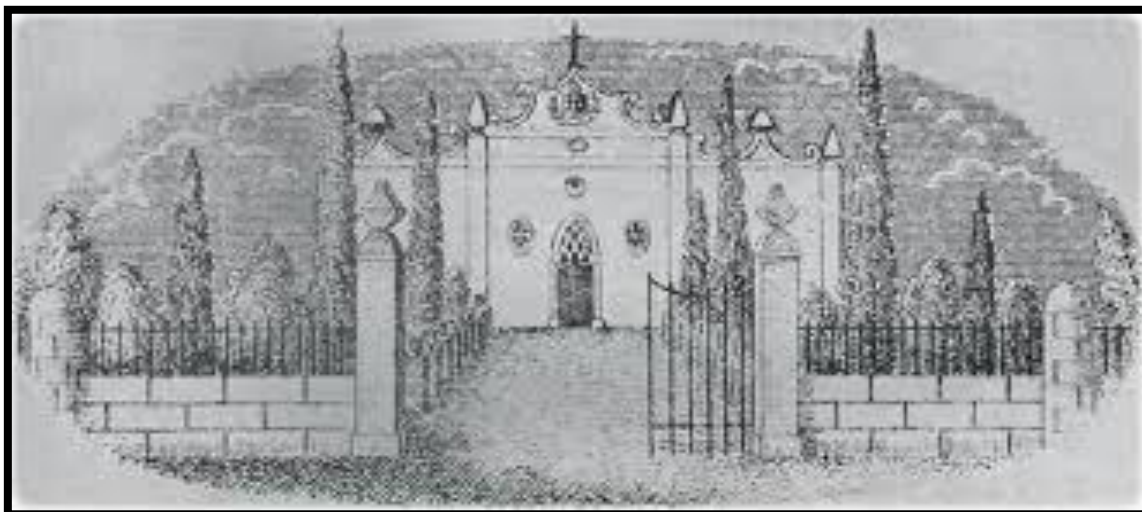
De acordo com a Resolução CONAMA nº 368/2006, a área no qual se pretende implantar cemitérios deverá estar a uma distância segura de corpos

de água, superficiais e subterrâneos, a fim de garantir sua qualidade, de acordo com estudos apresentados e a critério do órgão licenciador.

Em Salvador, a Lei Orgânica do Município e o Código de Polícia Administrativa, Lei nº 55.503/1999 disciplinam o funcionamento, a instalação, operação e fiscalização de cemitérios e fornos crematórios, sendo a Secretaria Municipal de Urbanismo e Transporte (SEMUT) a responsável por realizar o licenciamento ambiental dos mesmos.

### **3.2.3. Cemitério do Campo Santo: Um pouco da história de um solo Sagrado**

Figura 3. Ilustração da antiga capela, publicada em 1871, de autor não identificado



Fonte: <http://www.igrejas-bahia.com/salvador/campo-santo.htm>.

Localizado no Bairro da Federação, em Salvador-Bahia, em área da antiga Fazenda São Gonçalo que fazia parte da sesmaria doada a Caramuru e no domínio geológico denominado Alto Cristalino do Salvador, o Campo Santo começou a ser construído em 1836. É um cemitério horizontal, particular, caracterizado como do tipo tradicional e de propriedade da Santa Casa de

Misericórdia da Bahia. A antiga fachada é diferente da atual (Figura 3) e trata-se provavelmente da capela reconstruída em 1844.

Sua área era de 305.857m<sup>2</sup> e seria destinado a ser um “microcosmo da sociedade” de acordo com Costa (2001), e hoje ocupa 76.800m<sup>2</sup>, distribuídas em 19 quadras, com mausoléus, ossuários, campas e 1894 covas rasas. O restante da área foi ocupada por população de baixa renda, formando comunidades (Alto das Pombas, Calabar e Apipema) e de onde muitos destes moradores retiram seu sustento zelando pelos túmulos ali dispostos. Historicamente, o cemitério do Campo Santo passou a ser utilizado para sepultamentos no estado da Bahia depois de uma forte campanha para que os sepultamentos deixassem de ser feitos nos arredores das igrejas, em 1805. O cemitério do Campo da Pólvora ou Campo dos Mártires possuía 2.000 m<sup>2</sup> (COSTA, 2001), e era o local dos sepultamentos na época que Salvador contava com uma população de 65.000 habitantes. Após duas décadas ele já não tinha as mínimas condições de receber mais novos cadáveres. Com o governo à mesa da Santa Casa, o Conselho de Salubridade lembrou-se da “precisão” de remover do Campo da Pólvora o Cemitério devido às preocupações com a saúde pública, passando a esta à responsabilidade de administrar o domínio do Campo Santo (Figura 4), sendo então outorgado pela Assembléia Provincial o monopólio da construção de cemitérios a uma empreiteira privada, por 30 anos. Ao logo do tempo, os conselheiros da Santa Casa se reuniam para discutir assuntos relacionados a esta instituição e este, possivelmente, foi o primeiro registro da preocupação com o ambiente e a saúde pública em Salvador, que segundo Ximenes (2012), iniciou-se bem antes problema do abandono de corpos nas vias públicas, escadarias das

igrejas e praias, ultrapassou as instâncias da questão de “salubridade pública” e tornou-se parte das “vicissitudes urbanas”, na virada do século XVIII para o XIX (Figura 5).

Figura 4. Escritura do cemitério do Campo Santo



Fonte: Santa Casa de Misericórdia - Centro de Memória Jorge Calmon.

Figura 5. Guia de óbito<sup>13</sup>. Fonte: Santa casa de Misericórdia - Centro de Memória Jorge Calmon.

REGISTRO DOS ENTERRAMENTOS				FEITOS		FEITOS NO CEMITERIO CAMPO SANTO		Observações	
DATA	Nome dos Fallecidos	IDADE	Moléstia	Sexo	Profissão	Feitos	Feitos	Observações	Observações
1	...	...	...	...	...	...	...	...	...
2	...	...	...	...	...	...	...	...	...
3	...	...	...	...	...	...	...	...	...
4	...	...	...	...	...	...	...	...	...
5	...	...	...	...	...	...	...	...	...
6	...	...	...	...	...	...	...	...	...
7	...	...	...	...	...	...	...	...	...
8	...	...	...	...	...	...	...	...	...
9	...	...	...	...	...	...	...	...	...
10	...	...	...	...	...	...	...	...	...
11	...	...	...	...	...	...	...	...	...
12	...	...	...	...	...	...	...	...	...
13	...	...	...	...	...	...	...	...	...
14	...	...	...	...	...	...	...	...	...
15	...	...	...	...	...	...	...	...	...
16	...	...	...	...	...	...	...	...	...
17	...	...	...	...	...	...	...	...	...
18	...	...	...	...	...	...	...	...	...
19	...	...	...	...	...	...	...	...	...
20	...	...	...	...	...	...	...	...	...
21	...	...	...	...	...	...	...	...	...
22	...	...	...	...	...	...	...	...	...
23	...	...	...	...	...	...	...	...	...
24	...	...	...	...	...	...	...	...	...
25	...	...	...	...	...	...	...	...	...
26	...	...	...	...	...	...	...	...	...
27	...	...	...	...	...	...	...	...	...
28	...	...	...	...	...	...	...	...	...
29	...	...	...	...	...	...	...	...	...
30	...	...	...	...	...	...	...	...	...
31	...	...	...	...	...	...	...	...	...
32	...	...	...	...	...	...	...	...	...
33	...	...	...	...	...	...	...	...	...
34	...	...	...	...	...	...	...	...	...
35	...	...	...	...	...	...	...	...	...
36	...	...	...	...	...	...	...	...	...
37	...	...	...	...	...	...	...	...	...
38	...	...	...	...	...	...	...	...	...
39	...	...	...	...	...	...	...	...	...
40	...	...	...	...	...	...	...	...	...
41	...	...	...	...	...	...	...	...	...
42	...	...	...	...	...	...	...	...	...
43	...	...	...	...	...	...	...	...	...
44	...	...	...	...	...	...	...	...	...
45	...	...	...	...	...	...	...	...	...
46	...	...	...	...	...	...	...	...	...
47	...	...	...	...	...	...	...	...	...
48	...	...	...	...	...	...	...	...	...
49	...	...	...	...	...	...	...	...	...
50	...	...	...	...	...	...	...	...	...
51	...	...	...	...	...	...	...	...	...
52	...	...	...	...	...	...	...	...	...
53	...	...	...	...	...	...	...	...	...
54	...	...	...	...	...	...	...	...	...
55	...	...	...	...	...	...	...	...	...
56	...	...	...	...	...	...	...	...	...
57	...	...	...	...	...	...	...	...	...
58	...	...	...	...	...	...	...	...	...
59	...	...	...	...	...	...	...	...	...
60	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Fonte: Santa Casa de Misericórdia - Centro de Memória Jorge Calmon.

<sup>13</sup> Registro do cartório – Motivo da morte, Freguesia onde morava o defunto. Mortis (“moléstia”), “freguesia” a que pertencia e aspectos ligados ao pagamento do velório.

Entretanto, a resistência popular no Brasil que também vinhas ocorrendo na Europa estava sendo insuflado por Ordens Terceiras e outras Irmandades, (FINEZA, 2008; NASCIMENTO, 2009), levando o povo a destruir o cemitério no ano de 1836 em pouco mais de uma hora (NASCIMENTO, 2009). A população era contra enterros fora de igrejas, prática que só seria abandonada diante da mortandade causada pela epidemia de cólera em 1855 (DA SILVA, 2009), sendo o Campo Santo o local para onde os restos mortais das pessoas enterradas no Campo da Pólvora foram transferidos (FIOCRUZ, 2013) e que funciona até a atualidade.

Foram sepultados no Campo Santo, grandes personalidades baianas tais como, Octávio Mangabeira, Anfrísia Santiago, Lauro de Freitas, Ernesto Simões Filho, Aristides Pereira Maltez, Castro Alves (Figura 7) e Nina Rodrigues.

Foram também enterrados escravos, libertos, soldados, marinheiros, indigentes e pessoas que morriam em via pública no “banguê”<sup>14</sup>. Nestes livros (Figura 6) eram registradas as guias de enterro fornecidas pela Santa Casa de Misericórdia de Salvador. Com relação aos negros, era impossível enumerar quantos foram inumados pela Santa Casa de Misericórdia, afirmando que registros de apenas dois livros indicavam que foram enterrados 2.186 escravos até 1750 (XIMENES, 2012). Hoje os livros de banguê documentam o número de africanos enterrados no Campo Santo, inclusive a nacionalidade de origem, e são considerados patrimônio da humanidade. Existem também outros livros,

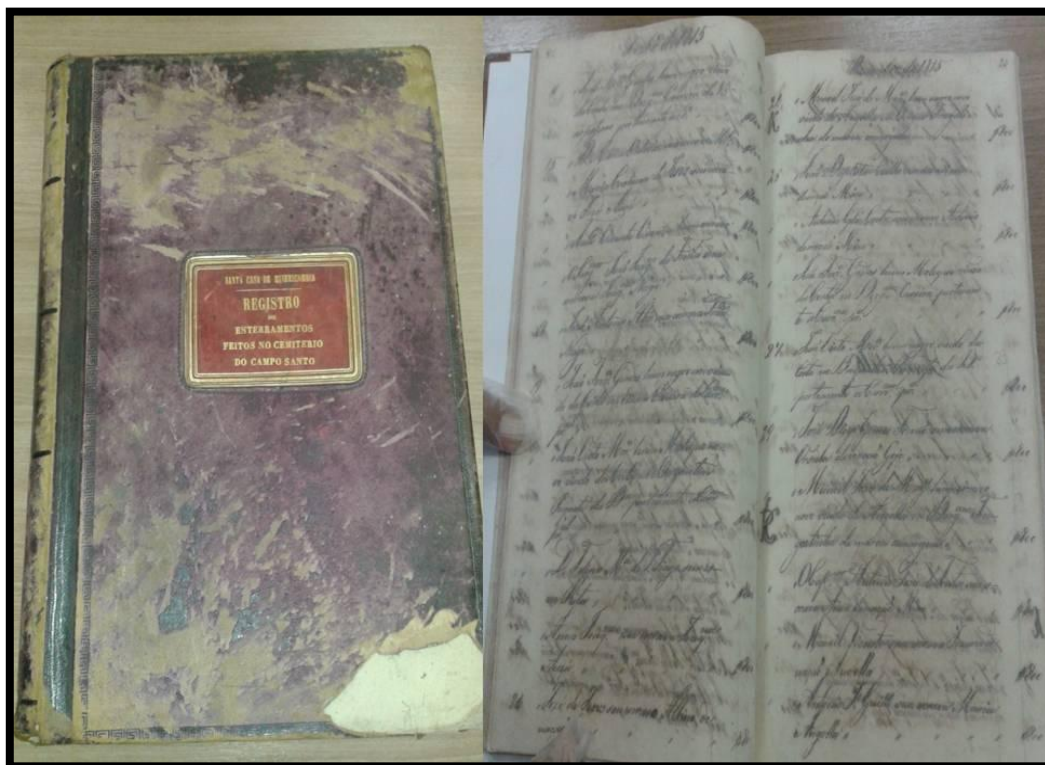
---

<sup>14</sup> Tecido que servia para enrolar e transportar os cadáveres de escravos e indigentes no século XVIII. Este é do período de 1815 a 1825 (10º livro).



como os de registros de óbito (Guias de óbito) e os Livros de enterramento (Figura 6).

Figura 6. Livro de registro de enterramentos <sup>15</sup> e Livro de Banguê



Fonte: Santa Casa de Misericórdia da Bahia/Centro de Memória Jorge Calmon.

O Cemitério é considerado por muitos uma galeria de arte (Figura 7) a céu aberto por dispor de muitas esculturas, além de mausoléus que parecem ter sido feitos para serem verdadeiros palacetes. Muitas pessoas admiram essa arte mórbida cuja arquitetura de lápides e mausoléus, bem como estátuas em posições diversas refletem signos e significados. Aqui na Bahia, na região da Chapada Diamantina foi construído em 1º. de outubro de 1855 o cemitério de Santa Isabel em função da terrível Cólera morbus, que assolava o Estado da Bahia à época e que hoje se encontra em processo de tombamento pelo

<sup>15</sup> Descrevem características do morto, moléstia que o matou e afins. Existia livros próprios para cada moléstia como o “guia da varíola” e áreas reservadas para pessoas que morriam por conta dessa enfermidade, por exemplo. Ele registra óbitos de 1909 a 1919 ( Livro 1330).



IPHAN devido à sua originalidade e estilo arquitetônico incomum (BORGES, 2008).

Figura 7. Imagens de mausoléus, túmulo de Castro Alves e obras de arte que integram o cemitério do Campo Santo



Fonte: própria.

Atualmente o cemitério do Campo Santo ainda continua em plena atividade, com sepultamentos diários de cadáveres, membros amputados e restos mortais em campas, carneiros e covas rasas, sendo estas últimas as prováveis poluidoras do solo e aquíferos, não apenas pelo fato da inumação ser feita diretamente no solo como também pelo número médio de 600 sepultamentos/ano (50/mês), indicando uma saturação alta a área destinada a esse fim. Estes sepultamentos são gratuitos, e, prioritariamente, destinados aos moradores dos bairros adjacentes.

O cemitério, muito antigo, não possui nenhum sistema de captação e tratamento dos resíduos da coliquação e é atualmente fiscalizado pela SEMUT para fins de obtenção de licença ambiental, que foi concedida recentemente

(nov./2013). O primeiro licenciamento foi obtido em 2006, por meio do órgão estadual competente na época, o então Centro de Recursos Ambientais (CRA).

Para concessão da licença ambiental, deve ocorrer a realização de estudo de impacto ambiental e monitorização anual da água em três poços de monitorização dentro da necrópole como condicionante, além de implementação do treinamento de funcionários para uso de equipamento de proteção individual (EPI) e elaboração de Programa de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS). Este último é exigido pela RDC nº 306/2004 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, com vistas a preservar a saúde pública e a qualidade do meio ambiente, sua abrangência e a necessidade de um Plano de Gerenciamento de Resíduos, abordando a forma de manejo dos resíduos gerados, como segregar, acondicionar e tratar. O Cemitério ainda necessita adequar-se ao estabelecido nas Resoluções CONAMA relacionadas ao tema por meio de Termo de Ajustamento de Conduta (TAC).

O laudo técnico apresentado à Vigilância em Saúde Ambiental de Salvador a partir dos resultados das análises de água (anual) realizadas pelo mantenedor tem parecer discordante das evidências encontradas pelo presente estudo, sendo baseado apenas na legislação vigente e, dessa forma, excluindo a utilização de alguns indicadores específicos na detecção de contaminação por cemitérios.

No Campo Santo não existe procedimento diferenciado para sepultamento com relação à causa *mortis* exceto nos velórios onde o caixão permanece fechado

em caso de óbito por doenças infecto-contagiosas. O local do sepultamento também não é segregado por área ou quadra.

Em visita ao cemitério não foi observado odor e nem relatada combustão nas sepulturas. A área observada mostra aparentemente, considerando-se a topografia, que há uma distância mínima demonstra que há distância mínima dos fundos das covas em relação ao lençol freático, bem como uma distância das covas do muro que forma o limite da área do cemitério. Entretanto, o número de enterramentos, a saturação, as condições das sepulturas, os índices pluviométricos e o potencial de lixiviação do solo favorecem a percolação da matéria orgânica e por conta desse fenômeno associados de forma sinérgica, o local se torna de potencial contaminação.

#### **3.2.4. Sepulturas encontradas no Campo Santo**

No Cemitério do Campo Santo ocorre tanto a inumação quanto a tumulação.<sup>16</sup>

##### **3.2.4.1. Lóculo horizontal**

Os lóculos horizontais são também denominados de campas. As campas podem ser alugadas, sendo exumadas após o período de três anos ou compradas. Elas se encontram em estado de conservação variado e podem abrigar mais de um corpo, inclusive. Há muitos mausoléus em estado de conservação diverso, cuja responsabilidade de conservação é da família do morto, mas muitos se encontram em estado de abandono devido, por exemplo, à não existência de indivíduos ainda vivos daquela família, ou devido os jovens

---

<sup>16</sup> Inumação compreende o ato de enterrar o cadáver em covas abertas e aterradas a 1,10 a 1,50m, ou na superfície coberto por terra e pedras ou resguardado em uma caixa em uma cavidade. A tumulação é o enterro em carneiros de alvenaria ou concreto com forma retangulares devidamente lacrados (CAMPOS, 2007).

já não cultuarem os mortos da mesma forma ou por optarem pelo sepultamento em cemitérios–jardim ou pela cremação.

### 3.2.4.2. Lóculo vertical

Figura 8. Parte externa e interna de lóculo vertical ou carneiro



Fonte: Própria.

Denominados carneiros<sup>17</sup>, possuem sistema rudimentar de escoamento individualizado, mas sem manutenção. Os primeiros sepultamentos em carneiros que eram de tijolo ocorreram de 25/10/1853 a 1863<sup>18</sup>. Nos carneiros construídos com concreto a partir da década de 70, passaram a ter uma tubulação interna com diâmetro de 40/50 cm para funcionar como drenos cuja efetividade não é sabida, conforme informação pessoal, visto que não se

---

<sup>17</sup> Estes lóculos são vedados com cimento se perpétuos, mas se não, essa vedação se fará com massa feita de arenoso, areia e cal hidratado e após três anos, segue para ossuário perpétuo. Caso não seja renovado por contrato ou não haja procura por parte da família, os restos mortais irão para covas coletivas situados em pontos estratégicos. Existem lóculos maiores para comportar pessoas obesas.

<sup>18</sup> Catalogados em livro de registro de enterramentos.

conhece bem a localização dessa suposta caixa coletora na planta do cemitério. Os carneiros não possuem telhado ou proteção impermeabilizante, sendo susceptível às intempéries (AQUINO, 2008).

Figura 9. Ossuários e campos de quadras diversas do Campo Santo



Fonte: Própria.

Quanto à exumação, que consiste na retirada de corpos do seu local de sepultamento, segundo a Resolução do CONAMA nº 335/2003, art. 2º, Inciso VII, os remanescentes do processo de decomposição podem ser depositados em mausoléus, ossuários ou entregue a familiares. Essa exumação só pode



ser feita após um período de três ou cinco anos, como preconiza algumas leis municipais de diversos estados brasileiros. Os resíduos sólidos não humanos do cemitério do Campo Santo, resultantes da exumação, têm destinação adequada (Aterro Metropolitano Centro), segundo o PGRSS, onde são descaracterizados e aterrados.

Figura 10. Lóculos verticais vedados e abertos; Campas em estado de conservação precário; Resíduos de exumação; Covas rasas com inumação direta no solo



Figura 11. Poços de monitorização (três), situados nas zonas consideradas de médio e alto risco (ANEXO A), setores de inumação direta no solo



Fonte: Própria.

### 3.2.5. Caracterização da área do Alto Cristalino de Salvador e área de estudo

#### 3.2.5.1. Aspectos hidrológicos, litológicos, pedológicos e geoquímicos da área do Alto Cristalino e área de estudo

O município de Salvador está situado entre as coordenadas geográficas  $12^{\circ}53'54''$  e  $13^{\circ}00'59''$  de latitude Sul e  $38^{\circ}18'31''$  e  $38^{\circ}32'20''$  de longitude



Oeste, limitando-se ao Sul e Leste com o Oceano Atlântico e a Oeste com a Baía de Todos os Santos. O Alto Cristalino de Salvador abrange uma área de 244km<sup>2</sup>, e o cemitério do Campo Santo se encontra em uma região do Alto Cristalino denominada de Colinas de Salvador, formas de relevo formadas por um processo geomorfológico denominado pedimentação<sup>19</sup>. O Alto Cristalino de Salvador é um local de geologia complexa e diversidade de tipos litológicos (APÊNDICE A; ANEXO D) que está situado sobre domínios de rochas cristalinas. As rochas cristalinas em regiões semiáridas como no Nordeste sempre foram aproveitadas como alternativa à carência de recursos hídricos e produzem em média 3m<sup>3</sup>/h (FEITOSA; MANOEL FILHO, 1997).

Unidades líticas dessas rochas chamadas de granulitos (AQUINO, 2008) têm possivelmente origem primária associada a magmas cálcioalcalinos de baixo potássio (PINHO *et al.*, 2003 *apud* AQUINO 2008). O embasamento do Alto Cristalino de Salvador é subdividido em dois domínios topográfico-geográficos, separados pela Falha do Iguatemi (ANEXO D) e consiste de granulitos monzoníticos-monzodioríticos no Oeste da falha, onde as elevações do embasamento cristalino são menores, ocorrem e por granulitos tonalíticos-charnoenderbíticos predominantemente no Leste da falha (BARBOSA *et al.*, 2005). O Cemitério do Campo Santo se encontra sobre o domínio das rochas charnoenderbíticas (ANEXO D; APÊNDICE A).

Nascimento e Barbosa (2005) afirmam que a caracterização hidrogeológica de alguns locais do Alto Cristalino de Salvador, como dentro da bacia do Rio Camarajipe com 52km<sup>2</sup>, as águas subterrâneas são armazenadas em dois domínios distintos em um sistema misto que capta água na cobertura e no

---

<sup>19</sup>Recuo progressivo das encostas favorecendo uma topografia suave, com partes planas e vales em U (AQUINO, 2008).



sistema fissural ao mesmo tempo. Este sistema fissural, onde ocorre o local do Cemitério (AQUINO, 2008) tem capacidade de armazenamento mais limitada e está restrito às zonas onde as fraturas estão mais concentradas.

As rochas do Alto Cristalino são cobertas por um espesso manto regolítico e pela Formação Barreiras, caracterizando, no local de estudo, o aquífero como confinado, heterogêneo e anisotrópico, misto e interdependente do tipo fissural e intergranular, mas raso e superficial (ANEXO G) e que recebe uma taxa de recarga contínua o ano todo, por conta da pluviosidade (Figura 20), possibilitando seu uso continuado sem grandes rebaixamentos (NASCIMENTO, 2008).

Com relação à pedologia, os solos da cidade alta de Salvador sofrem influência de vários fatores e têm uma relação muito forte com a litologia e a geologia estrutural. Estes solos se encontram em processo de degradação visto que sofrem desgastes e impactos que têm origem antrópica tanto no corte de encostas como no aplainamento de morros e desnudação da cobertura vegetal, fatos que marcam um processo de urbanização desordenada e de vulnerabilidade social e ambiental.

O solo residual e a rocha alterada que constituem o regolito na área de estudo são geralmente de cor avermelhada, predominantemente argilosa, contendo teores de argila superiores a 35% (NASCIMENTO, 2008).

Os solos observados em Salvador são o latossolo vermelho escuro com relevo ondulado a suave ondulado e o latossolo vermelho-amarelo, ambos de argila de atividade baixa, relevo ondulado a suave ondulado e associados às rochas do complexo granulítico, especialmente o segundo, tendo uma contribuição do

produto da alteração dos sedimentos do Grupo Barreiras já remanejadas nas partes superiores dos perfis (PONTE; RIBEIRO, 1991).

Do intemperismo químico ocorrido no embasamento cristalino pela ação da água subterrânea e degradação de minerais aluminosos e rochas magnesianas deriva a argila que predomina no local. Argilossolos predominam na área de estudo sobre granulitos tonalíticos e chanoenderbíticos.

Um solo argiloso consegue reter líquido, pois seus grãos são muito pequenos e sua área superficial maior, onde as moléculas do líquido conseguem ficar sorvidas. Para retirar água ou contaminantes de solos argilosos é necessária uma pressão maior do que em solos arenosos. Devido ao seu caráter predominantemente areno-argiloso e pouca espessura, os aquíferos são de armazenamento reduzido e a capacidade de produção dos poços é limitada (NASCIMENTO; BARBOSA, 2009).

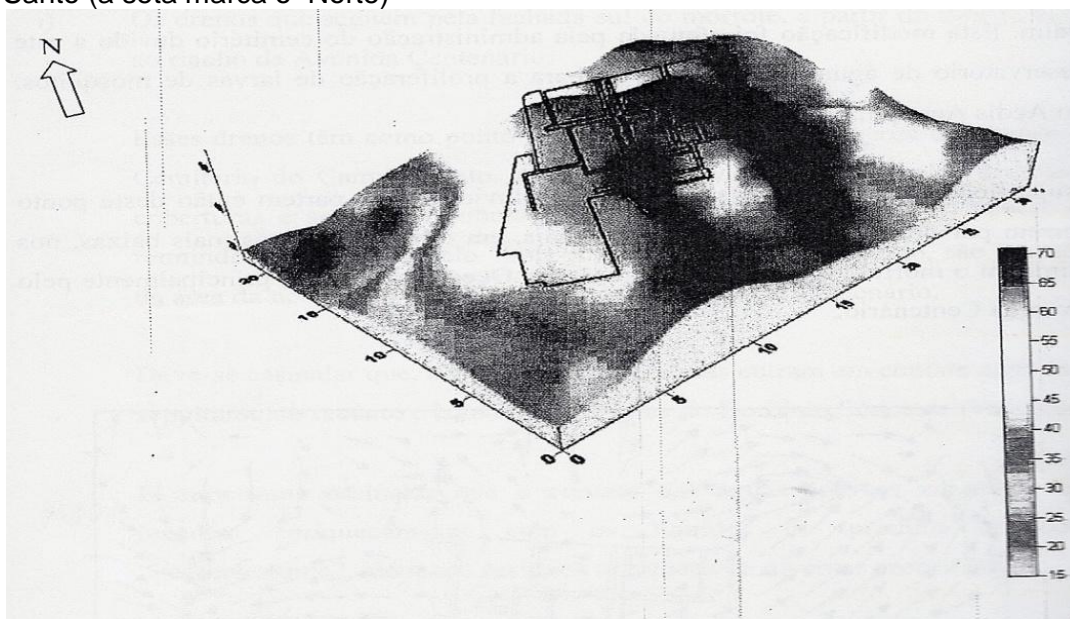
Além da erosão química a deposição de componentes da atmosfera e a interferência antrópica afetam a composição química da água subterrânea no Alto Cristalino de Salvador, além dos processos naturais como a presença de teores altos de ferro.

As águas subterrâneas do Alto Cristalino de Salvador são classificadas como predominantemente do tipo cloretada sódica nas coberturas regolíticas e nos sedimentos da Formação Barreiras. À medida que elas se infiltram, atingindo as rochas cristalinas fraturadas, evoluem para bicarbonatada sódica e bicarbonatada cálcica-magnesiana ou mistas (NASCIMENTO, 2008).

Estes autores testaram relações entre os íons e as litologias na Bacia do Rio Lucaia chegando à conclusão que a relação magnésio/ cálcio (em miliequivalente), foi a que melhor se adaptou à faixa

monzonítica/monzodiorítica, enquanto a relação cálcio/sódio (em milequivalente) separa bem os granulitos charnoenderbíticos/tonalíticos (área do Campo Santo) dos granulitos monzoníticos/monzodioríticos, ambos os conjuntos separados pela Falha do Iguatemi (ANEXO D). Souza (2008) concluiu que todos os granulitos encontrados em Salvador se cristalizaram a partir de magmas calcioalcalinos e sofreram o mesmo evento metamórfico, sob condições da fácies granulito, síncrono a um evento deformacional.

Figura 12. Morfologia do pequeno morro onde se encontra o Cemitério do Campo Santo (a seta marca o Norte)



Fonte: Aquino, 2008.

No geral, todo o pequeno morro onde se encontra o Cemitério é constituído de regolito e solos mobilizados argilosos de cor marrom alaranjado. Estes sofreram forte remobilização antrópica, estando relativamente longe de sua gênese original sendo considerado de horizonte A fraco com argila de atividade baixa, acima de 35% (AQUINO, 2008). A figura 12 mostra a localização no morrote e extensão territorial do cemitério e as adjacências.

Nossa (2011) afirma que a pouca profundidade e a sistemática de recarga através de fraturas favorecem a passagem direta da água da zona não saturada para a zona saturada sem sofrer os efeitos da filtração natural presente nos aquíferos menos vulneráveis devido à capacidade de minimização de contaminação e proteção adicional. Isto os torna extremamente vulneráveis aos contaminantes químicos e biológicos, implicando em uma vigilância maior por parte dos órgãos ambientais devido à necessidade de proteção desses sistemas.

Os morros e as colinas semi-arredondadas são feições típicas do alto de Salvador, e o sistema de drenagem (ANEXO G) e fraturas facilitou a alteração das rochas cristalinas, servindo como canais de percolação da água de chuva (NASCIMENTO; BARBOSA, 2005).

Figura 13. Vista aérea do território de investigação que se encontra localizado nas Bacias de Ondina e Rio dos Seixos



Fonte: Google Earth, 2014.

### **3.2.5.2. Água subterrânea para consumo humano, riscos e vulnerabilidades ambientais e para as comunidades no entorno de cemitérios - Evidências de vulnerabilidade socioambiental**

Vulnerabilidade e risco são conceitos buscados por pesquisadores das questões ambientais, por permitirem a associação de fatores tanto naturais como sociais (HOGAN *et al.*, 2000). Os riscos devem ser tratados como resultado da intrincada relação entre ameaça e vulnerabilidade, que apresentam uma profunda dependência entre si (AYASH, 2012). Segundo Góis (2013), a distribuição dos riscos na sociedade se dá de forma desigual, de acordo à distribuição de riquezas no sistema de classes, com mais riscos para os mais pobres, favorecendo a exposição ao risco e a probabilidade deste gerar efeito negativo à saúde. Para Góis e Nogueira (2012) e o Manual do Ministério da Saúde (BRASIL, 2006), os riscos e perigos à saúde associados à água podem ser, resumidamente, definidos em três mecanismos de exposição e um deles está justamente relacionado a ingestão de água de baixa qualidade, algo provável no acesso precário típico de situações e contaminantes específicos. Para Hogan *et al.* (2000), a vulnerabilidade é também um conceito social, em que as populações afetadas são aquelas com menos condições de se protegerem dos riscos, como o risco de inundação, por exemplo. Os agravos à saúde em grupos sociais podem ser consequência da distribuição desigual, no espaço, de fontes de contaminação ambiental, da dispersão ou concentração de agentes de risco, da exposição da população a estes agentes e das características de suscetibilidade destes grupos (BARCELLOS *et al.*, 1998 *apud* CORVALÁN *et al.*, 1996).

Essa susceptibilidade é observada no uso de indicadores ambientais que pode fornecer uma síntese das condições ambientais, dividindo-se em quantitativos (representado em escala numérica) ou qualitativos (classificado em categorias ou níveis), podendo ser biológicos, físicos e químicos (LELI *et al.*, 2012).

Em áreas urbanas densamente povoadas como Salvador, o impacto ambiental sobre os mananciais de água subterrânea é agravado (NASCIMENTO; BARBOSA, 2005) e o risco de ocorrência de patologias também. Dent (2002), em estudos na Austrália e em achados feitos com base nas análises de estudos realizados em todo o mundo, observou que o potencial para propagação de microrganismos patogênicos via águas subterrâneas apresenta-se como a principal ameaça, dentre os possíveis impactos gerados pela prática de disposição de corpos humanos via sepultamento em cemitérios.

Em muitas destas áreas onde se encontram necrópoles, existem fatores que caracterizam vulnerabilidade ambiental mediante atividades onde haja presença de contaminantes provenientes do crescimento desordenado das cidades (AQUINO; CRUZ, 2010). A explosão demográfica e o êxodo levam pessoas a constituírem moradia em locais de risco de contaminação proveniente de atividades antrópicas oriundas dos processos de urbanização.

A população com moradias próximas a cemitérios em geral é de baixa renda e usa as cercanias e alicerces do seu entorno para a sua instalação (AQUINO, 2008).



Figura 14. Residências contíguas ao Cemitério do Campo Santo e proximidade com sepulturas. Vista dos bairros do Calabar e Apipema, mostrando contraste social



Fonte: Própria

Atualmente é comum encontrar cemitérios totalmente integrados à malha urbana, até mesmo em áreas mais centrais, como em Salvador, capital baiana, contava, em 2010, com um contingente populacional de 2.675.656 pessoas (IBGE, 2010). Em Salvador existem cemitérios em vários bairros, ampliando o risco em escala regional.

A fim de investigar este problema que já vem sendo percebido há alguns anos em diversas metrópoles, muito pesquisadores vêm abordando e discutindo esta questão como forma de avaliar o risco em potencial que existe nas necrópoles estudadas e por meio disso recomendar formas de intervenção para auxiliar na minimização dos impactos causados pelos cemitérios, como também nortear a

implementação e execução de normas e políticas públicas adequadas (SOUZA; COSTA, 2007) no contexto ambiental e da saúde pública.

No Brasil, praticamente a totalidade dos cemitérios municipais apresenta algum problema de cunho ambiental ou sanitário e em muitos casos o risco de contaminação do aquífero freático adjacente a essas áreas é reconhecidamente comprovado (ABAS, 2001). De acordo com o tamanho, saturação e associação com elementos como a vulnerabilidade ambiental (AQUINO, 2008), um cemitério pode vir a ser uma fonte de contaminação do solo. Percebe-se que em muitas das áreas onde os cemitérios estão situados há certa vulnerabilidade ambiental o que acarreta risco potencial de contaminação para o solo, água subterrânea e para as pessoas que vivem no seu entorno e, principalmente, que consomem esta água sem tratamento.

Os processos geoquímicos que ocorrem em um cemitério são ditados por uma vasta gama de fatores. Isso inclui meios de encapsular e preparar os restos mortais humanos, a idade e os atributos dos restos si, outras inclusões na sepultura, as condições do solo, formas de sepultamento, o clima, e fluxo de águas subterrâneas (KNIGHT; DENT, 1995).

A infiltração da água da chuva é o principal mecanismo de transporte de substâncias e microrganismos para corpos de água subterrâneos (MARINHO, 2006). Essa contaminação é renovada a cada período chuvoso, sendo tão mais intensa quanto mais vulnerável for o aquífero à contaminação, principalmente, quando o nível freático se encontra a pequena profundidade (COSTA; FRANCO, 2002), como no caso da região investigada. A eficácia na retenção de microrganismos depende de fatores como tipo de solo, aeração, baixa umidade, teor de nutrientes, dentre outros. Para reter organismos maiores,



como as bactérias, o mecanismo mais importante é o de filtração, relacionado à permeabilidade do solo (SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2008). As bactérias patogênicas na zona saturada do solo têm sua sobrevivência facilitada devido às condições semelhantes às de anaerobiose, visto que o oxigênio é mais escasso nessa zona do solo.

O potencial de poluição depende das características com que se lançam os poluentes no solo e ele será maior de acordo com a mobilidade no solo e água subterrânea. Qualquer substância e poluentes, em regiões de alto índice pluviométrico, são transportadas para o solo, mesmo considerando a capacidade deste em atenuar os efeitos (ENETÉRIO, 2009). De acordo com Silva e Malagutti Filho (2009), nos terrenos destinados à implantação de cemitérios, a espessura da zona não saturada e o tipo de material geológico são fatores determinantes para a filtragem e mobilidade do necrochorume.

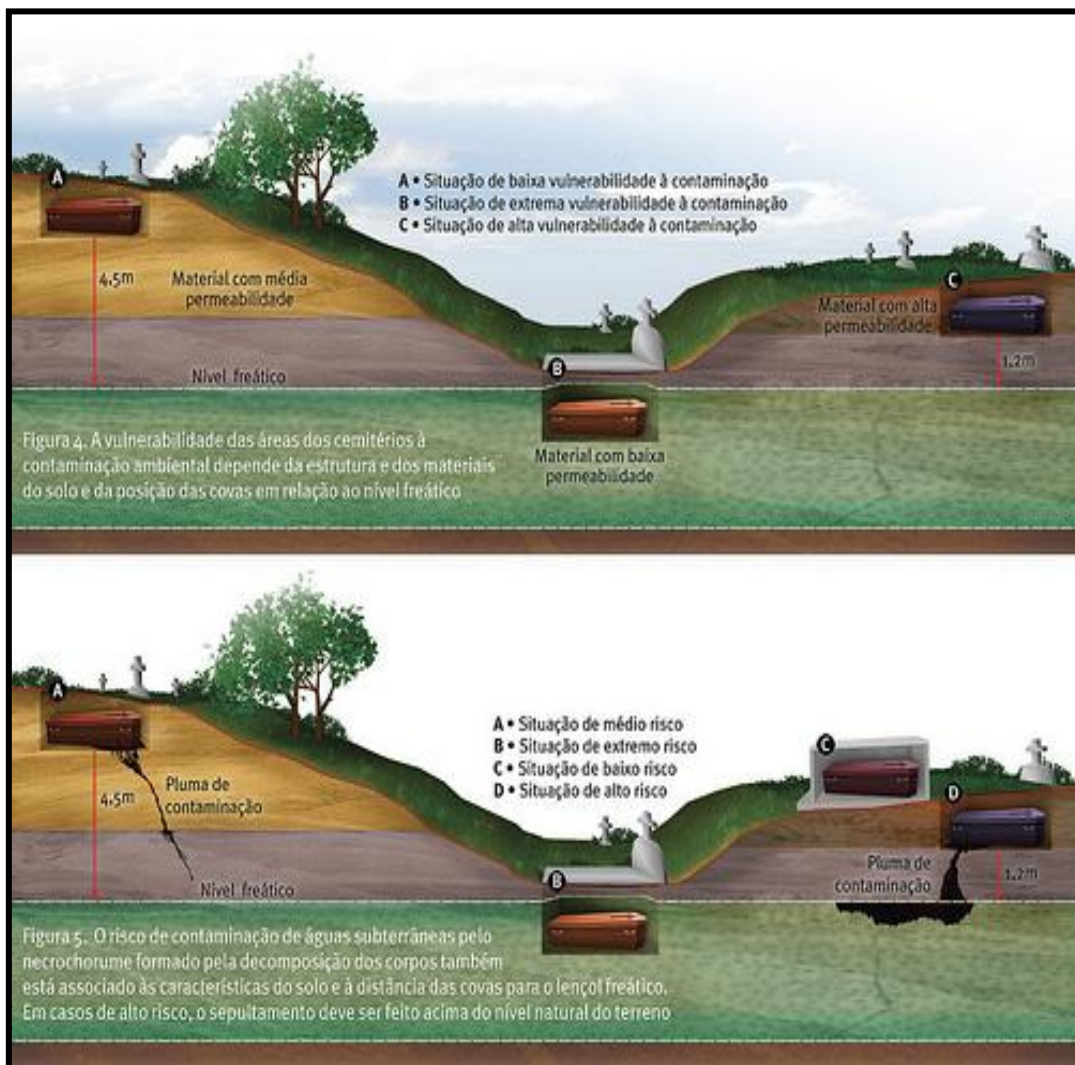
As situações de vulnerabilidade intrínseca e específica, intimamente relacionadas ao risco estão mostradas na figura 15 a partir dos trabalhos de Silva e Malagutti Filho (2008; 2009).

A topografia e hidrogeologia local somadas à localização das inumações e considerando a presença do contaminante, apresentam-se como de efeito sinérgico na vulnerabilidade do aquífero.

Silva e Malagutti (2009) ainda afirmam que este risco é considerado médio quando o solo apresenta:

- a) média permeabilidade;
- b) alta capacidade de adsorção e retenção do material argiloso;
- c) grande distância até o lençol freático (profundidade do nível freático).

Figura 15. Riscos e vulnerabilidade de aquíferos em cemitérios



Fonte: Revista Ciência Hoje (2009).

Neste caso, o necrochorume move-se lentamente e as substâncias do contaminante são interceptadas na zona não saturada.

O cemitério do Campo Santo, pela geologia e topografia, parece se adequar a estas características. Estes autores ainda citam que

quando a elevada permeabilidade, que permite a infiltração profunda do necrochorume, ou a distância para o lençol freático é inadequada, a situação é de alto risco, porque os contaminantes chegam facilmente às águas subterrâneas. Se a sepultura estiver abaixo do nível freático,

pode ser inundada, gerando uma situação de extremo risco, já que, em geral, os caixões não são impermeáveis (SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2009, p. 29).

Fenômenos como a saponificação<sup>20</sup> ocorrem em geral em solos argilosos, com baixa permeabilidade. Se o material geológico tiver essa característica e o nível freático for quase aflorante, o solo é extremamente vulnerável à contaminação, e favorece fenômenos como a saponificação (SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2009), fato não questionado na busca pelas informações no cemitério.

De acordo com Aquino e Cruz (2010), com o decorrer do tempo, os agentes intempéricos (chuva, sol e vento), atuam, desgastando o material de revestimento, tornando-o poroso e facilitando as infiltrações de água, que percola nas construções e as gavetas onde estão armazenados os cadáveres em decomposição, carreando os componentes bioquímicos para o solo. Essas características condizem com a realidade de áreas situadas no cemitério do Campo Santo, consideradas como de Alto Risco (Anexo A) onde os sepultamentos são contínuos (AQUINO; CRUZ, 2010).

O Cemitério do Campo Santo possui domínio com a topografia de declive acentuado e áreas não pavimentadas, destinadas aos sepultamentos em cova rasas contíguas a uma série de habitações do Calabar e de classe média da Av. Centenário e com o Hospital Santo Amaro (AQUINO; CRUZ, 2010).

Estes pesquisadores consideram que parte das águas da drenagem superficial do cemitério do Campo Santo (Figura 16) em períodos chuvosos (pluviosidade média de 2.000mm/ano, Figura 17) é carregada para o sistema de drenos

---

<sup>20</sup> Silva e Malagutti Filho (2008; 2009) abordam este processo também denominado de adipocera, em que a 'quebra' das gorduras corporais libera ácidos graxos, cuja acidez inibe a ação das bactérias putrefativas, atrasando a decomposição. O fenômeno ocorre em ambientes quentes e úmidos, com baixos níveis de oxigênio.

construídos ou naturais das ruas das ocupações espontâneas e a partir destes locais para o canal principal, situado na Av. Centenário.

Conforme Carneiro (2008), a chuva ajuda a percolação e infiltração do necrochorume no solo até atingir o aquífero, que amplia a carga hidráulica sobre o solo, aumentando a velocidade de infiltração. Sendo assim, quanto mais rápido o contaminante atravessar o solo, menos tempo terá para ser degradado e adsorvido.

Segundo Aquino e Cruz (2010), são muitas as situações de vulnerabilidade ambiental que caracterizam o cemitério do Campo Santo. O pequeno morro onde ele está localizado é circundado por dois bairros cujas populações se implantaram e cresceram em seu entorno. Estas populações são de baixa renda e tanto no Alto das Pombas e no Calabar já utilizaram ou ainda utilizam água oriunda de cacimbas que não atendem aos pré-requisitos necessários à perfuração ou utilização, mas que foram necessárias em virtude da falta de infraestrutura à época do povoamento da região, influenciado pela topografia, índice pluviométrico da região, balanço hídrico e climatológico (Figura 17) e presença de aquífero raso nos vales e fácil acesso na obtenção de água subterrânea, que mesmo com a ligação das residências à rede pública de distribuição de água (EMBASA) ainda consome a água das soluções alternativas existentes.

### **3.2.5.3. Fluxo de água superficial nas adjacências do cemitério Campo santo: evidências de vulnerabilidade e riscos à saúde**

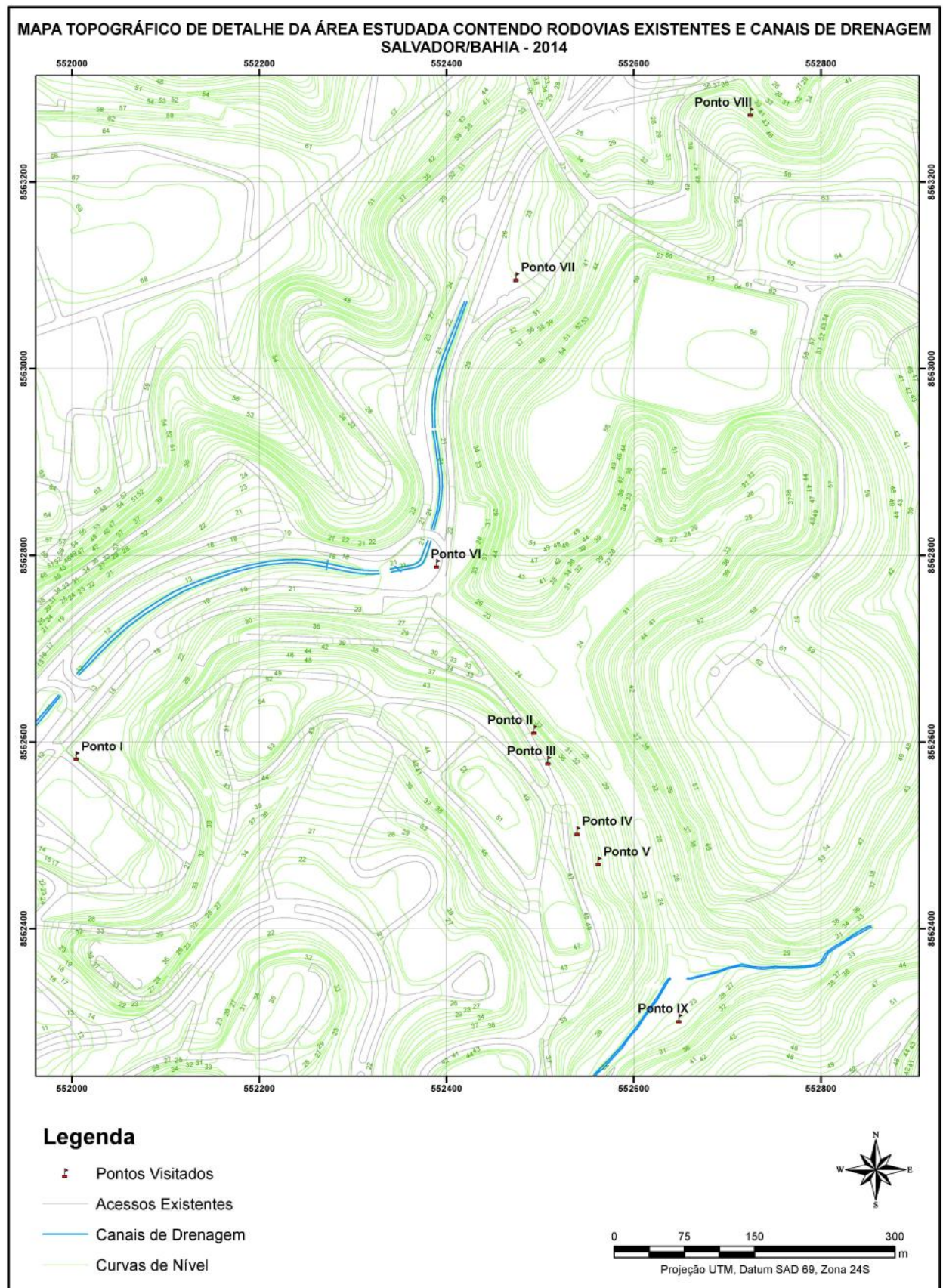
Segundo Leli *et al.* (2012), a dinâmica da água superficial pode provocar erosões e aporte de sedimentos dentro e fora dos limites do empreendimento. No caso de uma área como um cemitério, são carregados também patógenos

que podem alterar a qualidade microbiológica da água, comprometendo ainda mais o seu consumo por parte da vizinhança, especialmente em situações de intermitência, onde ocorre maior procura pelas “fontes”. O escoamento superficial da água pode provocar perturbações inconvenientes como a destruição de sepulturas e o transporte de contaminantes em pontos onde a inclinação do terreno é maior.

A hidrologia de Salvador é determinada pela pluviosidade, relevo e drenagem. Dentre as bacias que constituem os recursos hídricos da Cidade, a de Ondina, do Rio dos Seixos e da Barra, pertencem à área de investigação (Figura 17).



Figura 16. Mapa de hidrologia e drenagem local e pontos amostrais



Fonte: Própria



Figura 17. Mapa de drenagem de Salvador com delimitação de bacias hidrográficas. Destaque para a área de investigação



Fonte: Santos (2010).



Fonte: Google/ Google Earth (2014).



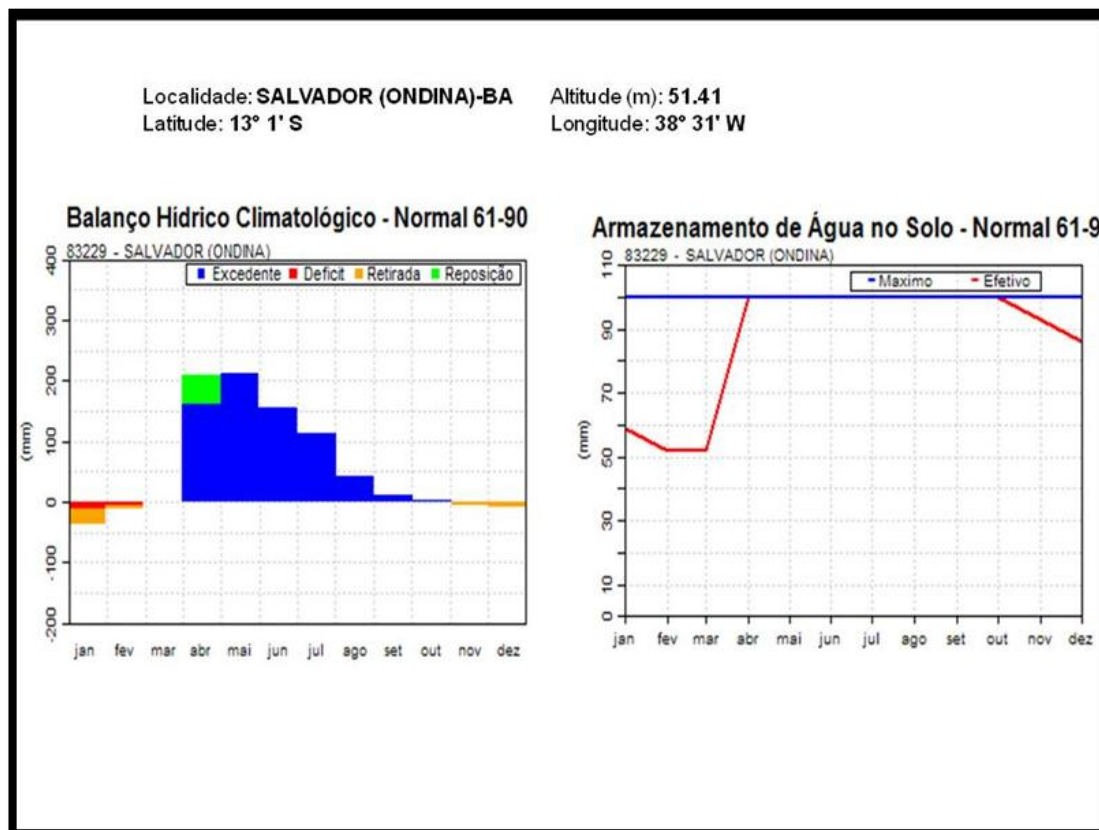




De acordo com Aquino (2008), as água superficiais provenientes da precipitação pluviométrica (alta em junho a agosto) também partem do domínio Sul, local onde há drenos para partes de baixo e limites exteriores do Cemitério, como no bairro do Calabar. A impermeabilização e cimentação de domínios no interior do Cemitério impedem a absorção local do solo, aumentando o fluxo da água pelos drenos.

Como o solo local é predominantemente argiloso, com granulometria fina, necessita de uma pressão hidráulica maior para promover a mobilidade do poluente no solo, que é medida pela condutividade hidráulica do mesmo. Isso significa velocidade de infiltração em solo saturado (CARNEIRO, 2008). Como o necrochorume é mais denso que a água, em situações que favorecem essa infiltração ele pode rapidamente afetar o aquífero. No caso do alto índice pluviométrico de Salvador, a carga hidráulica sobre o solo tem efeito sinérgico e determinante nessa infiltração. O necrochorume é considerado como um contaminante e seu movimento no solo deve ser investigado antes da construção do cemitério (CARNEIRO, 2008).

Figura 20. Balanço Hídrico Climatológico de Salvador de 1961 a 1990



Fonte: INMET Instituto Nacional de Meteorologia (2013).

Aquino (2008) considera que os fatores topográficos permitem uma correlação positiva entre fatores meteorológicos. Os sistemas de drenagem e profundidade do lençol (ANEXO G) concorrem no mesmo sentido. Em alguns domínios do Cemitério não há acúmulo de água superficial, levando-a escorrer em tempo curto. Entretanto, Carneiro (2008) afirma que as árvores também retêm a água da chuva que carrega consigo os contaminantes para o aquífero e ajudam na biodegradação desses contaminantes, principalmente, se o solo for bem aerado, permitindo a decomposição rápida por bactérias aeróbias. Em paralelo, a aeração pode trazer à atmosfera rapidamente os odores da decomposição na área de inumação em covas rasas, propriedade que não foi

detectada durante visita de campo. Existe no Cemitério um grande bambuzal, que pode degradar compostos do necrochorume, mas pode também retirar água do solo, podendo reduzir a recarga do aquífero e influenciar na dissolução dos possíveis contaminantes. Como a localização do Cemitério se encontra em região alta, a tendência é de adsorção de alguns contaminantes. Todavia, após a ocorrência de elevada precipitação, os poluentes podem atravessar o aquífero até sua camada impermeável sem seres adsorvidos ou degradados. Com isto, parte do necrochorume deverá ser carregada com o aquífero no sentido do fluxo da água e ser espalhado pela região (CARNEIRO, 2008).

Figura 21. Camadas do solo mostrando presença de aquífero e zona de aeração



Fonte: Ciência Hoje (2009, p.28).

Uma vez na zona saturada, o necrochorume, por ser mais denso, irá contaminar o lençol permitindo formação de pluma que podem vir a disseminar-se no solo, dependendo, sobretudo, de sua formação geológica e seguindo o fluxo subterrâneo (CARNEIRO, 2008), podendo alcançar limites exteriores ao cemitério (ANEXO I).

#### **3.2.5.4. Características das Soluções alternativas amostradas no entorno do Cemitério do Campo Santo**

Figura 22. Poço no bairro do Calabar



Fonte: Própria.

Os pontos contemplados, em número de nove (9), são denominados pela Portaria nº 2.914/2001, do MS, como soluções alternativas coletivas e individuais (SAC e SAI) e foram selecionadas com bases em critérios determinados e por conta da localização estratégica no entorno do cemitério do

Campo Santo e na área indicada por Aquino (2008) como rota de escoamento do fluxo superficial, entre outros aspectos descritos na metodologia.

Dentre as soluções alternativas contempladas, selecionou-se surgências, poços, cacimbas ou fontes de mais de 70 anos de existência, de aproximadamente até 5 metros de profundidade, consideradas rasas. Estas soluções alternativas são usadas para fins diversos, mas sempre com fins relacionados ao consumo humano. A busca ativa revelou um maior número de poços na área, porém muitos foram descartados como ponto de coleta já que alguns estavam fora da rota de fluxo superficial ou houve recusa na cessão de amostras por parte de proprietários que utilizavam o poço como lava jato.

A escolha dos poços se distribuiu nos seguintes locais:

- a) Av. Centenário – 2.
- b) Calabar – 5.
- c) Federação – 1.
- d) Av. Miguel Calmon – 1.

A maior parte não possuía bombeamento e alguns estão em estado precário.

Nos pontos classificados como SAI, apesar de se encontrarem no interior das residências, foram pontos onde houve maior receptividade à pesquisa por parte dos proprietários. Estes SAI têm importância similar aos SAC selecionados pois em casos de intermitência na rede de distribuição de água passam a ser utilizados pela comunidade adjacente e isso se configura em uma das razões pelas quais as pessoas continuam a usá-los.

Dois dos SAC incorporados à seleção amostral são usados para lavagens de veículos, um deles de forma informal.

A água retirada de um dos SAC amostrados é misturada com a da rede de distribuição pública da Cidade, operada pela empresa concessionária para fins de abastecimento coletivo, o que é proibido pela legislação vigente para água de consumo humano e Lei nº 11.145/2007.

### 3.2. Parâmetros determinados para a análise de qualidade de água subterrânea e consumo humano

Os Quadros 1 e 2 apresentam os parâmetros utilizados para análise da água subterrânea e consumo humano. O Art. 4º da Resolução CONAMA nº 396/2008 estabelece que os Valores Máximos Permitidos (VMP) para o respectivo uso das águas subterrâneas deverão ser observados quando da sua utilização, com ou sem tratamento, independentemente da classe de enquadramento.

O Quadro 1 apresenta a lista de parâmetros microbiológicos com maior probabilidade de ocorrência em águas subterrâneas, seus respectivos Valores Máximos Permitidos (VMP) para cada um dos usos considerados como preponderantes e os limites de quantificação praticáveis (LQP), considerados como aceitáveis para aplicação da Resolução CONAMA nº 396/2008 e o Quadro 2 os parâmetros de turbidez (ANEXO II da Portaria nº 2.914/2011 do MS).

Quadro 1. Parâmetros microbiológicos com maior probabilidade de ocorrência em águas subterrâneas

Parâmetros de turbidez	VMP (1)
Desinfecção (para águas subterrâneas)	1,0 uT (2) em 95% das amostras
Filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta)	0,5 (3) uT (2) em 95% das amostras
Filtração lenta	1,0 (3) Ut(2) em 95% das amostras

Fonte: Brasil (2008) - Resolução CONAMA nº 396/2008; Brasil (2011) - Portaria MS nº 2.914/2011.

NOTAS:

(1) Valor máximo permitido.

(2) Unidade de Turbidez.

(3) Este valor deve atender ao padrão de turbidez de acordo com o especificado no § 2º do art. 30.

Quadro 2. Parâmetros de turbidez

Parâmetros microbiológicos	Uso preponderante da água			
	Consumo humano	Dessedentação de animais	Irrigação	Recreação
<i>E. coli</i>	Ausentes em 100 ml	-	200/100 ml	800/100 ml
Enterococos	-	-	-	100/100 ml
Coliformes Termotolerantes	Ausentes em 100 ml	200/100 ml	1000/100 ml	-

Fonte: Brasil (2008) - Resolução CONAMA nº 396/2008; Brasil (2011) - Portaria MS 2.914/2011.

O Quadro 3 lista demais parâmetros relacionados à água subterrânea em todas as suas classe e os VMP, considerando em especial as classes 1 e 2 e o uso preponderante voltado ao consumo humano.

Os parâmetros selecionados para análise foram escolhidos por sua relação com a água subterrânea e consumo humano, e o arcabouço legal vigente, usado para definir a conformidade relativa à potabilidade da água, sofrendo restrições na realização do processamento das demais análises necessárias por motivos de ordem financeira e logística.

Quadro 3. Outros parâmetros de qualidade

Outros parâmetros	VMP (1) - Água subterrânea - Classes 1 e 2
<b>pH</b>	6,0 a 9,0
<b>Cor aparente</b>	Máximo 15 UHz
<b>Nitrato</b>	10 mg/L
<b>amônia</b>	1,5mg/L
<b>Sólidos totais dissolvidos</b>	Sem recomendações para água subterrânea/ OMS indica valor abaixo de 10.000mg/L

Fonte: Brasil (2005) - Resolução CONAMA nº 357/2005; Brasil (2008) - Resolução CONAMA nº 396/2008; Brasil (2011) - Portaria MS nº 2.914/2011.

NOTAS:

(1) Valor máximo permitido.

Em paralelo, foi realizada a análise de *C. perfringens*, pela sua relevância nos estudos de contaminação da água por cemitérios. Dessa forma, buscou-se limitar o estudo aos parâmetros encontrados na legislação para água subterrânea de acordo com seu uso preponderante e na Portaria 2.914/2011 do MS, que normatiza o uso e qualidade da água para consumo humano. Entretanto, foram utilizados outros dados secundários, inclusive relacionados a



alguns parâmetros químicos que embasam e respaldam os achados aqui descritos, tais como, teores de amônia, nitrato, a condutividade elétrica (CE) e os sólidos totais dissolvidos (STD) (Tabelas 7 e 8).

### **3.3. Indicadores de contaminação por necrochorume e parâmetros para caracterização de ocorrência de contaminação das águas subterrâneas oriundas de processo de decomposição de cadáveres**

Alguns parâmetros são utilizados para a caracterização da água, como as características físico-químicas e biológicas, e indicadores de qualidade da água, que representam impurezas quando ultrapassam determinados valores estabelecidos (DUARTE, 2011). Alguns destes parâmetros constam da Portaria nº 2.914/2011, do Ministério da Saúde, que estabelece que a água produzida e distribuída para o consumo humano deve ser controlada, bem como da Resolução CONAMA nº 396/2008, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências, onde há indicação de que as águas subterrâneas também são utilizadas para consumo humano por meio de sistemas de abastecimento alternativo. Estas estão sujeitas a critérios de qualidade, de acordo com a classe à qual pertence.

As águas atingidas pelo necrochorume apresentam contaminação microbiológica por bactérias heterotróficas, bactérias proteolíticas, clostrídios sulfito-redutores, enterovírus e adenovírus. Há também um grande consumo do oxigênio, devido à decomposição biológica e as transformações químicas, principalmente dos produtos com nitrogênio, fósforo e enxofre dentre outros. As

sepulturas provocam um acréscimo na quantidade de sais minerais, aumentando a condutividade elétrica destas águas (DE SOUZA CUNHA *et al.*, 2008).

De acordo com Ucisik e Rushbrook (1998), em cemitérios, cadáveres humanos podem causar poluição das águas subterrâneas não por causa de qualquer agente específico ou toxicidade que eles possuem, mas aumentando as concentrações de ocorrência natural de substâncias orgânicas e inorgânicas em um nível suficiente para tornar as águas subterrâneas inutilizáveis ou não potáveis. Segundo Costa e Franco (2002), do ponto de vista bacteriológico é intensa a contaminação por coliformes termotolerantes e estreptococcus fecais, sendo ainda detectada a presença de *Clostridium*. Devido a estas características, o risco de poluição parece ser maior para os usuários de poços.

Dentre os indicadores que norteiam o processo de contaminação por necrochorume na água subterrânea temos os parâmetros: potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica (CE), cor, turbidez, cloretos, dureza total, sólidos dissolvidos totais (SDT), sulfato, ferro, nitrogênio total e amoniacal, amônia, nitrito, nitrato, fósforo total, demanda bioquímica de oxigênio (DBO5), oxigênio consumido e dissolvido e coliformes termotolerantes.

Todos eles são analisados sob as orientações do *Standard Methods of the Examination of Water and Wastewater* (DE SOUZA CUNHA *et al.*, 2008).

Têm-se como parâmetros relacionados a bioindicadores de contaminação por necrochorume, a detecção de presença e quantidade de *Streptococos*, *Salmonella*, coliformes totais, clostrídios sulfito-redutores como *Clostridium*

*perfringens*, *Pseudomonas aeruginosa*, bactérias proteolíticas e na pesquisa de coliformes totais e *E. coli* (ESPÍNDULA, 2004).

Almeida e Macêdo (2005) observaram os resultados de análises físico-químicas cujas alterações funcionam como indicadores de possível presença de contaminação por produtos da coliquação. Espíndula (2004) aborda que na análise microbiológica os indicadores são os coliformes totais (*Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella*), os coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*), os estreptococos fecais (*Enterococcus*) e os clostrídios sulfito redutores. No gênero *Clostridium* encontram-se bacilos anaeróbicos, gram-positivos encontrados no solo e podem estar no trato intestinal humano e de animais de sangue quente (BOLIVAR *apud* MIGLIORINI *et al.*, 2007). De acordo com Gúzman *et al.* (2009), a detecção de uma espécie deste microrganismo, o *Clostridium perfringens*, já é obrigatória na União Europeia e as análises destes parâmetros reduzem de forma significativa custos diretos, associados a doenças relacionadas à água, como também a indiretos, como impactos ambientais, pela simples implantação de novas técnicas de determinação das condições de potabilidade da água.

Karr Jr.(1998 *apud* MORAES; JORDÃO, 2002), afirma que muitos indicadores de saúde dos sistemas biológicos têm sido testados nos últimos anos. Cada um tem sensibilidade a diferentes níveis de degradação e a diferentes tipos de estresse antropogênico. Portanto, a complexidade dos sistemas biológicos e a diversidade dos fatores responsáveis pela sua degradação tornam pouco provável que alguma medida tenha sensibilidade suficiente para ser usada sob todas as circunstâncias.

Resultados obtidos pela Vigilância em Saúde Ambiental da Secretaria de Saúde da Prefeitura Municipal de Salvador em uma pesquisa voltada à qualidade da água para consumo humano em Ilha de Maré (Salvador-Bahia) indicam que as amostras de água dos pontos de coleta apresentavam níveis elevados de Coliformes totais e Coliformes termotolerantes, sendo esses níveis superiores a 200UFC/100ml, que corresponde ao limite aceitável, porém não se pôde afirmar que esta contaminação está ocorrendo pelo necrochorume. Esses resultados indicam que é importante a realização de um estudo mais aprofundado, com o emprego de métodos mais específicos para a detecção da contaminação por esse agente.

De acordo com Cerqueira (1999), em futuro próximo, as técnicas de detecção e identificação de outros parâmetros microbiológicos para funções similares a que eram atribuídas aos “coliformes fecais”, como o *Clostridium perfringens*, devem ser padronizados e simplificadas, sendo aconselhável a inclusão de parâmetros microbiológicos auxiliares, tais como a detecção de Clostrídios sulfito-redutores, para otimizar o controle da qualidade da água dos sistemas de abastecimento. Duarte (2011) considera que essas bactérias em contato com o solo chegam ao meio aquático onde apresentam longevidade em função da grande resistência a condições ambientais desfavoráveis para os demais microrganismos.

### **3.3.1. Parâmetros de avaliação**

#### **3.3.1.1. Parâmetros e indicadores físico-químicos**

São vários os parâmetros utilizados para avaliar a qualidade da água subterrânea. Dentre estes, destacam-se: pH, condutividade elétrica, sólidos

totais dissolvidos. Fósforo, alcalinidade, dureza total ( $\text{Ca}^{2+}$ ), ( $\text{Mg}^{2+}$ ), cloreto,  $\text{O}_2$  consumido,  $\text{O}_2$  dissolvido, amônia, nitrogênio total e amoniacal e nitrato, que por ser um elemento químico extremamente prejudicial à saúde humana, o consumo de água com elevadas concentrações do mesmo elemento torna-se preocupante, uma vez que está associada a dois efeitos adversos à saúde como a indução à metamoglobinemia, especialmente em crianças, e à formação potencial de nitrosaminas e nitrosaminas carcinogênicas (AYASH, 2011) principais causadoras de câncer gástrico.

### **3.3.2. Parâmetros e indicadores microbiológicos**

A água potável não deve conter microrganismos patogênicos e deve estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal (FUNASA, 2006).

Os indicadores microbiológicos são usados para sugerir a ocorrência de contaminação fecal, verificar a eficiência de processos de tratamento de água, esgoto e possível deterioração ou pós-contaminação da água no sistema de distribuição. Tradicionalmente são usados por limitações de ordem prática, técnica e econômica, uma vez que se torna impossível examinar todos os potenciais organismos patogênicos presentes na água (SOUZA; DANIEL, 2008).

De acordo com Duarte (2011), o uso de bioindicadores é mais eficiente do que as medidas instantâneas de parâmetros físicos e químicos e são úteis devido a sua especificidade a certos tipos de impacto, já que inúmeras espécies são comprovadamente sensíveis a um tipo de poluente, mas tolerantes a outros.

Durante a penetração no solo, a água passa por um processo de filtração onde partículas suspensas são removidas, inclusive microrganismos, porém

bactérias lipolíticas, clostrídios e *Pseudomonas aeruginosa* já foram identificados em amostras de água do subsolo (MORGAN, 2004).

Segundo Pacheco (1991), em uma pesquisa realizada em três cemitérios dos municípios de São Paulo e de Santos, foi constatada a contaminação do aquífero freático, por inundação no solo, por microrganismos - coliformes totais, coliformes termotolerantes, estreptococos fecais, clostrídios sulfito- redutores, dentre outros, todos oriundos da decomposição dos corpos sepultados.

Amorim e Porto (2001) consideram que a pesquisa de microrganismos patogênicos na água requer procedimentos complexos e longos, sendo necessária a utilização de organismos indicadores de contaminação fecal para avaliar a qualidade bacteriológica da água. Do ponto de vista de saúde pública, os aspectos sanitários devem ser contemplados estudando o comportamento dos indicadores de poluição de origem fecal bem como de bactérias patogênicas (MARTINS *et al.*, 1991).

a) *Escherichia coli*

Bactéria pertencente à família Enterobacteriaceae caracterizada pela atividade da enzima - glicuronidase. Produz indol a partir do aminoácido triptofano. *E. coli* é um coliforme termotolerante pertencente ao grupo dos coliformes totais caracterizados pela presença da enzima  $\beta$ -galactosidase e pela capacidade de fermentar a lactose com produção de gás no prazo de 24 horas a 44,5°C (FINEZA, 2011). Este microrganismo quando detectado em uma amostra de água fornece evidência direta de contaminação fecal recente (DUARTE, 2011). É a única espécie do grupo dos coliformes termotolerantes cujo habitat exclusivo é o intestino humano e de animais homeotérmicos, onde ocorre em

densidades elevadas (BRASIL, 2005). As técnicas de detecção de coliformes e *Escherichia coli* são práticas e relativamente rápidas e vários são os métodos disponíveis, dentre eles, tubos múltiplos, contagem em membranas filtrantes e substratos cromogênicos (SOUZA; DANIEL, 2008).

O padrão microbiológico de potabilidade da água para consumo humano deve ser de total ausência de *E. coli*, em 100ml de amostra da água tratada (BRASIL, 2011).

Segundo Hazen e Toranzos (1990), os indicadores de contaminação fecal, como os coliformes termotolerantes, podem sobreviver de 92 a 294 horas em águas tropicais. Devido a isso, alguns pesquisadores criticam a utilização delas como indicador microbiano de poluição fecal em corpos d'água, principalmente em ecossistemas tropicais (FUJIOKA *et al.*, 1999; BYAPPAHALLI; FUJIOKA, 1998; CARRILLO *et al.*, 1985 *apud* DUARTE, 2011).

#### b) *Clostridium perfringens*

Bisson e Cabelli (1979), já informavam que o uso do *Clostridium perfringens* era alvo de estudos como indicador de qualidade da água, sendo alvo de controvérsias para indicador de contaminação fecal. É importante considerar outros indicadores na avaliação microbiológica das águas, os quais podem exibir relação mais estreita com a presença de microrganismos patogênicos na água, particularmente aqueles que podem persistir por mais tempo no ambiente (SOUZA; DANIEL, 2008).

Os coliformes fecais (atualmente termotolerantes) são os indicadores usuais de avaliação da qualidade microbiológica de águas. Entretanto, estudos realizados por vários pesquisadores e reportados em documento da Organização Mundial

de Saúde (WHO, 2002) têm apresentado falhas quanto ao uso desse grupo, podendo-se citar: (i) baixa sobrevivência fora do trato intestinal, particularmente em ambientes marinhos; (ii) definição incerta como um grupo; e (iii) baixa relação com a presença de bactérias patogênicas e vírus. Assim, é importante considerar outros indicadores na avaliação microbiológica das águas, os quais podem exibir relação mais estreita com a presença de patógenos na água, não apenas de origem fecal, visto que podem confundir a interpretação e investigação da fonte de contaminação. Aqueles que podem persistir por mais tempo no ambiente são os bioindicadores passíveis de melhor avaliação e análise de associações entre consumo de água contaminada e patologias diversas.

Estes microrganismos não são exclusivamente de origem fecal, podendo ser encontrados na microbiota intestinal normal de homens e animais (DUARTE, 2011; WHO, 2002), como é o caso do *Clostridium perfringens*.

O *C. perfringens*, antigamente denominado *C. welchii*, é o agente etiológico clássico de gangrena, colecistite, gangrena gasosa, queratite infecciosa e sepse pós-aborto. Nascimento, W. (2009) considera que as bactérias do gênero *Clostridium* parecem não oferecer risco quando ingeridas, entretanto, podem causar doenças se houver contato com organismo através da pele. A virulência do organismo é associada com a produção de esporos e por pelo menos 10 toxinas, incluindo hemolisinas, proteases, ribonucleases, collagenases e enterotoxinas (SANABRIA *et al.*, 2005).



Tabela 2 – Toxinas e doenças associadas a *C. perfringens*

Toxina	Maior toxicidade				Menor toxicidade				Doenças	
	$\alpha$	$\beta$	$\delta$	$\iota$	CPE	$\lambda$	$\theta$	$\sigma$	Humanas	Animais
A	++	-	-	-	+	-	+	-	Gangrena e doenças gastrintestinais	Diarreia e Enterites necróticas
B	+	+	+	-	+	+	-	+	-	Enterotoxemia e disenteria Enterítica e hemorrágica
C	+	+	-	-	+	-	-	+	Enterites necróticas	Necrose e enterite
D									-	Enterotoxemia
E									-	Enterotoxemia

Fonte: Adaptado de Holanda *et al.* (2004).

As bactérias do gênero *Clostridium* são esporuladas e patogênicas principalmente quando ingeridas e em contato com os tecidos moles. Podem sobreviver por longos períodos no solo (PACHECO *et al.*, 1991) e na água, mais tempo que organismos patogênicos entéricos (WHO, 2002), mesmo em condições desfavoráveis. Elas são consideradas indicadoras de contaminação remota onde organismos de menor resistência tais como a *E. coli*, já não estão presentes (JUNQUEIRA *et al.*, 2011).

Esporos de clostrídios são bastante resistentes à desinfecção, inclusive resistentes à inativação por ozônio (SOUZA; DANIEL, 2008) e por ser esporulado tolera elevadas temperaturas e ressecamento, pH extremos e falta de nutrientes, entre outras condições adversas, e quando em temperaturas elevadas também eliminam formas vegetativas de bactérias (RIPDA, 2007). Os

clostrídios formam colônias pretas por conta da reação com o ferro, na contagem referente ao teste presuntivo, sendo realizando posteriormente o teste confirmativo por meio da utilização de leite tornassalado para evidenciar a fermentação tempestuosa do leite típico dos esporos de *Clostridium perfringens* em função da grande quantidade de gás que se rompe e desloca o coágulo formado (JUNQUEIRA *et al.*, 2006). O meio também muda de azul para rosa após produção de ácido nessas análises, seguindo-se à contagem especificando por NMP/ml, no caso da água bruta.

Existem vários estudos que abordam contaminação por esse agente em alimentos e patologias na área veterinária, porém existe escassez de dados de incidência referentes à ocorrência desse microrganismo em amostras de água bruta e tratada (JUNQUEIRA *et al.*, 2006).

Com relação à contaminação da água por necrochorume, Martins *et al.* (1991) consideram que a detecção de níveis mais elevados de estreptococos fecais e de clostrídios sulfito redutores, como *Clostridium perfringens*, parece mostrar que estes indicadores seriam mais adequados que os coliformes termotolerantes na avaliação das condições sanitárias deste tipo de água

Segundo Campos (2007), a putrefação é caracterizada pela atuação dos microorganismos e se inicia com a ação das bactérias endógenas intestinais saprófitas, consideradas anaeróbias oriundas do cadáver e do meio, como, *Neisseriaceae*, *Pseudomonadaceae* e *Clostridium*.

Os microrganismos anaeróbios começam a substituir os organismos aeróbios dentro de poucas horas de morte, e desde que a temperatura predominante seja superior a 5°C, eles começam a multiplicar-se. Embora o intestino abrigue

uma grande variedade de microrganismos, só relativamente poucos grupos têm sido implicados como importantes colonizadores de cadáveres humanos durante a putrefação (durante os primeiros dias após morte), que são *Clostridium spp*, *Streptococcus* e enterobactérias (UCISIK; RUSHBROOK, 1998).

Enetério (2009), afirma que amostras de água subterrânea que apresentem baixo índice de indicadores de poluição fecal (termotolerantes), porém com maior número de bactérias anaeróbias (clostrídios sulfitos - redutores - CSR) demonstram uma provável contaminação oriunda das covas.

#### 4. ABORDAGEM METODOLÓGICA

O trabalho teve caráter exploratório para fins de diagnóstico de qualidade da água e iniciou-se com a etapa de consulta bibliográfica com levantamento de artigos científicos, livros e teses nas bases de dados e periódicos consultados e revisão da bibliografia referente ao tipo e objeto de estudo: a água subterrânea para consumo humano contaminada por necrochorume. A revisão foi o ponto de partida para que fossem estabelecidos os critérios de seleção da área de estudo dentre os cemitérios de Salvador:

- Proximidade com o um cemitério antigo da Cidade, cadastrado no VIGISOLO.
- Índice de Saturação elevado (número de sepultamentos/ano).
- Sepultamento por inumação em covas rasas.
- Localização considerada vulnerável nos aspectos geográficos e geológicos.
- Presença de moradias na circunvizinhança.
- Uso de água subterrânea inclusive para consumo humano.
- Fluxo superficial de água convergentes para a região existência de poços em atividade, preferencialmente, funcionando como soluções alternativas de abastecimento de água cadastradas no SISÁGUA ou não.

Embora em Salvador existam 15 cemitérios existentes, em atividade ou não, optou-se pela seleção do cemitério do Campo Santo para a realização deste estudo, por este atender aos critérios pré-estabelecidos

e por ser o único até o início do Projeto de Pesquisa a possuir estudo acadêmico voltado às condições e problemas ambientais, tais como, a qualidade do solo e da água coletada de poços de monitoramento no interior da necrópole. A segunda etapa constou de amostragem de água subterrânea nos pontos selecionados mediante os critérios mencionados, em dois períodos do ano, e a análise de laboratório, finalizando com a terceira e última etapa que foi a sistematização dos dados e interpretação dos resultados.

#### **4.1. Plano de Amostragem**

Foi realizado um levantamento de poços rasos e surgência na região em questão e posteriormente, feita uma seleção de pontos de coleta e frequência de amostragem por meio de formulário adaptado do “Guia para amostragem de águas subterrâneas e levantamento de informações existentes sobre poços” do Departamento de Água e Energia Elétrica (DAEE) do Estado de São Paulo (Figura. 23). Estes poços tiveram características e informações relevantes ao trabalho, obtidas junto aos seus proprietários ou responsáveis.

Os pontos selecionados estão localizados na ou próximos à Av. Centenário ou próximos à mesma, à montante e à jusante do local considerado de alto risco na área pertinente ao Cemitério, segundo estudo realizado por Aquino (2010). Estes pontos situam-se na parte baixa do pequeno morro onde se encontra o cemitério do Campo Santo e na rota do fluxo de escoamento de água superficial proveniente dos índices de pluviosidade e infiltração no solo, de acordo com os critérios indicados para a escolha da área de estudo. Os pontos de coleta estão no mesmo lado da Av. Centenário onde se encontra a

área de inumação direta do Cemitério, inclusive o ponto onde foi coletada a amostra controle, que está situado à jusante, mais distante do local onde se encontra o Cemitério (ANEXO F).

Foram levantados em busca ativa oito (8) poços rasos da região em questão, sendo um inicialmente estabelecido como ponto controle (I) e uma surgência, totalizando 9 pontos amostrais nos dois períodos de coleta. Na segunda campanha coletou-se uma amostra adicional do ponto I (IB) e outra do ponto XI, totalizando a coleta e análise de 18 amostras. O ponto de coleta XI é um local onde ocorre uma surgência natural.

Tabela 3. Localização dos pontos de coleta (Datum SAD 69)

<b>Pontos /coordenadas</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>
<b>PI</b>	13° 0'7.34"S	38°31'13.57"O
<b>PII</b>	13° 0'6.39"S	38°30'57.33"O
<b>PIII</b>	13° 0'7.47"S	38°30'56.84"O
<b>PIV</b>	13° 0'9.92"S	38°30'55.81"O
<b>PV</b>	13° 0'10.98"S	38°30'55.05"O
<b>PVI</b>	13° 0'0.61"S	38°31'0.80"O
<b>PVII</b>	12°59'50.60"S	38°30'58.01"O
<b>PVIII</b>	12°59'44.83"S	38°30'49.71"O
<b>PIX</b>	13° 0'16.45"S	38°30'52.18"O

Fonte: Própria.

Figura 23. Formulário com informações preliminares para cadastramento de poços

FORMULÁRIO PARA CADASTRAMENTO DE POÇOS					Nº da ficha: P
<b>INFORMAÇÕES BÁSICAS DO POÇO NO MUNICÍPIO DE SALVADOR</b>					
Qual a fonte das informações? <input type="checkbox"/> Coleta <input type="checkbox"/> Levantamento junto a terceiros. Quem/qual?					
Ponto:		Coordenadas			
Localidade:		UTM S:	UTM W:	Latitude:	Longitude:
Tipo de poço: <input type="checkbox"/> 1. Tubular; <input type="checkbox"/> 2. Amazonas (cacimbão); <input type="checkbox"/> 3. Ponteira					
Estado do poço: <input type="checkbox"/> 1. Em uso; <input type="checkbox"/> 2. Abandonado; <input type="checkbox"/> 3. Em manutenção; <input type="checkbox"/> 4. Outro:					
Estado de conservação do poço: <input type="checkbox"/> 1. Bom <input type="checkbox"/> 2. Precário      Tempo de existência do poço (anos):      Tempo de uso do poço/dia:					
Revestimento: <input type="checkbox"/> 1. PVC <input type="checkbox"/> 2. Alvenaria <input type="checkbox"/> 3. Outro:					
Tratamento: <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> 1. Cloro      2. Outros. Qual:					
Profundidade ( metros):			Diâmetro do poço: <input type="checkbox"/> <10 cm <input type="checkbox"/> >10 cm <input type="checkbox"/> =10 cm		
Finalidade do uso da água?			Possui acesso a amostragem?		Atividade principal
<input type="checkbox"/> Combate a Incêndio			<input type="checkbox"/> 1. Sim <input type="checkbox"/> 2. Não		<input type="checkbox"/> Residencial <input type="checkbox"/> Casa
<input type="checkbox"/> Consumo Humano <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não			<b>Se sim, como se dá o acesso?</b>		<input type="checkbox"/> Condomínio
<input type="checkbox"/> Dessedentação de Animais			<input type="checkbox"/> Possui torneira na boca do poço		<input type="checkbox"/> Outros:
<input type="checkbox"/> Irrigação de Culturas e Paisagens			<input type="checkbox"/> No reservatório		<input type="checkbox"/> Comercial <input type="checkbox"/> Combustíveis
<input type="checkbox"/> Lavagem de Veículos			<input type="checkbox"/> Após o reservatório		<input type="checkbox"/> Outros:
<input type="checkbox"/> Recreação, Paisagismo e Urbanismo			<input type="checkbox"/> Outro:		
<input type="checkbox"/> Outro:					
Características organolépticas observadas:					
Presença de coloração, cheiro ou sabor na água <input type="checkbox"/>					
Observações gerais:					

Fonte: DAEE (2013).

#### 4.2. Coleta de amostras de água

A coleta foi feita em duas épocas distintas do ano conforme o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET): Chuvosa (abril a agosto) e seca (setembro a março), nas seguintes datas:

- ❖ Período Chuvoso: realizada a coleta em 28/08/2013.
- ❖ Período Seco: realizada a coleta em 10/02/2014.

A coleta foi realizada seguindo procedimentos recomendados e técnicas apropriadas, na coleta e análise, para cada tipo de método analítico e com critérios exigentes de assepsia.

As amostras foram coletadas de acordo com o tipo de poço, de acordo com a existência ou não de bomba, em bolsas para água bruta e vasilhames de polietileno transparentes. A amostra teve um volume suficiente de água para eventual necessidade de repetição de algum ensaio no laboratório e após a coleta, foi acondicionada imediatamente em caixa térmica reutilizável, com gelo artificial, previamente higienizada e enviada para análise. A refrigeração manteve as amostras entre 1°C e 4°C e preservou a maioria das características físicas, químicas e biológicas em curto prazo (< 24 horas).

Foi realizado registro de informações de campo, por meio do preenchimento de uma ficha de coleta por amostra contendo informações como data, hora, endereço, valor do cloro residual, número da bolsa de coleta (ANEXO B).

Figura 24. Coleta de amostra para análise microbiológica



Fonte: Própria.



A coleta de amostras para análise microbiológica (Figura 24) deve anteceder a coleta para qualquer outro tipo de análise, a fim de evitar o risco de contaminação. A amostra deve ser identificada com todas as informações sobre a mesma (número, se de água bruta ou tratada, data, hora, ponto de coleta, teor de cloro residual) e quaisquer documentos que se faça necessário para o encaminhamento da mesma.

#### **4.2.1. Poços equipados com bomba**

A água do poço foi bombeada por tempo suficiente para eliminar a água estagnada na tubulação. A coleta foi realizada em uma torneira próxima da saída do poço ou na entrada do reservatório/caixa d'água. Quando necessário, a torneira deve ser desinfetada com aplicação de uma solução de hipoclorito de sódio 100mg/L. Neste caso, o excesso de hipoclorito de sódio deve ser removido antes da coleta. Realizou-se a determinação de cloro residual livre, para constatação de uso em desinfecção e aferição.

#### **4.2.2. Poços sem bomba e demais formas de captação**

A coleta foi realizada com auxílio de vasilhame e corda estéril.

Utilizou-se um conjunto para cada ponto de amostragem e álcool à 70° para evitar a contaminação cruzada de um ponto de coleta para outro e, conseqüentemente, da própria amostra. Desceu-se o balde até total submersão na água evitando-se o contato com as paredes do poço e da corda com a água. Após enchimento, retirou-se com os mesmos cuidados. Realizou-se a determinação de cloro residual livre.

As coletas para a microbiologia foi feita também com luvas cirúrgicas, primeiro uso.

### **4.3. Coleta para análise físico-química**

As amostras de água para as análises físico químicas foram coletadas em frascos de polipropileno ou polietileno de 500 mL.

A lavagem consistiu em usar com sabão neutro na higienização dos frascos, enxaguando-os no mínimo 3 vezes com água corrente. Antes da coleta da amostra enxaguou-se os frascos 3 vezes com a própria amostra

### **4.4. Análises**

#### **4.4.1. Análises em campo**

##### **Cloro residual livre**

Nas amostras coletadas para análises microbiológicas efetuou-se, no momento da coleta, medição de cloro residual livre (Figura 25), quando usado este agente como desinfetante. Nas bolsas ou vasilhames onde foram acondicionadas as amostras retiradas do poço havia uma pastilha de Tioissulfato de sódio em quantidade proporcional para neutralização do cloro e melhor avaliação da presença e crescimento bacteriano.

Figura 25. Colorímetro utilizado para detectar e determinar cloro residual livre



Fonte: Própria.

#### 4.4.2. Análise laboratorial

A análise laboratorial das amostras ocorreu em laboratório de referência de qualidade da água para consumo humano (Laboratório Central do Estado da Bahia – LACEN e Laboratório de Microbiologia da Faculdade de Farmácia da UFBA). Foi feita comparação com valores referenciais e parâmetros de potabilidade de acordo com a metodologia analítica, atendendo as normas nacionais e internacionais mais recentes, tais como o *Standard Methods of Examination of Water and Wastewater* (APHA, 2005). Os parâmetros analisados foram:

##### 4.5.2.1. Físico-químicos

###### Turbidez

Esta análise foi realizada com auxílio de turbidímetro.

## **pH**

Foi medido com auxílio de pHmetro.

## **Cor aparente**

Foi realizada por comparação com a intensidade de cor da amostra contra a série de padrões de cor e posteriormente, anotados os valores da leitura C.A., como unidade de cor aparente.

### **4.4.2.2. Microbiológicos**

#### ***E. coli***

O procedimento para quantificação dos microrganismos consiste na filtração de 100mL de amostra ou de sua diluição através de membrana com diâmetro de poro de 0,45µm. Após a filtração, a membrana contendo bactérias era colocada em placa de Petri sobre o meio de cultura, e incubada a 36°C±1°C por 24 h±1h. Após o tempo de incubação, a contagem das unidades formadoras de colônias (UFC) foi realizada baseando-se na coloração azul escuro a violeta para *E. coli*. Os resultados foram expressos em UFC/100 mL.

#### ***Clostridium perfringens***

Para determinar concentração deste microrganismo, utilizou-se a técnica de tubos múltiplos, a mais utilizada, descrita no método de ensaio CETESB L.5. 213 (CETESB, 1993), conforme mostrado na Tabela 4.

Tabela 4 - Número Mais Provável (NMP) e intervalo de confiança a nível de 95% de probabilidade, para diversas combinações de tubos positivos e negativos na inoculação de 10 porções de 10ml da amostra por tubo

Número de tubos positivos	NMP/100ml	Intervalo de confiança (95%)	
		Mínimo	Máximo
0	<1,1	-	3,3
1	1,1	0,05	5,9
2	2,2	0,37	8,1
3	3,6	0,91	9,7
4	5,1	1,6	13
5	6,9	2,5	15
6	9,2	3,3	19
7	12	4,8	24
8	16	5,9	33
9	23	8,1	53
10	>23	12	-

Fonte: Faculdade de Farmácia / APHA (2005).

O Método apresenta duas etapas, uma presuntiva e outra confirmativa. Na etapa presuntiva o sulfito contido no meio de cultura DRCM (*Diferencial Reinforced Clostridium Medium*) é reduzido formando o sulfeto, o que provoca o enegrecimento ou turvação do meio de cultura (os dois tubos da esquerda). Os tubos com respostas positivas foram então inoculados em meio de cultura (*Litmusmilk*) composto por leite desnatado e um indicador de pH. Nessa etapa os clostrídios sulfito-redutores fermentam o leite provocando a coagulação do caseinogênio.

#### 4.5. Avaliação dos resultados

Foram elaboradas tabelas e cartogramas utilizando ferramentas como programas específicos de georreferenciamento (SURFER/ARGIS) para facilitar a análise e avaliação dos dados gerados. Os resultados obtidos foram

confrontados com aqueles apresentados pelas referências constantes da revisão bibliográfica e com os níveis permitidos pela legislação específica de modo a verificar índices de qualidade por meio dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos previstos nestas, bem como outros indicadores citados na metodologia que têm relação com contaminação por necrochorume, como o *C. perfringens*. Em paralelo foram avaliados teores de amônia, sólidos totais dissolvidos e a condutividade elétrica em análises realizadas por pesquisador associado com amostras dos mesmos pontos de coleta (WEST, 2014).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Qualidade da água subterrânea dos pontos amostrados, nos períodos chuvoso e seco

As Tabelas 5 e 6 apresentam os resultados obtidos das amostras de água subterrânea referentes aos períodos chuvoso (8 amostras) e seco (10 amostras). Foi destacada a coluna do ponto I por este ser prioritariamente o controle dos demais pontos de coleta.

Como apresentado na Tabela 5, os resultados da qualidade da água subterrânea, no período chuvoso, mostram parâmetros físico-químicos e presença de *C. perfringens* em inconformidade com as normas nacionais, o mesmo acontecendo no período seco, conforme apresentado pela Tabela 6.

Os resultados obtidos foram confrontados com os valores para os parâmetros físico-químicos e microbiológicos, de acordo com a Portaria nº 2.914/2011, do Ministério da Saúde, que estabelece os padrões de potabilidade da água para consumo humano no País e as Resoluções CONAMA nºs 357/2005 e 396/2008 que estabelecem diretrizes de enquadramento da água superficial e água subterrânea para os demais usos preponderantes

Tabela 5. Resultados da análise da qualidade da água subterrânea (período chuvoso) nos 8 pontos de coleta amostrados

Pontos		I	II	III	IV	V	VII	VIII	XI
Parâmetros	Turbidez (uT)	0,02	0,02	5,0	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
	pH	5,42	5,37	5,80	5,74	5,64	5,49	5,99	6,01
	Cor aparente (uHz)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	<i>E.coli</i> (em 100ml)	Ausente	ausente	ausente	ausente	Ausente	ausente	ausente	ausente
	<i>C. perfringens</i>	<1,1 NMP	5,1 NMP	5,1 NMP	3,6 NMP	<1,1 NMP	2,2 NMP	2,2 NMP	<1,1 NMP

Tabela 6. Resultados da análise da qualidade da água subterrânea (período seco) dos 9 pontos de coleta amostrados

Pontos		IA	IB	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	XI	
Parâmetros	Turbidez (uT)	0,02	0,20	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,18	0,02	0,19	
	pH	5,80	6,32	5,39	6,29	5,55	6,05	5,97	6,55	6,05	6,41	
	Cor aparente (uHz)	5,0	10,0	0,0	0,0	50	5,0	0,0	10,0	0,0	0,0	
	<i>E. coli</i> ( em 100mL)	Ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	Ausente
	<i>C. perfringens</i> (em 100ml)	1,6 x10 NMP	>2,3 x10 NMP	6,9 NMP	3,6 NPM	>2,3 x10 NMP	6,9 NMP	2,2 NMP	9,2 NMP	6,9 NMP	5,1NMP	



Figura 26. Variação da turbidez nos períodos chuvoso (PC) e seco (PS)

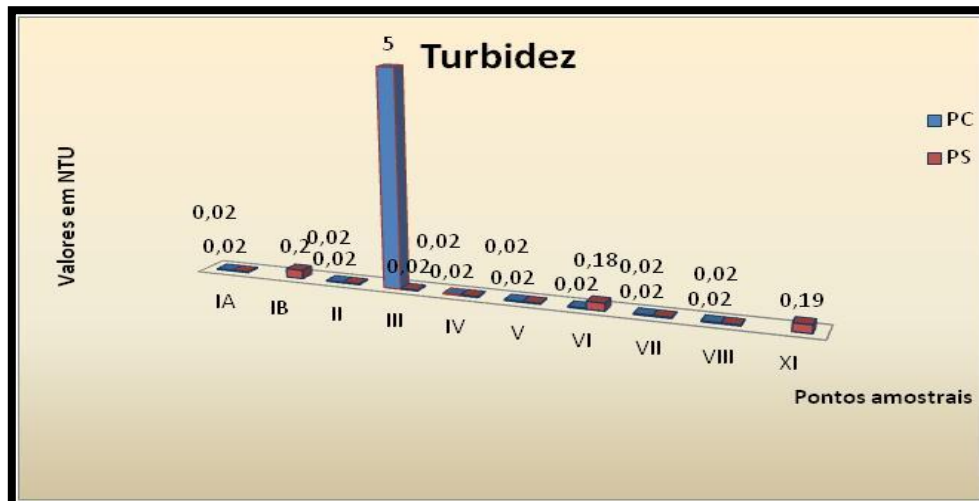


Figura 27. Variação do pH nos períodos chuvoso(PC) e seco (PS)

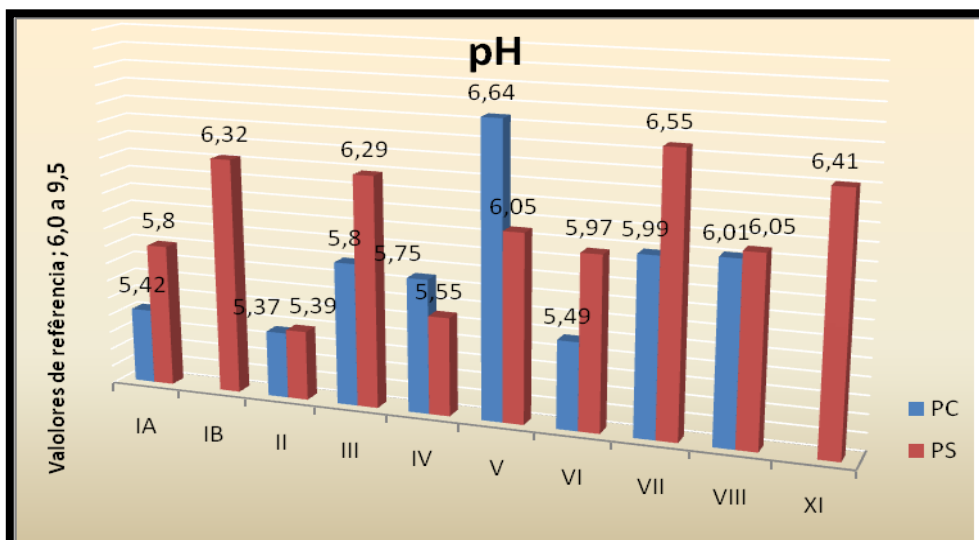


Figura 28. Variação da cor aparente nos períodos chuvoso (PC) e seco (PS)

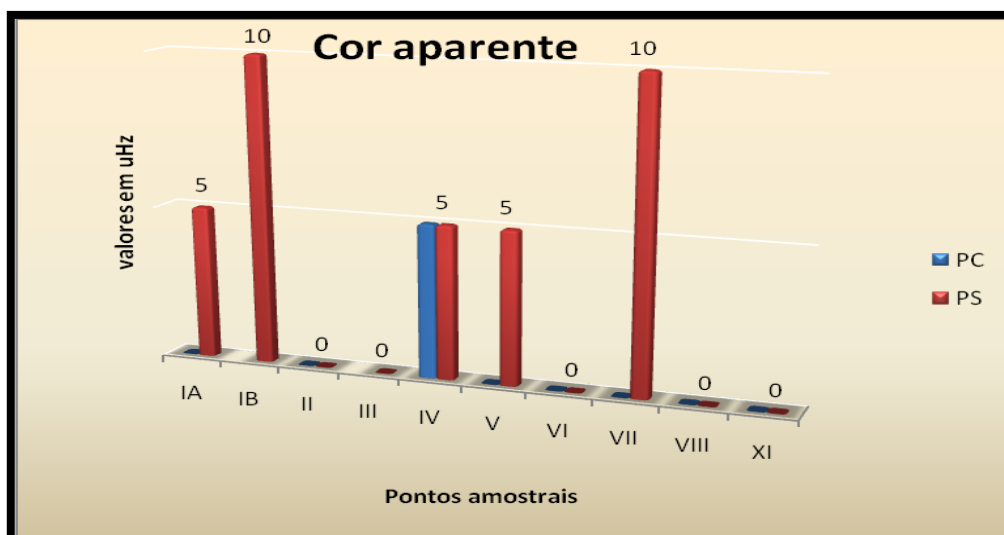


Tabela 7. Resultados das análises microbiológicas das amostras de água subterrânea, nos pontos de coleta, nos períodos chuvoso e seco.

Parâmetros microbiológicos	C. perfringens	Período	IA	IB	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	XI
		Chuvoso	<1,1 NMP	—	5,1 NMP	5,1 NMP	3,6 NMP	<1,1 NMP	2,2 NMP	2,2 NMP	<1,1 NMP	—
		Seco	1,6 x10 NMP	>2,3 x10 NMP	6,9 NMP	3,6 NMP	>2,3 x10 NMP	6,9 NMP	2,2 NMP	9,2 NMP	<6,9 NMP	5,1NMP
<i>Escherichia coli</i>		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	

NMP/100ml: Número mais provável por 100 ml; A: ausente;

Os resultados da qualidade da água subterrânea das amostras coletadas nas duas campanhas, períodos seco e chuvoso, apresentaram diferenças em alguns parâmetros entre si, verificando-se nas figuras 26,27 e 28 que o período seco foi mais expressivo, com destaque para os valores de concentração encontrado para o clostrídio sulfito-redutor, *C. perfringens*, cuja presença é detectada quando se faz presente em no mínimo um tubo de inoculação (Tabela 4). Na segunda campanha foram coletadas mais duas amostras adicionais (IB e XI). IB foi proveniente do mesmo SAC I, porém coletada na saída do tratamento, realizado com cloração. O ponto de coleta XI é um local onde ocorre uma surgência natural. Os demais pontos amostrados no período chuvoso se mantiveram. Destacam-se pontos residenciais em sua maioria SAC (2), SAI (6) e uma surgência.

Nos resultados das primeiras análises, dentre as alterações encontradas em relação aos parâmetros preconizados pela legislação brasileira, os valores do pH de praticamente a totalidade dos pontos amostrados (exceto o ponto VIII) encontram-se em desacordo com os valores entre 6,0 e 9,5, estabelecidos na Portaria nº 2.914/2011, do Ministério da Saúde, e nas Resoluções CONAMA nºs 357 /2005 e 396/2008 (Quadros 1, 2 e 3). Com relação ao consumo

humano, o valor máximo permitido para o pH se aplica apenas à água tratada e os valores encontrados nas análises estão representados na figura 27. Porém, embora as amostras analisadas sejam de água sem tratamento, ela pode ser classificada como água doce, Classe 1, que tem VMP enquadrado neste mesmo intervalo pela Resolução CONAMA nº 396/ 2008.

Os valores encontrados relacionados à turbidez e cor aparente (Figuras 26 e 27) atendem aos limites recomendados, exceto no ponto III, para turbidez. Esta amostra equivale a 12,5% das amostras monitorizadas no período chuvoso, indo de encontro ao VMP de 5%. Como a água não é tratada, esse resultado não foi considerado, diante do número de amostras, um indicador de inconformidade ou de relevância sanitária. Com relação às análises microbiológicas foi constatada a ausência de *E. coli* e presença de *Clostridium perfringens* na maior parte das amostras, pontos II, III, IV, VI e VII (Tabela 6).

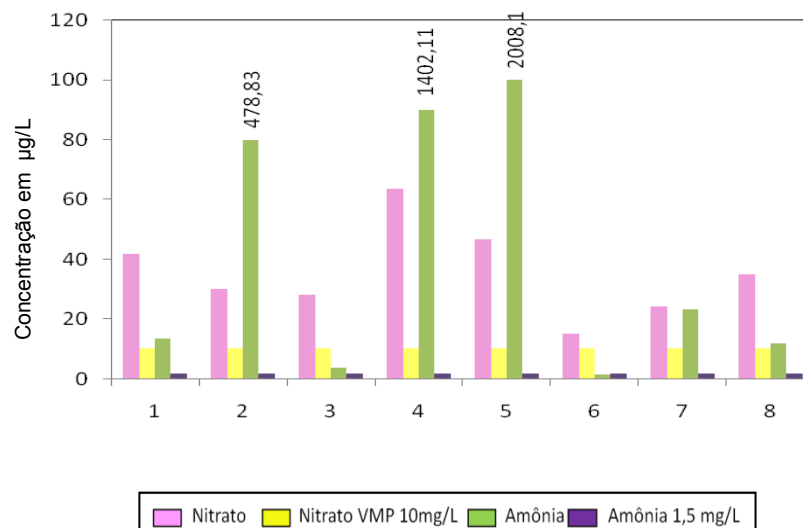
Os resultados das análises físico-químicas da segunda campanha de amostragem, período seco, mostraram-se em inconformidade com relação ao pH nos pontos IA, II, IV e VI (Figura 27). Com relação à turbidez, todas as amostras coletadas tiveram seus resultados dentro dos limites máximos (Figura 26). A cor nos pontos IA, IB, IV, V e VII apresentou um valor mais elevado (Figura 28), mas segundo a Portaria nº 2.914/2011, do MS, o VMP é de 15uHz. Quanto aos resultados microbiológicos, a *Escherichia coli* continuou ausente, porém os valores encontrados de *Clostridium perfringens* foram bem mais expressivos quantitativamente, estando presente em todos os pontos amostrados (Tabela 7).

Foi observado que no período chuvoso o resultado quantitativo e qualitativo foi menos expressivo, demonstrando que possivelmente houve efeitos na diluição dos elementos no solo. No período seco, alguns elementos e a presença de

clostrídios sulfito-redutores se apresentaram em maior quantidade ou qualitativamente distintos em alguns pontos (Tabela 7).

Os resultados apresentados são considerados indicativos de contaminação por necrochorume, visto que não foram usados pontos de coleta dentro do Cemitério nem outros parâmetros que indicam esse tipo de contaminação. West *et al.* (2014) encontraram evidência semelhante, pois detectaram concentrações altas de nitrato e amônia em pontos próximos ao cemitério estudado, que inclusive foram os mesmos pontos (PII, PIV e PV) de onde foram retiradas as amostras do presente estudo para detecção de *C. perfringens* e demais indicadores (Figura 29). O nitrito e nitrato são produtos da degradação da amônia (representada na Figura 29 em micrograma por litro -  $\mu\text{g/L}$ ) e valores elevados deste composto, caracterizam fontes de contaminação próximas.

Figura 29. Concentrações altas de nitrato e amônia



Fonte: Adaptado de West *et al.*(2014).

## 5.2. Relevo, fluxo superficial e as evidências de contaminação determinando o fluxo subterrâneo

A contaminação das águas subterrâneas é variada, classificada conforme sua forma de distribuição espacial em pontuais e difusas. As fontes de contaminação pontuais, como os cemitérios, normalmente produzem plumas de contaminação definidas e concentradas, o que facilita sua identificação (MARTELLI *et al.*, 2012).

De acordo com os resultados obtidos e a modelagem do fluxo da água subterrânea nos cartogramas (Figuras 32 e 33) utilizando os programas SURFER e ArcGIS, observa-se que o fluxo superficial e subterrâneo coincide com os resultados positivos que se correlacionam à infiltração da água proveniente do Cemitério no solo. O uso de *softwares* aplicados à Geologia e Geofísica teve o propósito de identificar a direção e o sentido do aquífero subterrâneo e o conseqüente fluxo da contaminação, mostrados, especialmente, na avaliação das análises bacteriológicas efetuadas (BRAZ *et al.*, 2000).

Por conta do relevo e hidrologia específica da região e os resultados das duas coletas, identifica-se que pode haver pluma de contaminação<sup>21</sup> proveniente da atividade do cemitério indicada, especialmente, no período seco.

As zonas de médio e alto risco, utilizando unicamente a vulnerabilidade extrínseca descrita por Aquino (2008), influenciam na determinação da presença de contaminação remota por *C. perfringens*, sendo que em alguns dos pontos os valores de determinação deste elemento (NMP) não são indicados quantitativamente conforme o padrão descrito no ensaio utilizado

---

<sup>21</sup>Denominação para os contaminantes dissolvidos no solo.

(Tabela4) o que ocasiona, no programa ArcGIS, uma demonstração desses resultados de uma forma figurativa mas com restrições com relação à quantitativa, por conta de limitações do *software*. Se a taxa de concentração de *C. perfringens* foi aferida em  $>2,3 \times 10$  NMP, o *software* registra o valor exato de  $2,3 \times 10$  (23). Entretanto, a utilização do *software* possibilita a verificação espacial da localização dos pontos de coleta e a comparação, a grosso modo, dos níveis encontrados entre eles em cada época de coleta<sup>22</sup>, associando-os ao fluxo subterrâneo estimado e determinado pelo programa SURFER.

O ponto destinado a princípio para controle (PI) surpreendeu com resultados positivos para clostrídios e na segunda coleta no período seco, apresentou taxas elevadas, até maiores que as demais, próximas à zona de risco alto do Cemitério, outro indício de presença de pluma (Figura 31).

A maior parte dos pontos amostrados (Tabela 3) pertence à Bacia de Ondina, inclusive um curso d'água completamente degradado, que corre paralelo à Rua Nova do Calabar, em área bastante impermeabilizada, ao fundo dos lotes lindeiros a esta via, cujo sentido de fluxo das águas, indica que as áreas de contribuição para o mesmo, pertencem realmente à esta bacia (Figura 17) e fazem parte dela além do bairro do Calabar, os bairros de Ondina e Alto das Pombas, além das localidades de Jardim Apipema, Alto de Ondina e São Lázaro (SANTOS *et al.*, 2010).

A área que corresponde a essa bacia fazia parte da Bacia do Rio dos Seixos (Barra/Centenário), mas segundo Santos *et al.* (2010), a existência de nascente de um córrego que drena a localidade de Jardim Apipema e o bairro do Calabar, onde foi observado um suave caimento no terreno, justificou a delimitação desta bacia, sendo os limites entre ela e a Bacia do Rio dos Seixos

---

<sup>22</sup> Tabela 3 - Valores de NMP para água bruta.

(Barra/Centenário) ao Sul e a Bacia do Lucaia ao Norte (Figuras 16 e 17). A topografia local e o relevo do pequeno morro onde se encontra o Cemitério é determinante no escoamento da água superficial e percolação dos contaminantes no solo.

Na primeira coleta (Figura 30) detectou-se pontos do bairro do Calabar onde foram encontrados indicativos de presença de *C. perfringens*, bem como alterações de pH em todos os pontos. Apesar do Alto cristalino possuir altos índices de ferro (NASCIMENTO, 2005), contaminação natural que contribui para alteração da cor e turbidez do solo e da água subterrânea, nessa campanha essas propriedades não se mostraram presentes ou significantes. Boa parte da água drenada do Cemitério segue em direção ao vale onde estão a maior parte dos poços amostrados. Os Pontos II e III são justamente os considerados mais críticos seja em valores do pH ou em concentração de *C. perfringens*, isso por estar muito próximos das áreas considerada como sítio de alto risco (ANEXO A) onde ocorrem sepultamento em covas rasas e na rota do fluxo de água contendo resíduos de coliquação. Nesta área, o aquífero é raso e concentra toda a natureza de lixiviados provenientes do escoamento no período de maior pluviosidade. Os pontos PI, PV e P VIII tiveram valores de *C. perfringens* mais atenuados provavelmente por conta do distanciamento da fonte poluidora, ainda que na rota de contaminação. No fluxo é possível que tenha havido degradação ou diluição dos contaminantes no halo de dispersão hidrogeoquímica que favorece o desaparecimento gradual à medida que se ocorre afastamento do ponto de contaminação. Os mecanismos de dispersão e retardamento da migração dos contaminantes químicos e microbiológicos no meio rochoso dependem basicamente do clima, tipo de solo e da natureza dos microrganismos (CASTRO, 2008). Além disso, fenômenos como a precipitação química, degradação química e biológica, volatilização, consumo biológico e

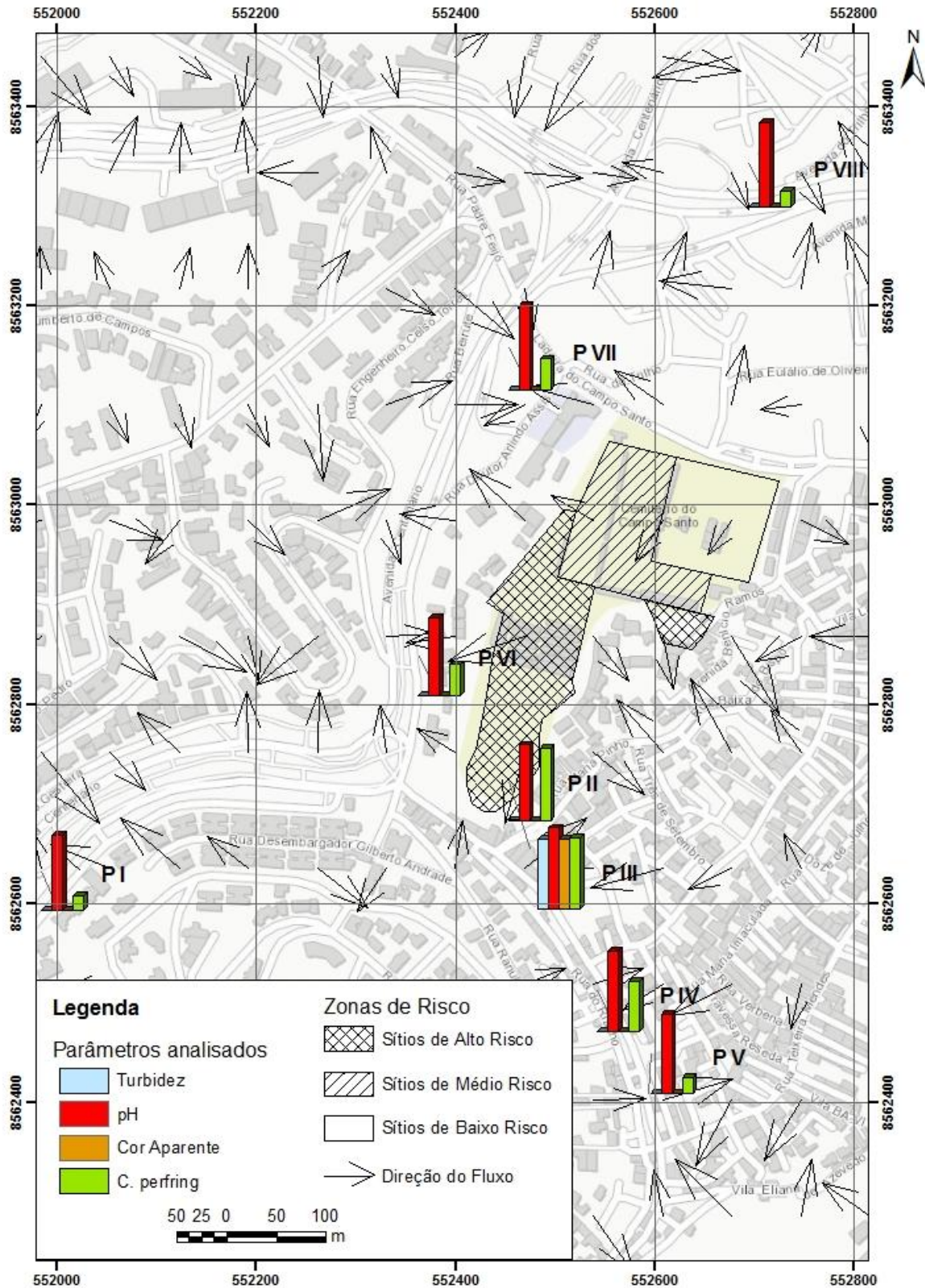
adsorção podem interferir na infiltração para zonas mais profundas do solo, evitando ou degradando os contaminantes (FEITOSA; MANOEL FILHO, 1997). No período seco pode-se observar (Figura 31) elevação das concentrações de *C. perfringens* e maior variação de pH. A cor se eleva em alguns pontos e isso pode ser reflexo da alteração dos minerais ferro-magnesianos existentes em algumas rochas metamórficas que formam o Alto Cristalino de Salvador e que sofrem intemperismo químico. Aqui os pontos I A e B, IV e VII tiveram resultados mais expressivos, sendo os primeiros discrepantes em relação ao período chuvoso.

Tal distribuição sugere que os períodos de baixa precipitação pluviométrica favorecem o aumento das populações de microrganismos na região do Cemitério devido à diminuição do fluxo local de água subterrânea (Figuras 31 e 33) e provável aumento natural da temperatura média no regolito (CASTRO, 2008).

Apesar de alguns destes pontos estarem mais distantes da fonte de contaminação, como no caso do ponto I, há indicação que possivelmente o deslocamento da pluma segue o sentido do fluxo superficial e subterrâneo estimado. Braz *et al.* (2010), consideram que este não necessariamente coincide com a direção do fluxo das águas superficiais, podendo apresentar variações locais devido à presença de heterogeneidades litológicas, o que pode explicar a redução dos valores de *C. perfringens* no ponto III e manutenção dos valores no ponto VI, embora as rochas sejam predominantemente chanoenderbíticas.

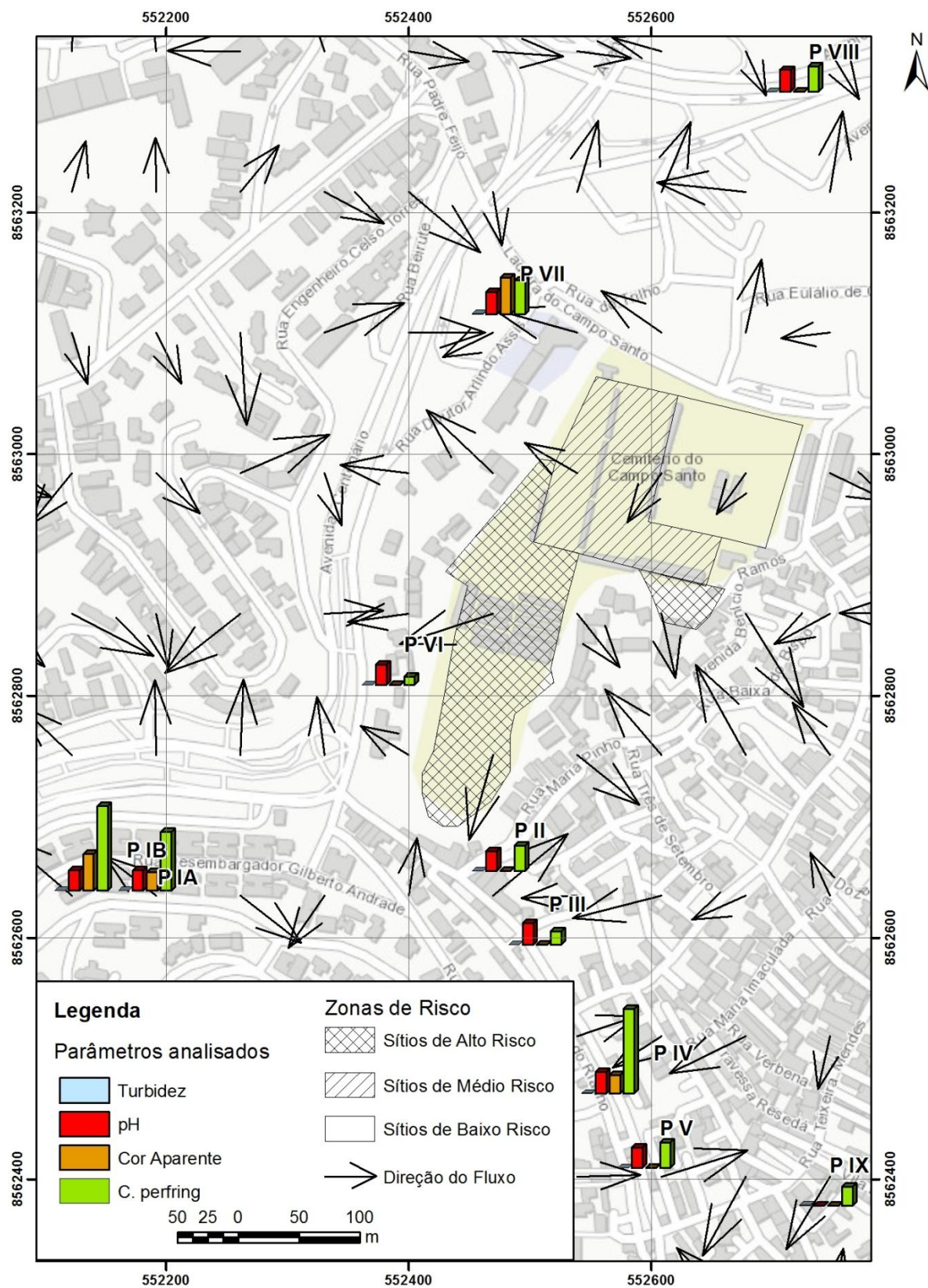


Figura 30. Cartograma evidenciando taxas de indicadores de necrochorume encontrados na campanha do período chuvoso e localização de pontos de coleta na área do entorno do Cemitério do Campo Santo concordantes com o fluxo subterrâneo.



Fonte: Própria.

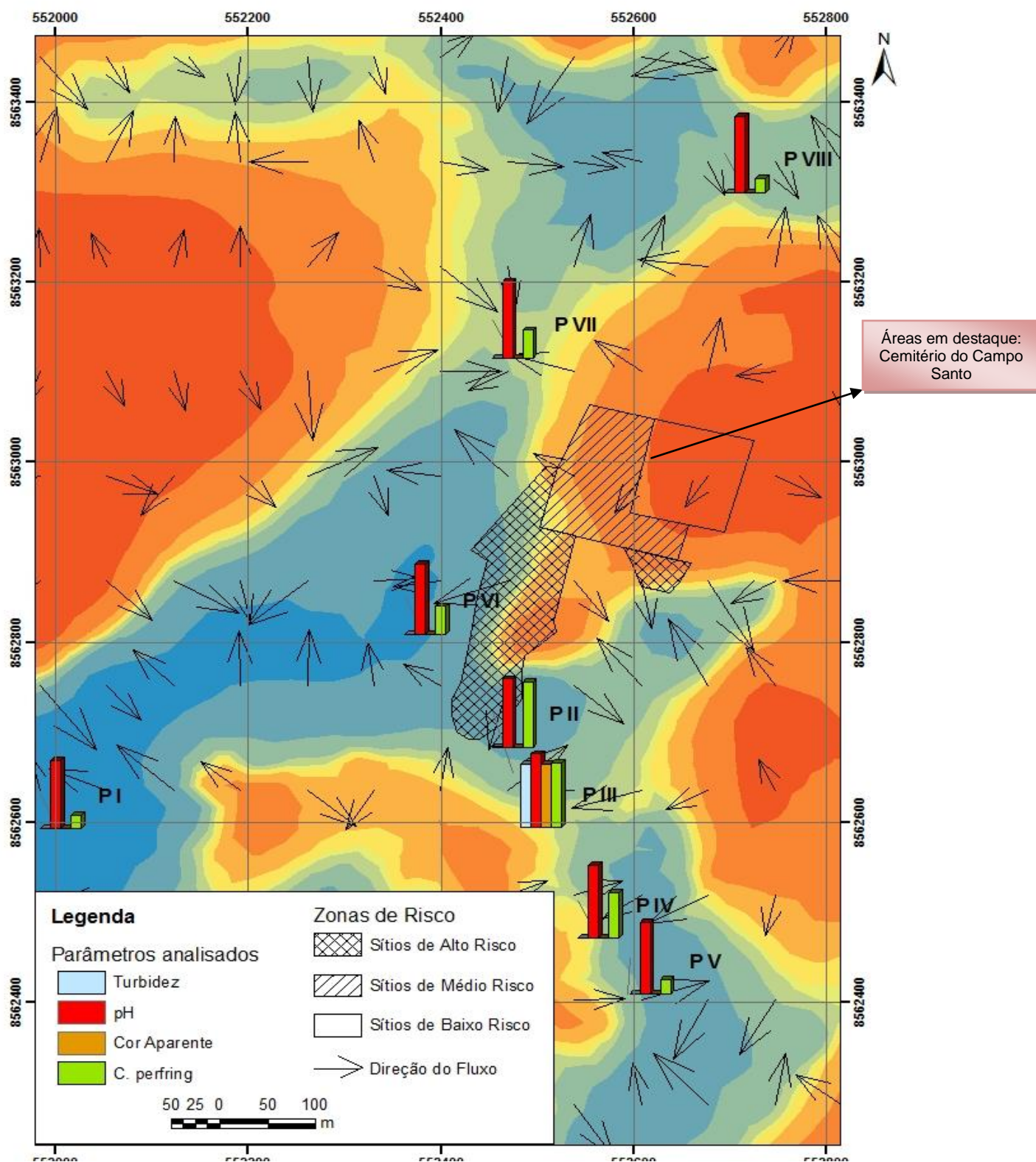
Figura 31. Cartograma evidenciando taxas de indicadores de necrochorume encontrados na campanha do período seco e localização de pontos de coleta na área do entorno do Cemitério do campo Santo



Fonte: Própria.

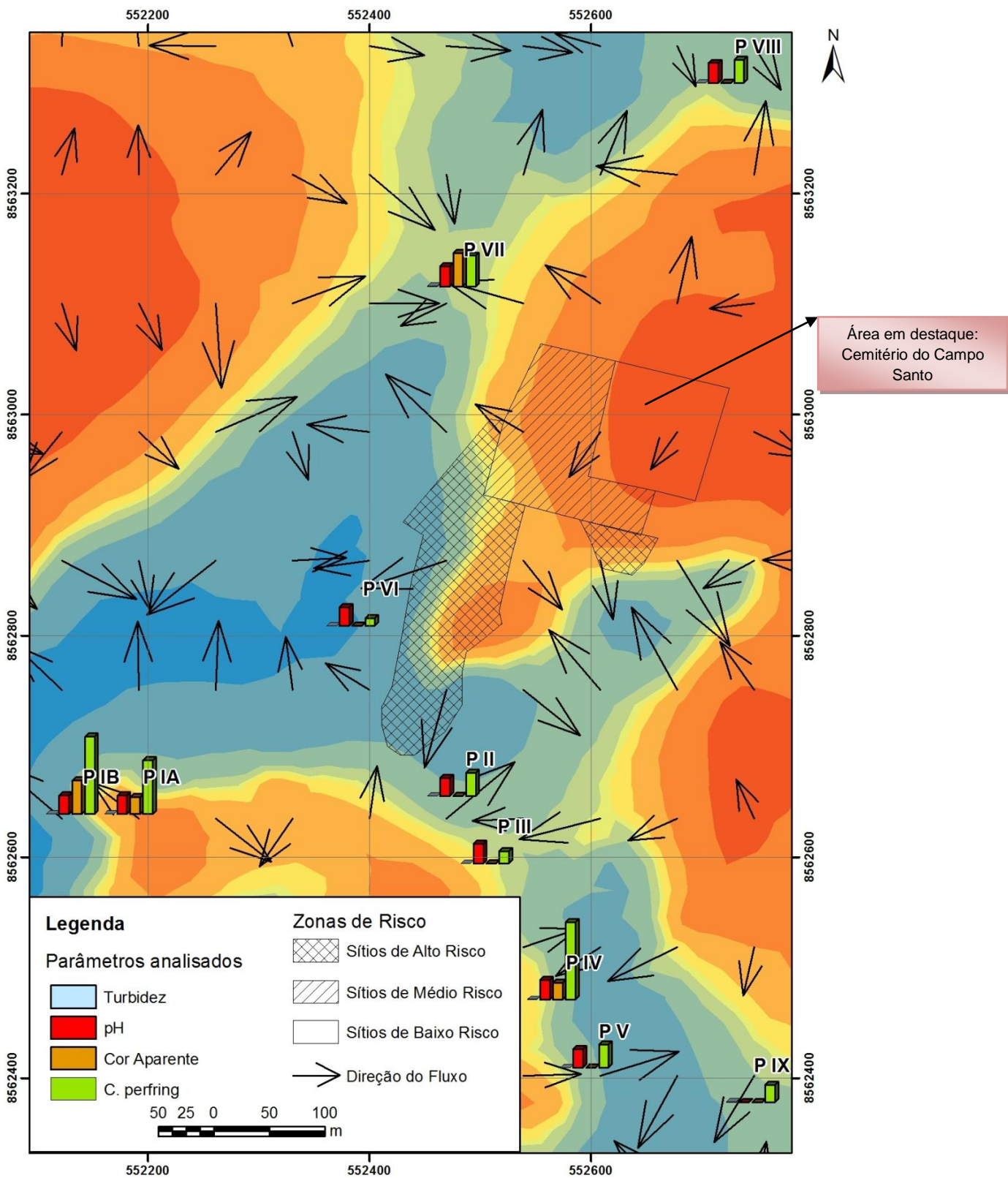


Figura 32. Estimativa de fluxo subterrâneo com base no relevo e fluxo superficial e resultados das análises na campanha do período Chuvoso. Cor vermelha representa maior altitude e setas indicam sentido de fluxo



Fonte: Própria.

Figura 33. Estimativa de fluxo subterrânea com base no relevo e fluxo superficial e resultados das análises na campanha do período seco



Fonte: Própria.

Nascimento *et al.*(2009) encontraram alguns resultados expressivos no sistema hidrogeológico do alto cristalino de Salvador que mediante mapeamento e análise da vulnerabilidade pelo método DRASTIC<sup>23</sup> permitem concluir que, no Alto Cristalino de Salvador a distribuição espacial dos índices de vulnerabilidade aumentam a partir do compartimento morfológico situado justamente a oeste da Falha do Iguatemi (ANEXO D), local de investigação deste estudo, em direção à Planície Costeira Atlântica. Esse aumento da vulnerabilidade é devido a menor profundidade do nível estático (NE) e a existência da Planície Costeira formado por sedimentos recentes, principalmente, o cordão de dunas que apresentam alta condutividade hidráulica que embora se afastem do local do Cemitério, indica condições geológicas características do Alto Cristalino de Salvador.

As figuras 30 a 33 demonstram correlação de alguns resultados encontrados por Nascimento e Barbosa (2005) com elementos de vulnerabilidade do aquífero, que serve de base referencial do fluxo subterrâneo, considerando os resultados obtidos nos dois períodos de coleta. Nascimento (2008) também demonstrou por meio do uso do método DRASTIC que a vulnerabilidade desse aquífero é variável, mas por conta da baixa profundidade do lençol também na região de estudo (ANEXO G) é vulnerável, no local de estudo, a contaminantes provenientes do Cemitério.

Nascimento (2008) fez um levantamento de poços tubulares situados em áreas do aquífero, na região das Bacias de Ondina e Lucaia, e encontrou achados que iam desde a variação de muito baixa a alta vulnerabilidade. Um dos poços aferidos foi o

---

<sup>23</sup>São parâmetros utilizados no método DRASTIC: Profundidade, recarga, aquífero, solo, topografia, impacto e condutividade. Valores: 79-106- Insignificante; 106-120 – Muito Baixa; 120-127- Baixa; 127-141 – Moderada; 141-148- Alta.

poço 52 (ANEXO E), que foi classificado como altamente vulnerável está situado na área do Vale do Canela, próximo ao ponto VIII cujos valores indicativos podem ter sofrido interferência dessa vulnerabilidade ainda que mais distante do Cemitério. Nos vales, o lençol é raso e recebe o fluxo das regiões mais altas, inclusive do ponto onde se encontra o cemitério do Campo Santo. O poço tubular 52 utilizado por Nascimento (2008) tem valores determinados em 163, muito alto na escala DRASTIC (ANEXO E), o que corrobora na confirmação de uma vulnerabilidade intrínseca e específica deste aquífero e que os resultados avaliados indicam um possível risco à saúde das populações expostas no uso de soluções alternativas nas proximidades.

As análises realizadas, em especial as que permitiram a detecção de *C. perfringens*, nas duas etapas, sugerem possível contaminação da água subterrânea por necrochorume. Foram constatadas alterações, principalmente, nos valores de pH, cor e ausência de *E. coli* em ambas as campanhas, o que sugere apenas contaminação remota, de origem não fecal, visto que esse coliforme termotolerante não sobrevive muito tempo na água, sendo encontrado apenas em situações onde há proximidade com covas mais recentes (menos de um ano). Almeida *et al.* (2006) consideram que outras espécies de bactérias como a *Pseudomonas aeruginosa*, que se adaptam ao ambiente rico em matéria orgânica como cemitérios, de forma versátil, limitam as condições de vida da *Escherichia coli*, pois criam uma situação desfavorável para esta última, que sucumbe à competição. Pode-se inferir que sua possível presença poderia estar mascarando o resultado obtido para esse parâmetro.



Com relação ao pH, Franca *et al.* (2006) demonstraram que na maioria dos corpos d'água o pH pode ser influenciado pela alteração da temperatura, atividade biológica e lançamentos de efluentes.

Em paralelo, o decréscimo de pH, provavelmente é oriundo de uma alta decomposição orgânica, acidificando a água (PRATTE-SANTOS, 2007). A região estudada é servida pelo sistema de esgotamento sanitário de Salvador, o que demonstra pouca interferência de contaminação por esgotos sanitários ou mesmo de outras afins que tragam esse tipo de consequência. No caso do pH, quanto maior for seu valor de acidez no meio, maior será a influência no aumento na dissolução de substâncias (BRASIL, 2006), tornando os produtos da coligação cada vez mais disponíveis. Na segunda campanha de coleta e análise de amostras de água subterrânea verificou-se que em alguns pontos (II, VI, VII e VIII) houve um leve aumento dos níveis de pH o que não foi muito significativo, mas pode indicar alguma modificação bioquímica no solo ou na água, como a estiagem, que diminuiu a diluição de substâncias que abaixam o pH. De acordo com Oliveira (2009), a acidez encontrada pode ser inerente ao meio ou pode ser causada por fenômenos atmosféricos, presença de matéria orgânica no meio ou por substâncias utilizadas nas práticas funerárias. Como o potencial hidrogeniônico controla a maior parte das reações químicas e atividade microbiológica, a formação de gases é atribuída as suas variações, quando no solo.

Houve alteração do valor da cor aparente na segunda rodada nos pontos IA V e VI. Considerando que o ponto de onde foi retirada a amostra IB não foi contemplado na primeira campanha, sendo proveniente do mesmo SAC, mas apresentou valor alto aferido em 10 uHz, pode-se imaginar que substâncias e outros fatores

desconhecidos possam ter interferido. Segundo Neira *et al.* (2006), componentes orgânicos e inorgânicos do solo, tais como, metais, como o ferro (NASCIMENTO, 2005) e os próprios parâmetros pH e turbidez, podem alterar a coloração das águas naturais.

De acordo com Silva *et al.* (2006), assim como a cor, a turbidez para água de abastecimento tem importância pelo aspecto estético. Nos processos de desinfecção, as partículas responsáveis por ela abrigam microrganismos que se protegem da ação do desinfetante. Neste aspecto o grau de inconformidade foi desprezível visto que a única alteração foi no ponto V, no período chuvoso, e pode estar correlacionado à abundância de partículas lixiviadas da erosão e carreamento de matéria orgânica durante as precipitações naturais do período.

Foi constatada a contaminação por *C.perfringens*, cujo valor abaixo de 1,1NMP/100mL é considerado ausência. Enetério (2009) e Martins *et al.* (1991) consideram que amostras de água subterrânea que apresentem baixo valor de indicadores de poluição fecal (coliformes termotolerantes), porém com maior número de bactérias anaeróbias (clostrídios sulfitos–redutores - CSR), demonstram uma provável contaminação oriunda das covas. Na bibliografia específica há controvérsias sobre a forma de infecção mais perigosa por esta espécie. Todavia, muito do que foi pesquisado a respeito, evidencia um maior risco no contato da pele com a água contaminada, não tanto por meio da ingestão. A maior parte dos usuários dos sistemas alternativos de abastecimento de água nas redondezas do cemitério do Campo Santo (a maioria residências com SAI) relata que geralmente usa água tratada para ingestão distribuída pela prestadora do serviço público de abastecimento e utiliza a água do poço, principalmente, para banho, lavagem de



utensílios, roupa, raramente para beber, mas muitos usam para a higiene pessoal, estabelecendo uma via de contaminação perigosa. Em caso de intermitência no sistema público de distribuição de água, os que não possuem “fonte” recorrem aos que possuem, ampliando assim, o número de pessoas expostas.

Embora parte das amostras de água dos poços estudados apresente a qualidade da água supostamente dentro dos limites desejados e seja considerada apropriada, inclusive para consumo humano, de acordo com os padrões microbiológicos de potabilidade e balneabilidade preconizados pela legislação brasileira (Portaria nº 2.914/2011, do MS, e Resoluções CONAMA nºs 357/2005 e 396/2008), pode-se afirmar que a presença de *C. perfringens*, mesmo não sendo um parâmetro considerado nesse arcabouço legal, pode trazer um risco em potencial aos usuários desta água na região estudada. O microrganismo *Clostridium perfringens* foi utilizado neste estudo como indicador de contaminação remota e como um bom indicador da contaminação por necrochorume (SILVA, 2012), que segundo Matos (2001), é bastante persistente neste meio. Torna-se necessário informar aos usuários destas soluções alternativas de abastecimento de água sobre o risco desse consumo, bem como demonstrar a necessidade de inclusão de determinados parâmetros de análise e amostragem específicos de água para consumo humano em regiões ambientalmente vulneráveis. West *et al.* (2014) consideram que um método já foi desenvolvido para determinar, por exemplo, aminas bioativas (putrescina e cadaverina) na água subterrânea, o qual identificará com maior precisão e sem dúvidas, uma contaminação proveniente do necrochorume.

De acordo com o fluxo estimado de água superficial e subterrâneo, e os valores de cada parâmetro encontrado nas amostras de água subterrânea oriundas dos poços

no entorno do Cemitério, há indicação que ocorre a contaminação do aquífero de onde é captada a água para consumo humano, visto que a presença do solo argiloso a areno-argiloso, o relevo, a pluviosidade, a localização espacial da área de inumação no solo e os pontos onde foram coletadas as amostras de água, bem como a presença de contaminação em ponto mais distante sugere a presença de pluma de contaminação difusa<sup>24</sup>, em especial por conta do “trend” de dispersão do *C. perfringens*, concordante como fluxo subterrâneo.

O número de amostras coletadas, no entanto, é pequeno para evidenciar estatisticamente o risco, mesmo que existam evidências de contaminação. Uma correlação mais consistente entre a presença, a intensidade da contaminação, o impacto do necrochorume na qualidade da água consumida nas adjacências do cemitério estudado e a interferência de outras fontes de contaminação seriam melhor demonstrados por meio da análise da presença de outros indicadores de contaminação por necrochorume. Outros pesquisadores baseados em resultados similares obtidos em suas pesquisas em outros países e estados alertam para a necessidade de se promover investigações sistemáticas, principalmente, em áreas residenciais próximas a cemitérios, onde há exploração de água por meio de poços. A frequência de amostragem para água tratada, estabelecida na Portaria nº 2.914/2011, do Ministério da Saúde, seria ideal, visto que a água subterrânea apesar de nem sempre receber tratamento é usada como fonte de abastecimento para consumo humano. Os órgãos ambientais, incluindo os de recursos hídricos, bem como da saúde, devem promover a implementação de Áreas de Restrição e

---

<sup>24</sup>As fontes de poluição difusa geralmente não apresentam plumas de contaminação definidas, mas impactam uma área muito mais larga e, assim, maior volume do aquífero (FOSTER, S.; HIRATA, R.; GOMES, D.; D'EDLIA, M.; Paris, M.; *Groundwater Quality Protection: a guide for water utilities, municipal authorities, and environment agencies*, Washington: The World Bank, 2002.)

Controle do Uso da Água Subterrânea, em caráter excepcional e temporário, quando, em função da condição da qualidade e quantidade da água subterrânea, houver a necessidade de restringir o uso ou a captação da água para proteção dos aquíferos, dos ecossistemas e da saúde humana, conforme indica a legislação atual. A Lei nº. 11.445/2007 (Lei Nacional de Saneamento Básico), não se aplica em todos os casos de abastecimento de água, visto que nem todas as fontes de suprimento são SAC, considerados como serviço público quando ocorre sua adução e reservação. O seu Art. 5º diz que não constitui serviço público a ação de saneamento básico executada por meio de soluções individuais, desde que o usuário não dependa de terceiros para operar os serviços, bem como as ações e serviços de saneamento básico de responsabilidade privada, incluindo o manejo de resíduos de responsabilidade do gerador.

A Lei nº 11.445/2007 sugere impedimentos quanto ao uso de soluções alternativas coletivas e individuais, salvo em situações de emergência e intermitência, sempre priorizando a utilização de água da rede de abastecimento pública e nesse contexto, gerando conflitos de ordens variadas. Seu conteúdo foi detalhado para facilitar as interpretações de partes divergentes no Decreto nº 7.217/2010. Este Decreto regulamenta e esclarece normas referentes à Lei Nacional de Saneamento básico, inclusive reiterando o Art. 16 da Portaria nº 2.914/2011 do MS, que estabelece que não pode haver mistura da água (Art. 7º) e que SAI pode ser usado na ausência de abastecimento público.

Atualmente, a monitorização de poços em Salvador está ocorrendo de forma restrita, já que, de acordo com Godoy (2013), a legislação “proíbe” o uso da água de poço para consumo humano. Esse fato tem limitado ações de prevenção à contaminação

microbiológica devido à falta de esgotamento sanitário e aos efluentes biológicos lançados no solo, inclusive porque não há efetivamente conhecimento pelo INEMA (órgão estadual de meio ambiente e recursos hídricos) de todos os poços explorados que tem competência para estabelecer a outorga e nem pela autoridade de saúde com relação aos SAI. Antes da revogação da Portaria MS nº 518/2004, a Vigilância em Saúde Ambiental autorizava o uso de SAC mediante comprovação de análises de qualidade frequentes e presença de responsável técnico. Atualmente, com a Portaria nº 2.914/11 do MS, a VISAMB condena o uso dessa alternativa visto que sua atividade está alicerçada na legislação. Em ação conjunta, o Ministério Público, VISAMB e o INEMA vêm convocando todas e quaisquer pessoas jurídicas para se adequar à Legislação, substituindo o uso de SAC pela água tratada pela rede pública de distribuição.

A legislação mais recente acaba por impor o uso da rede pelos prestadores do serviço, quando na realidade o uso de outras fontes ou formas de captação não deveria ser impedido, desde que houvesse tratamento desta água sem mistura com a da rede (SAC) e bom senso na observação da qualidade para consumo humano (SAI), sem obrigação de uso exclusivo da rede pública.

Santos *et al.* (2013) discorrem sobre como o capital avança na apropriação da prestação dos serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, por meio de diversas formas de privatização, registrando que em Salvador as águas não são apenas um problema ambiental ou uma promessa de desenvolvimento, são também substrato de um conjunto de práticas culturais e religiosas, onde elementos da natureza são de fundamental importância, residindo aí sua peculiaridade.

### 5.3. Outros parâmetros de qualidade da água subterrânea

Os elementos como nitrato, amônia, a condutividade elétrica e os sólidos totais dissolvidos são indicadores complementares da qualidade da água subterrânea que estão associados aos resultados encontrados para os parâmetros utilizados na metodologia. As tabelas 8 e 9 demonstram a variação destes indicadores em ambos os períodos de coleta. Os valores de Nitrogênio amoniacal (amônia) estão representados em  $\mu\text{g/L}$  e quando dissolvida em água é denominada de amônio. A amônia ( $\text{NH}_3$ ) é volátil enquanto o amônio está em solução aquosa e, inclusive, tende a reduzir as taxas do OD devido à concentração de bactérias presentes, causando odor desagradável. Ela é produzida pela desaminação de compostos orgânicos.

A tabela 8 mostra que as concentrações de nitrato nas amostras coletadas no período chuvoso e da amônia, no ponto P V(5), apresentam inconformidades quanto ao VMP, que para nitrato é de  $10\text{mg/L}$  e para amônia de  $1,5\text{ mg/L}$ . Estes valores são os aceitáveis dentro dos padrões de potabilidade da água para consumo humano. O nitrato é muito móvel e pode ser facilmente removido do solo para as águas subterrâneas.

Os sólidos totais dissolvidos (STD) são partículas de menores dimensões capazes de passar por um papel de filtro específico, seja volátil ou não. A OMS não estabeleceu um limite máximo aceitável, mas salienta que, a níveis maiores que  $1.200\text{ mg/L}$ , os sólidos tornam a água de beber impalatável (HELLER; PÁDUA, 2006). Seus valores analisados em ambas as campanhas estão de acordo com os níveis de aceitação para o consumo humano, sendo as amostras consideradas como de água doce.

A condutividade elétrica é um indicador físico- químico cujo método de aferição é considerado simples e barato e depende da quantidade de sais dissolvidos, sendo proporcional aproximadamente à sua quantidade, ou seja, quanto maior a condutividade maior a presença de sólidos dissolvidos na água. O necrochorume por ser rico em sais minerais pode aumentar a condutividade elétrica na água. A condutividade elétrica depende da presença de íons, mas sua associação é complexa, pois depende do íon presente e sua concentração e a legislação não limita valores (VMP). A condutividade elétrica não é parâmetro para a potabilidade da água e não são feitas referências a valores máximos deste parâmetro nem na legislação nem na literatura.

Um corpo d' água rico em compostos húmicos e com pH baixo pode apresentar altos valores de condutividade elétrica. Enquanto as águas naturais apresentam valores de condutividade elétrica (CE) na faixa de 10 a 100 $\mu$ S/cm, em ambientes poluídos por esgotos domésticos ou industriais os teores podem chegar até 1.000 $\mu$ S/cm (BRASIL, 2006).

Segundo Matos (2001), no cemitério de Vila Nova Cachoeirinha em São Paulo, as águas subterrâneas mais próximas da superfície possuem maior condutividade elétrica (em torno de 600 $\mu$ S/cm) e as mais profundas (em torno de 200 $\mu$ S/cm), indicando um aumento de íons das águas mais vulneráveis.

Nota-se que os valores de STD para cada poço de monitoramento são relativamente homogêneos para ambas as épocas do ano e atendem aos VMP permitidos para potabilidade água correspondendo aos valores baixos de CE. Nascimento (2008) considera que a condutividade elétrica é baixa, em geral, na região do Alto Cristalino, com média de 400 $\mu$ S/cm. A condutividade elétrica é maior onde as águas

subterrâneas têm maior tempo de percolação pela formação geológica, aumentando a concentração de minerais (SILVA, 2012). O Ponto V não teve resultado positivo para *C. perfringens* na primeira coleta, porém isso não inviabiliza a correspondência com a presença do necrochorume visto que este se encontra à jusante do Cemitério, tem maior condutividade elétrica e há a diluição deste composto nesse período, o mesmo ocorrendo nos pontos I e VII, sendo os demais positivos para este microrganismo, apresentando inconformidade para nitrato, que acarreta e indica contaminação remota pela presença de teores altos deste composto, em oposição à amônia, que determina contaminação recente, com tempo hábil para nitrificação no solo e água, de acordo com o ciclo do nitrogênio.

Migliorini (1994) e Matos (2001) descrevem em suas teses que o necrochorume pode produzir diaminas que, uma vez degradadas, formam amônio e em anaerobiose são degradadas por clostrídios em nitrato e outras substâncias, após consumo de oxigênio e oxidação da matéria orgânica, no final do processo.

No período seco o nitrato não foi analisado, porém verifica-se (Tabela 9) valor elevado de amônia no ponto V, e no Ponto IX o teor de amônia ficou em 2,25 mg/L, entretanto, este ponto que é uma surgência natural, não foi amostrado no período chuvoso, não podendo servir de comparativo em relação ao período seco.

As figuras 34 e 35 demonstram a relação entre esses parâmetros adicionais de análise e sua relação entre si e com o fluxo estimado, demonstrando que há correspondência e pouca variação entre os parâmetros observados.

Tabela 8. Outros parâmetros de avaliação de contaminação por necrochorume analisados no período chuvoso

Parâmetros/ pontos	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
<b>STD</b> (mg/L <sup>-1</sup> ) a 22º	189,0	201,3	136,8	265,3	232,7	155,30	171,30	227,70
<b>Cond. Elétrica</b> (µS/cm) a 21º C	360,0	379,0	258,0	507,0	454,0	297,00	325,0	428,0
<b>Amônia</b> (NH <sup>+4</sup> , µ/L)	-13,31	478,83	3,67	1402,11	2008,10	1,18	-23,02	-11,58
<b>Nitrato (mg/L)</b>	41,62	29,64	28,2	63,67	46,56	14,84	24,00	35,03

Fonte: West (2014).

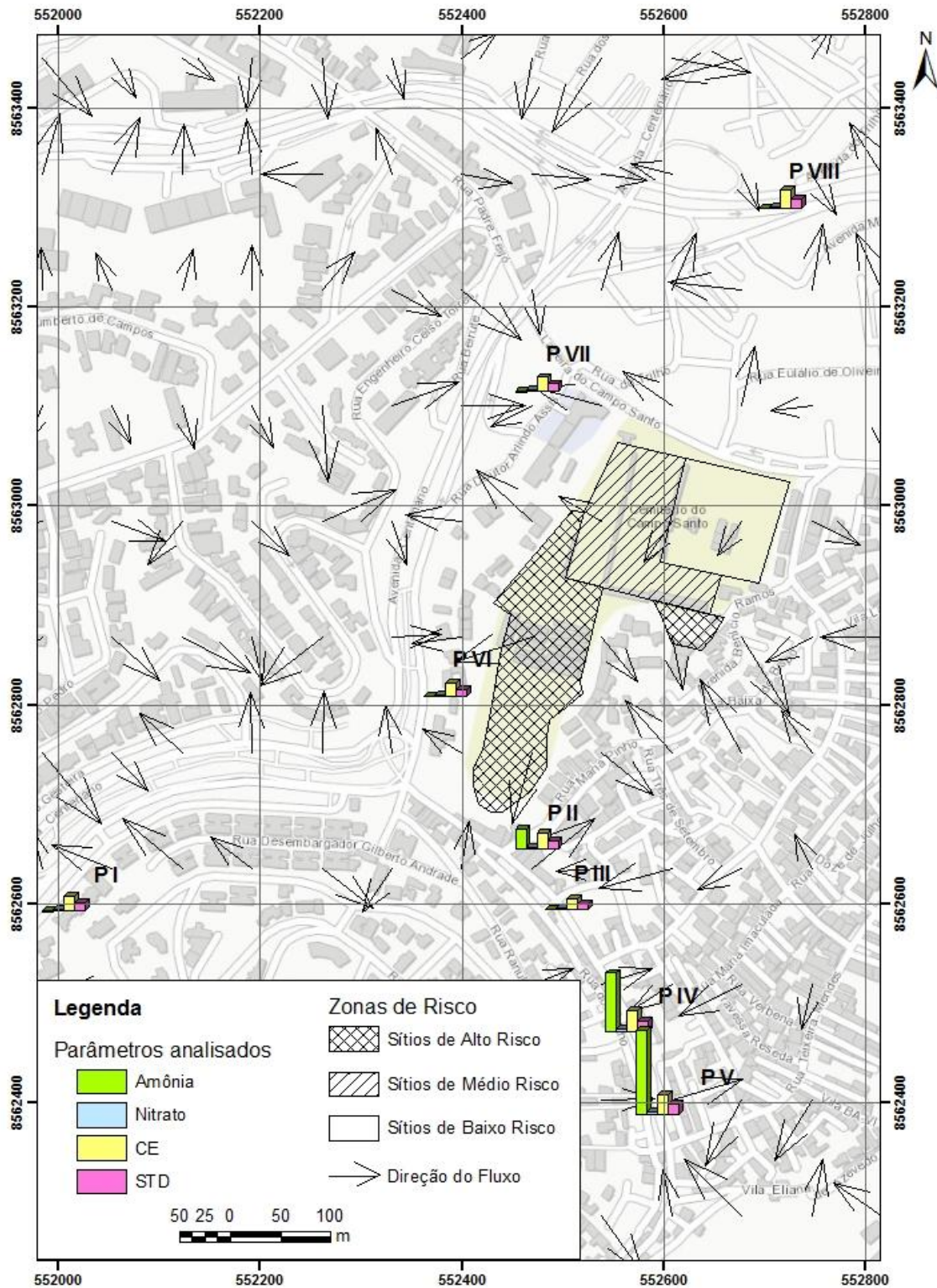
Tabela 9. Outros parâmetros de avaliação de contaminação por necrochorume analisados no período seco

Parâmetros/ Pontos	1A	1B	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
<b>STD</b> (mg/L <sup>-1</sup> )	188,7	179,5	159,2	132,5	247,0	221,2	160,5	146,7	167,6	214,4
<b>Cond. Elétrica (µS/cm) a 21º C</b>	417,0	316,0	334,0	231,0	507,0	380,0	273,0	306,0	333,0	447,0
<b>Amônia (NH<sup>+4</sup>)</b>	-7,97	-19,93	427,83	-9,47	1242,64	2026,88	24,25	2,16	-20,43	2250,60

Fonte: West (2014).

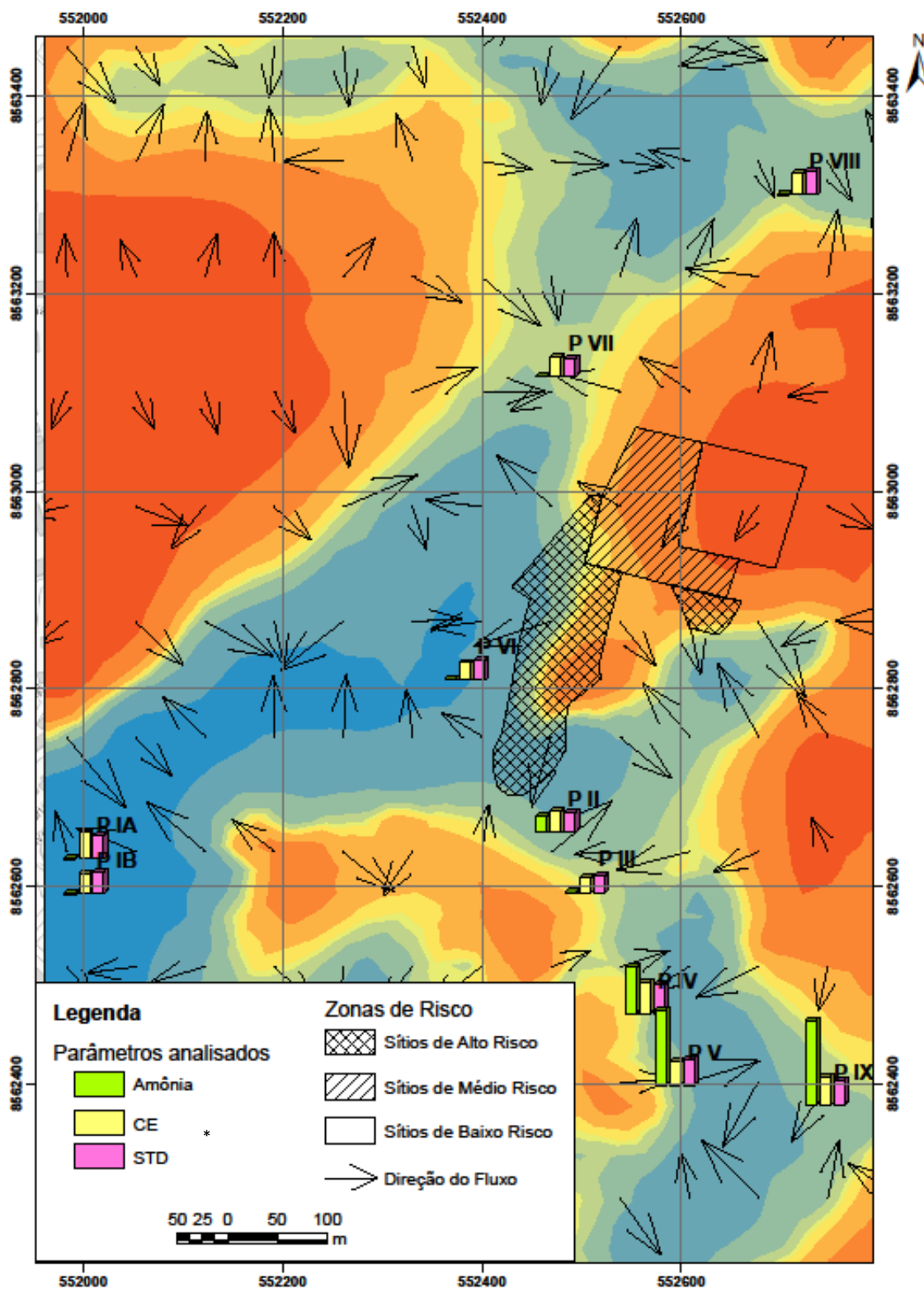


Figura 34. Cartograma com estimativa de fluxo subterrâneo com base no relevo e fluxo superficial e resultados das análises na campanha do período Chuvoso.



Fonte: Própria

Figura 35. Estimativa de fluxo subterrânea com base no relevo e fluxo superficial e resultados das análises na campanha do período seco. Cor vermelha representa maior altitude e setas indicam sentido de fluxo



Fonte: Própria

\*Não se aplica

## 6. CONCLUSÃO

Este estudo sugere evidências de contaminação da qualidade da água para consumo humano proveniente de mananciais subterrâneos nesta microrregião onde são desenvolvidas as atividades do Cemitério do Campo Santo em Salvador. Esse fato caracteriza possível risco no consumo da água subterrânea não somente para as pessoas em condições sociais desfavoráveis, mas também para os demais moradores de maior poder aquisitivo e de condições sócio-econômicas melhores que vivem nas adjacências e também utilizam esse recurso, inclusive misturando com a água tratada da rede pública de distribuição. Assim, hotéis, restaurantes ou demais atividades comerciais existentes na região, visando reduzir despesas, também usam sistemas de abastecimento alternativo como complemento ao abastecimento proveniente da rede pública de distribuição.

A utilização de parte dos parâmetros necessários e a pequena quantidade de amostras analisadas em apenas dois períodos de amostragem (chuvoso e seco) foram insuficientes para caracterizar o cemitério do Campo Santo de forma eficaz como única fonte poluidora do aquífero, mas foi suficiente para a percepção da existência de uma correlação positiva entre este e a presença de necrochurume. Quanto à legislação e análises das amostras com parâmetros previstos na metodologia utilizada, não há inconformidades com vistas à potabilidade da água. A utilização de outros parâmetros físico-químicos analisados como STD, CE, amônia e nitrato, fortaleceram as suspeitas e conclusões acerca da qualidade da água de poço consumida nos bairros do Calabar, Av. centenário e entorno, visto que estes parâmetros adicionais são

também indicativos de presença de alterações causadas pelo necrochorume. Reitera - se que não foram usados pontos de coleta dentro do Cemitério, além do sistema de esgotamento sanitário da Cidade atender a região estudada. A qualidade da água, tendo como referência a metodologia e elementos físico-químicos e microbiológicos preconizados pela legislação, está em conformidade, mas esta apresenta presença de *C. perfringens* que é um patógeno de ampla virulência e infecção por diferentes vias de contaminação. Os resultados das análises de amostras de água na região realizadas por West (2014), apresentam valores de nitrato elevados em todos os pontos no período chuvoso não atendendo aos VMP desejados e o teor de amônia superior a 1,5mg/L na amostra do Ponto V, no período chuvoso e também no período seco, não atendendo a Portaria nº 2.914/2011 do MS e Resoluções Conama nº 357/2005 e nº 396/2008, ou seja, não estão de acordo com os padrões de potabilidade e balneabilidade preconizados pela legislação brasileira.

Pode-se considerar que a presença de elevado teor de nitrato e a presença de *C. perfringens*, ainda que não seja um parâmetro microbiológico praticado no Brasil, indicam contaminação remota provavelmente oriunda do cemitério do Campo Santo que contamina e altera a qualidade da água de poço consumida na região, expondo ao risco os usuários que consomem a água dos poços. *C. perfringens* foi utilizado neste estudo como indicador de contaminação remota e como um bom indicador da contaminação por necrochorume, por ser bastante persistente neste meio, em especial em áreas de covas recentes. Os achados relacionados ao nitrato e amônia, aliados à presença deste organismo na água, torna necessário a comunicação de risco aos usuários destas soluções alternativas de abastecimento.

Estes resultados servem de alerta para que se promovam investigações, em caráter especial, nos aquíferos freáticos em regiões onde há cemitérios que ainda inumam cadáveres de forma tradicional, situados em local vulnerável e onde haja proximidade de residências, atividades comerciais e outros fins que utilizam SAC e SAI, além das adjacências. O necrochorume, por ser mais denso que a água, possui excelente mobilidade e dispersão, atravessando o aquífero até a sua camada impermeável (CARNEIRO, 2008), sendo em parte carregado no sentido do fluxo subterrâneo, contaminando toda a região. Métodos de detecção de putrescina e cadaverina na água tornariam possíveis essas análises, bem como traria consistência aos resultados e respaldaria as discussões e conclusões aqui relatadas.

Apesar do estudo ser localizado em região e com população exposta restritas, serve de norteador para novos estudos nos contextos ambientais e de saúde pública, visto que não é dada, por parte das autoridades competentes, a atenção adequada ao problema cuja identificação se mostra importante para a prevenção à exposição de populações humanas e impactos à saúde pública. É sabido também que além da decomposição pura e simples, pode haver no processo outros componentes oriundos do cadáver, como elementos quimioterápicos e radiológicos, que são da mesma forma perigosos à saúde humana e ao ambiente e que, por si só, se justifica como um passivo ambiental. Como ainda não há número substancial de pesquisas que estudam o comportamento do necrochorume no solo e pouco se conhece à respeito de sua solubilidade (CARNEIRO, 2008), além de mecanismos de transporte de seus componentes. Logo, torna-se importante a ampliação de estudos com foco nesse problema, inclusive amparados por estudos hidrogeológicos. Este

estudo em questão não contemplou a monitorização do nível de água do lençol freático, mas utilizou dados referentes a questões de vulnerabilidade do aquífero na região e entorno do Cemitério estudado em escala regional.

Recomenda-se que para fins de monitorização qualitativa e quantitativa das águas subterrâneas e para consumo humano, em áreas com um risco adicional pela presença de contaminantes específicos, como é o caso dos cemitérios, seria adequado um plano de amostragem específico, intersetorial, com uso inclusive de poços de monitorização que podem ser perfurados em locais estratégicos, dentro do cemitério e em seu entorno. Com isso, pode-se retratar a situação de forma mais ampla e avaliar melhor a situação ambiental, impactos e comprometimento das águas superficiais e subterrâneas, bem como conhecer o quadro geral de riscos à saúde que envolve o consumo da água contaminada (BARCELLOS *et al.*, 1998). Feitosa e Manoel Filho (1997) apontam que as substâncias mais perigosas são solúveis, refratárias, e não voláteis, onde parece se enquadrar o nechochorume, afetando comunidades próximas ou não a cemitérios, devido à capacidade de advecção que tem.

Seria estratégico estender a monitorização usando os mesmos indicadores aqui utilizados, para as soluções alternativas nas demais regiões de cemitérios espalhados pela Cidade de Salvador, com proximidade de SAC e SAI, em bairros periféricos onde existem fontes de água e onde ocorre intermitência constante na rede pública de distribuição. Estes cemitérios e a população do seu entorno se encontram em situação talvez muito mais precária que este escolhido para ser estudado. Entretanto, a utilização de indicadores como *C.perfringens* são obstáculos, pois no caso específico dele, sua detecção pode ser onerosa e este parâmetro não pertence ao arcabouço da legislação atual

para água subterrânea e nem para consumo humano, o que se faz importante como sugestão à título de sugestão a sua inclusão na Portaria 2.914/2011 do MS, na consulta pública que ocorreu por meio da ANVISA no mês de maio do presente ano.

A OMS considera que “todas as pessoas, em quaisquer estágios de desenvolvimento e condições socioeconômicas têm o direito de ter acesso a um suprimento adequado de água potável e segura” (OPAS, 2001, p.4).

Assim, torna-se necessário comunicar o risco aos usuários não só para que estes se preservem do uso de água de qualidade questionável, passando a usar formas de tratamento acessíveis e efetivas ou usar água tratada da rede pública de distribuição bem como instrumento de educação no contexto da saúde, e em paralelo sensibilizá-los para o exercício do controle social, estimulando a participação de movimentos sociais em conjunto com setores do governo na elaboração e implementação de novas políticas públicas como mecanismo de intervenção socioambiental para as áreas em situação de vulnerabilidade, prezando pela liberdade universal no uso da água com qualidade em detrimento da existência do sistema público de Abastecimento de água. As pessoas, em especial as que usam soluções individuais, as usam por motivos variados, que vão de motivos voltados à redução de despesa, aos relacionados às crenças e cultura local, por ter usado desde a infância, por ser considerada “boa” e até por não gostar do sabor da água da rede pública de distribuição.

A melhor solução para os cemitérios existentes que não consideravam, quando de sua implementação os condicionantes ambientais, seria a desativação gradual com a busca de novas áreas com estudos prévios, respeitando as

características hidrogeológicas e litológicas de cada área como descrito na legislação. Por fim, seria ideal a implantação de mais crematórios, públicos, e cemitérios verticais, como já acontece em diversas cidades brasileiras, inclusive, pela iniciativa privada.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAS. Cemitérios: Risco potencial às águas subterrâneas. **Boletim Informativo da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas-ABAS**, n.111, p.118, fev. 2001.

ALMEIDA, A.M.; MACÊDO, J.A.B. Parâmetros físico-químicos de caracterização da contaminação do lençol freático por necrochorume. In: SEMINÁRIO DE GESTÃO AMBIENTAL – Um Convite a Interdisciplinariedade. **Anais...** Juiz de Fora: Instituto Viana Junior, 2005. Disponível em: [http://www.tratamentodeagua.com.br/r10/Lib/Image/art\\_125263061\\_contaminacao\\_por\\_necrochorume.pdf](http://www.tratamentodeagua.com.br/r10/Lib/Image/art_125263061_contaminacao_por_necrochorume.pdf). Acesso em 04 out. 2014

ALONZO, Herling Gregorio Aguilar *et al.* O Subsistema Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental (SINVSA) e seus Desafios. In: **Iª Conferência Nacional de Saúde Ambiental**. I., Belém, 2009. 97p.(Caderno de Texto).

ANA. Agência Nacional de Águas. **Panorama da Qualidade das Águas Subterrâneas no Brasil**. Brasília, 2005.

AMORIM, M. C. C. de; PORTO, E. R. Avaliação da Qualidade Bacteriológica das Águas de Cisternas: Estudo de Caso no Município de Petrolina-PE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO, 3., 2001, Campina Grande-PB. **Anais...** Campina Grande: ABCMAC, 2001. Disponível em: [http://www.abcmac.org.br/files/simpósio/3simp\\_miriamcleide\\_avalicaoadaqualidadebacteriologica.pdf](http://www.abcmac.org.br/files/simpósio/3simp_miriamcleide_avalicaoadaqualidadebacteriologica.pdf). Acesso em: 26 mar. 2013.

APHA. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater, 21st ed.** Washington, 2005.

AQUINO, José Rembrandt Fontes de. **Os problemas ambientais no cemitério do Campo Santo de Salvador, Bahia, NE do Brasil**. 111 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2008.

AQUINO, José Rembrandt Fontes de; CRUZ, Manoel Jerônimo. Os Riscos ambientais do Cemitério do Campo Santo, Salvador, Bahia, Brasil. **Cadernos de Geociências**, Salvador, n. 7, p.19-30, out. 2010. Disponível em: <[portalseer.ufba.br/index.php/cadgeoc/article/view/4094/2998](http://portalseer.ufba.br/index.php/cadgeoc/article/view/4094/2998)>. Acesso em: 01 maio 2012.

AYACH, Lucy Ribeiro *et al.* Saúde, saneamento e percepção de riscos ambientais urbanos / *Health, sanitation and perception of urban environmental risks*. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 22, n. 37, p. 47-64, abr. 2012. Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/3021/3865>>. Acesso em: 26 fev. 2013.

BARCELLOS, Christovam *et al.* Inter-relacionamento de dados ambientais e de saúde: análise de risco à saúde aplicada ao abastecimento de água no Rio de Janeiro utilizando Sistemas de Informações Geográficas. **Cad. Saúde Pública**, v. 14, n. 3, p. 597-605, 1998.

BISSON, J. W., CABELLI, V. J. Membrane filter enumeration meth for *Clostridium perfringens*. **Applied and Environmental Microbiology**, v.37, p.55-66, 1979. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/pmc243401/pdf/aem00205-0073.pdf>. Acesso em 01 de set. de 2013.

BORBA, Willian Fernando *et al.* Vulnerabilidade do aquífero à contaminação no município de Seberi/RS. **REMOA** - v. 14, n. 1: Edição Especial, fev.p. 2960-2966, 2014.

BORGES, Maria Elizia. **Cemitério de Santa Isabel de Mucugê**: Uma arquitetura peculiar que visa preservar a memória dos entes queridos (BA). Disponível em: [http://www.artefunerariabrasil.com.br/admin/upload/artigos/cemiterio%20de%20Osanta%20isabel%20mucuge\\_cbha2008.pdf](http://www.artefunerariabrasil.com.br/admin/upload/artigos/cemiterio%20de%20Osanta%20isabel%20mucuge_cbha2008.pdf). Acesso em: 24 ago. 2014.

BORGHETTI, B.; ROSA FILHO, E. F. **Aquífero Guarani**: a verdadeira integração dos países do Mercosul. Curitiba: Fundação Roberto Marinho, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (Datasus) (2014). **Casos notificados de febre tifóide em Salvador-BA**. Disponível em: <http://www.tabnet.saude.salvador.ba.gov.br/tabcgi.exe?sinannet/ftifoidenet.def>. Acesso: 17 ago. 2014

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boas práticas no abastecimento de água : procedimentos para a minimização de riscos à saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 252 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Identificação de áreas com populações expostas ou potencialmente expostas a contaminantes químicos. Instrutivo para ficha de campo SISOLO 2009. Disponível em: [https://dl.dropboxusercontent.com/u/30600279/CGVAM/SISOLO%20-%20ficha\\_de\\_campo\\_2009\\_e\\_instrutivo.pdf](https://dl.dropboxusercontent.com/u/30600279/CGVAM/SISOLO%20-%20ficha_de_campo_2009_e_instrutivo.pdf). Acesso em: 4 out. 2014

BRASIL. **Resolução nº 306, de 7 de dezembro de 2004**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 8 de dez. 2004. Disponível em: < <http://sehsp.com.br/legislacoes.html>>. Acesso em: 7 mai. 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Programa Nacional de Vigilância Ambiental em Saúde Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano**. Brasília, 2003. 39p.

BRASIL. **Portaria nº 2914, de 12 de Dezembro de 2011**. Brasília: Editora do Ministério da Saúde, 2011. 34p.

BRASIL. **Resolução CONAMA n º 357**, de 17 de março de 2005. Disponível em:< [www.mma.conama.gov.br/conama](http://www.mma.conama.gov.br/conama)> Acesso em 25 mai. 2014.

BRASIL. **Resolução CONAMA, nº396**, de 03 de Abril de 2008. Classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas. Brasília: DOU, 04/04/2008

BRAZ, Vera *et al.* Integração de Resultados Bacteriológicos e Geofísicos na Investigação da Contaminação de Águas por Cemitérios.In: I Congresso Mundial Integrado de Águas Subterrâneas, I.,2000. Fortaleza - CE.  
**Anais...**Disponível em :<http://www.scielo.br/pdf/rbg/v26n3/a01v26n3.pdf>. Acesso em: 26 mai. 2014.

**Código de Polícia Administrativa.** Disponível em: <http://www.saude.salvador.ba.gov.br/arquivos/cosam/visa/portalisa/leis/lei%205503.pdf>. Acesso em: 5 mai. 2014.

CAMPOS, A. **Avaliação do Potencial de poluição dos solos e nas águas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial**. 2007. 141 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública).Departamento de Saúde Ambiental, Universidade de São Paulo, Saõ Paulo, 2007.

CARNEIRO, Victor Santos. Impactos causados por necrochorume de cemitérios: Meio ambiente e saúde pública. **Águas Subterrâneas**, v. 1, 2008. Disponível em: <<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/21956>>. Acesso em: 6 mai. 2014.

CASTRO, Ana Maria Santos Messeder de; CÂMARA, Volney de M. Avaliação do programa de vigilância da qualidade da água para consumo humano em Salvador, Estado da Bahia. **Rev. Baiana Saúde Pública**, v. 28, n. 2, p. 212-226, 2004.

CASTRO, David L. de. Caracterização geofísica e hidrogeológica do cemitério Bom Jardim, Fortaleza – CE. **Revista Brasileira de Geofísica**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 3, p. 251-271, 2008

CAVALCANTI, Maria Taciana Holanda et al. Large scale purification of *Clostridium perfringens* toxins: a review. **Rev. Bras. Cienc. Farm.**, São Paulo, v.40, n.2, jun. 2004 . Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-93322004000200004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-93322004000200004&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 26 mai. 2014

CERQUEIRA, D. A.; HORTA, M. C. S. Coliformes fecais não existem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, XX. , 1999, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES,1999. p.1239-1244.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. ***Clostridium perfringens***: determinação em amostras de água pela técnica dos tubos múltiplos. Método de ensaio L5/213. São Paulo: CETESB, 1993. 27p Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/servicos/normas---cetesb/43-normas-tecnicas---cetesb> .Acesso em: 08 jun. 2013.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 1987. **Guia de coleta e preservação de amostras de água**. São Paulo: CETESB, 327 p Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/publicacoes/guia-nacional-coleta-2012.pdf>. Acesso em: 9 jun. 2013.

COSTA, D. S. C. D.; SOUZA, R. M. D. Os Potenciais Impactos Ambientais Causados pelos Cemitérios: Necessidade de Políticas Públicas. In: FORUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA, 2007, UNESP, TUPÃ. **Anais...** Tupã: ANAP - Associação Amigos da Natureza da Alta Paulista, 2007. Disponível em: <<http://www.amigosdanatureza.org.br/noticias/358/trabalhos/199.impactoscemiterios2.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2013.

COSTA, Paulo Segundo. **Ações Sociais da Santa Casa de Misericórdia da Bahia**. 1.ed. Salvador: Contexto & Arte Editorial, 2001.180p.

COSTA, W. D., MENEGASSE, L. N. & FRANCO, R. D., 2002. Contaminação da água subterrânea relacionada com os cemitérios da Paz e da Saudade no município de Belo Horizonte, Minas Gerais. **XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**. Florianópolis. 14 p. Disponível em: <http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/search/titles?searchPage=3>. Acesso em: 02 set. 2013.

DAEE-CETESB. Departamento de Água e Energia Elétrica - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental Requerimento de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos ao Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE. **Captação de Água Subterrânea**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-subterraneas/111-publicacoes-e-relatorios>. Acesso em:5 set. 2013.

DA SILVA, Elizete. A morte protestante na Bahia afro-católica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE HISTÓRIA, XXV., 2009, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: ANPUH, 2009.

DA SILVA, Florilda Vieira. **Avaliação da contaminação das águas subterrâneas por atividade cemiterial na cidade de Maceió**. 2012. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2012.

DENT, B.B., (1995), Hydrogeological Studies at Botany Cemetery, New South Wales, M.Sc. Project Rept., University of Technology, Sydney, (unpublished) A thesis submitted to The University of Technology, Sydney for the Degree of Doctor of Philosophy in Science December, 2002

DENT, Boyd B.; KNIGHT, Michael J.; INTERNATIONAL ASSOCIATION OF HYDROLOGISTS. Cemeteries: a special kind of landfill. The context of their sustainable management. In: **Groundwater: Sustainable Solutions, International Groundwater Conference, IAH, Melbourne Feb.** 1998. p. 451-456

DE SOUSA CUNHA, Francisco Jonathan et al. Avaliação da qualidade da água do aquífero livre na região do cemitério Bom Jesus dos Aflitos, Russas-CE, Brasil. **Águas Subterrâneas**, 2008. Disponível em: <http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23369>. Acesso em: 3set. 2013.

DUARTE, Paula Brasil. **Microrganismos indicadores de poluição**. 2011. 52f. Monografia - Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

ENETÉRIO, Núbia Gonçalves da Paixão. **Avaliação da suscetibilidade do aquífero freático à contaminação por necrochorume em Bonito-MS**. 2009. Disponível em: <http://repositorio.cbc.ufms.br:8080/jspui/handle/123456789/1518>. Acesso em: 2 set. 2013.

ESPINDULA, Jeane C. de. **Caracterização bacteriológica e físico-química das águas do aquífero freático do cemitério da várzea – Recife**. 2004. 92 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004

FEITOSA, Fernando Antonio Carneiro; MANOEL FILHO, João (Coord.). **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. 1. ed. Fortaleza: CPRM; LABHID-UFPE, 1997. 389 p

FINEZA, Adonai Gomes. **Avaliação da contaminação de águas subterrâneas por cemitérios: estudo de caso de Tabuleiro-MG**. 2008. 63f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

FIOCRUZ, **Santa Casa da Misericórdia da Bahia**. Dicionário Histórico-Biográfico das Ciências da Saúde no Brasil (1832-1930) Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz. Disponível em: <http://www.dichistoriasaude.coc.fiocruz.br/iah/pt/verbetes/stcasaba.htm#estrutura>. Acesso em: 25 ago. 2013.

FRANCA R. M.; FRISCHKORN H.; SANTOS M. R. P.; MENDONÇA L. A. R.; BESERRA M. C. Contaminação de poços tubulares em Juazeiro do Norte

Ceará. Engenharia Sanitária Ambiental, v.11 – n.1 - jan/mar 2006 p. 92-102, 2006

FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, I. M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.17, n.3, p.651-660, mai./jun. 2001.

GODOY, Adriana Pena. **O VIGIÁGUA e a potabilidade das águas de poços em Salvador, BA**. 2013. 173f. Dissertação (Mestrado em Saúde, Ambiente e Trabalho)-Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

GOIS, Luis Henrique Batista. **Riscos associados à água destinada ao consumo humano e as vulnerabilidades das populações**. 2013.147 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento) Escola Politécnica/Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

GOIS, Luis Henrique Batista; NOGUEIRA, Aline Coelho; MORAES, Luiz Roberto Santos. Água para Consumo Humano: uma visão sobre os riscos e vulnerabilidades de sua utilização. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 1, n. 2, p. 251-266, 2013.

GUIMARÃES, Patrícia Borba Vilar; RIBEIRO, Márcia Maria Rios. Águas subterrâneas: aspectos compartilhados da gestão de recursos hídricos na legislação brasileira. In: **XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Natal**. 2008.

GUZMÁN, Jesús Santos *et al*. Marco legislativo del suministro de agua en México. **Rev PanamSaludPublica**, v. 26, n. 6, p. 549, 2009.

HAZEN, T.C;TORANZOS, G.A. Tropical Source Water. In: Mc. Feters, G.A.**DrinkingWater Microbiology** – Progress and recent developments. Springer – Verlag, New York. 32-53. 1990. Disponível em: [http://hazenlab.utk.edu/files/pdf/1990Hazen\\_Toranzos\\_Drinking\\_Water\\_Micro\\_31\\_53.pdf](http://hazenlab.utk.edu/files/pdf/1990Hazen_Toranzos_Drinking_Water_Micro_31_53.pdf). Acesso em: 1set. 2013.

HELLER, Léo; PÁDUA, Valter Lúcio de. (Organizadores). Abastecimento de Água para Consumo Humano. Belo Horizonte. Editora UFMG, 2006. 859 p.

HOGAN, D.; CUNHA, J.; CARMO, R.; OLI-VEIRA, A. Urbanização e vulnerabilidades socioambientais diferenciadas: o caso de Campinas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 12., 2000, Caxambu. **Anais...** Caxambu: ABEP, 2000. Disponível em:<[http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/2000/Todos/ambt15\\_2.pdf](http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/2000/Todos/ambt15_2.pdf)> Acesso em: 3 fev. 2012.

CAVALCANTI, Maria Taciana Holanda et al . Large scale purification of Clostridium perfringens toxins: a review. **Rev. Bras. Cienc. Farm.**, São Paulo, v.40, n.2, June 2004 Disponível em

<[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-93322004000200004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-93322004000200004&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 28 Mai. 2014

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: [www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=292740](http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=292740). Acesso em: 22 out. 2011.

Instituto Nacional de Meteorologia. INMET. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=agrometeorologia/balancoHidricoClimatico>. Acesso em: 9 jun. 2013.

JUNQUEIRA, Valéria Christina Amstalden *et al.* Ocorrência de esporos de *Clostridium perfringens* em amostras de águas brutas e tratadas, na cidade de Campinas, São Paulo, Brasil. **Rev Hig Alim**, v. 20, n. 144, p. 106, 2006.

KEMERICH, Pedro Daniel *et al.* Determinação da vulnerabilidade natural à contaminação da água subterrânea no bairro Nossa Senhora do Perpétuo Socorro em Santa Maria-RS. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 8, n. 3, p. 085-098, 2011. Disponível em: <http://ferramentas.unipinhal.edu.br/ojs/engenhariaambiental/include/getdoc.php?id=1703&article=582&mode=pdf>. Acesso em 04 out. 2014.

KNIGHT, Michael J.; DENT, Boyd B. A watery grave-the role of hydrogeology in cemetery practice. In: NATIONAL CONFERENCE, 1995, Sydney. **Proceedings...** Sydney: Australian Government- Department of Social Services, 1995. 1 CD ROM

**Lei Orgânica do Município de Salvador**. Disponível em: <http://www.saude.salvador.ba.gov.br/arquivos/cosam/visa/portalvisa/leis/lei%205503.pdf>. Acesso em: 5 mai. 2014.

LEITE, Eliana Brandão. **Análise físico-química e bacteriológica da água de poços localizados próximo ao cemitério da comunidade de Santana, Ilha de Maré, Salvador-BA**. Disponível em: <http://revistas.unijorge.edu.br/candomba/2009-v5n2/pdfs/Elianabrandaoleite2009v5n2.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2013.

LELI, Isabel Teresinha. Estudos Ambientais para Cemitérios: Indicadores, Áreas de Influência e Impactos Ambientais. **Bol. Geogr.**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 45-54, 2012.

LEMOS, Mara Magalhães G. *et al.* Qualidade das águas subterrâneas no estado de São Paulo, em poços tubulares utilizados para abastecimento público. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, XII., 2002, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABAS, 2002.

LOZZANO, Janice Gomes; DALLA COSTA, Cristiane Mazeto; LABADESSA, Aparecido Silvério. As consequências sanitárias ocorridas pela contaminação do lençol freático por necrochorume: um estudo de caso no cemitério São

Sebastião em Ariquemes-RO. **Revista Fiar**, v. 1, n. 1, 2012. Disponível em: <http://www.revistafiar.com.br/index.php/revistafiar/article/view/11/2>. Acesso em: 26 abr. 2013.

MARCOMINI, L. P.; CASTRO, R. Avaliação de Impacto Ambiental e Aspectos legislativos Aplicáveis em Cemitérios – Parque- Estudo de Caso do Cemitério Jardim dos Lírios- Município de Bauru- São Paulo. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, XXX., 2010, São Carlos, SP. **Anais...** São Carlos: Associação Brasileira de Engenharia de Produção-ABEPRO, 2010.

MARTELLI, Guilherme Viana; DESCOVI FILHO, Leônidas Luiz Volcato; SILVA, José Luiz Silvério da. **Determinação de áreas de risco potencial de contaminação das águas subterrâneas na área urbana de Cacequi/RS – Brasil.**In: XIV th IWRA World Water Congress. Porto de Galinhas, PE.Anais...2011

MARTELLI, Guilherme Viana. Monitoramento da Flutuação dos Níveis de Água em Aquíferos Freáticos para Avaliação do Potencial de Recarga em Área de Afloramento do Sistema Aquífero Guarani em Cacequi-RS, Mestrado (Engenharia Civil e Ambiental) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2009. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/ppgec/wp-content/uploads/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Guilherme%20Viana%20Martelli.pdf> .Acesso em: 5 mai. 2014.

MARTINS, M.T; PELLEZARI, V.H; PACHECO, A; MYKAI, P.M; ADAMS, C; BOSSOLAN, N.R.S; MENDES, J.M.B; HASSUDA, S. Qualidade bacteriológica de águas subterrâneas em cemitérios. **Revista de Saúde Pública**. São Paulo, v. 25, n. 1, p. 47–52, 1991

MATOS, Bolivar; PACHECO, Alberto. Avaliação da ocorrência e do transporte de microrganismos no aquífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, município de São Paulo. **Águas Subterrâneas**, n. 1, 2002.

MIGLIORINI, Roberto Blat; LIMA, Zoraidy Marques de; ZEILHOFER, Liliana Victorino Alves Corrêa. Qualidade das Águas Subterrâneas em Áreas de Cemitérios. **Revista Águas Subterrâneas**, Cuiabá, v. 20, n. 1, p.15-28, 14 jun. 2006. Disponível em : <http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/9710/6706>>. Acesso em: 15 jan. 2013.

MORAES, Danielle Serra de Lima; JORDÃO, Berenice Quinzani. Water resources deterioration and its impact on human health. **Revista de Saúde Pública**, v. 36, n. 3, p. 370-374, 2002. Disponível em: [http://www.scielo.org/scielo.php?pid=S0034-89102002000300018&script=sci\\_arttext&tIng=e](http://www.scielo.org/scielo.php?pid=S0034-89102002000300018&script=sci_arttext&tIng=e). Acesso em: 2 set. 2013.

MORGAN, O. Infectious disease risks from dead bodies following natural disasters. **Pan American Journal of Public Health**, Washington (DC), v. 15, n.5, p. 307-312, 2004.



NASCIMENTO, Sérgio Augusto de Moraes. A Vulnerabilidade do Aquífero Freático do Alto Cristalino, Salvador, Bahia. **Revista de Geologia**, v.22, n.1, p.75-85, 2009.

NASCIMENTO, Sérgio Augusto de Moraes; BARBOSA, Johildo Salomão Figueiredo. Origem da Água Subterrânea do Alto Cristalino de Salvador, Bahia. **Revista de Geologia**, v. 22, n. 1, p. 86-95, 2009.

NASCIMENTO, Sérgio Augusto de Moraes; BARBOSA, Johildo Salomão Figueiredo. Qualidade da água do aquífero freático no alto cristalino de Salvador, Bacia do Rio Lucaia, Salvador, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 35, n. 4, p. 543-550, 2005.

NASCIMENTO, Sérgio Augusto de Moraes et al. Hidrogeoquímica e índice de saturação dos minerais no sistema aquífero do Alto Cristalino de Salvador, Bahia. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 39, n. 2, p. 230-237, 2009.

NASCIMENTO, Sérgio Augusto de Moraes. Diagnóstico Hidrogeológico, Hidroquímico e da Qualidade da Água do Aquífero Freático do Alto Cristalino de Salvador - Bahia. Tese - INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS (Doutorado em Geologia), Universidade Federal da Bahia, 2008

NASCIMENTO, Waldemir Gonçalves. **Investigação geofísica ambiental e forense nos cemitérios de Bengui e Tapanã (Belém do Pará)**. 2009. 153 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Pará. 2009. Disponível em: [http://cpgf.ufpa.br/Tese\\_e\\_dissertacoes\\_concluidas.asp](http://cpgf.ufpa.br/Tese_e_dissertacoes_concluidas.asp) Acesso em: 14 set. 2013.

NEIRA D. F.; TERRA, V. T.; PRATE-SANTOS R.; BARBIÉRI, R. S. Impactos do necrochorume nas águas subterrâneas do cemitério de Santa Inês, Espírito Santo, Brasil. **Natureza online**, [S.l.], n. 6, p. 36-41, 2008. <<http://www.naturezaonline.com.br>>. Acesso em: 5 jun. 2013.

NOSSA, Tereza Cristina Bittencourt; DA SILVA, Hailton Mello; LEAL, Luiz Rogério Bastos. A influência do sistema de fraturamentos no regime de fluxo de aquíferos cársticos. Um estudo de caso nos municípios de Irecê e Lapão. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, XVIII., 2009. Campo Grande - MT. **Anais...** Mato Grosso. ABRH, 2009

OLIVEIRA, Bruna Raquel Figueiredo. **Cemitérios: Impacte nas Águas Subterrâneas**. 2009.120p. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) - Departamento de Ambiente e Ordenamento, Universidade de Aveiro, 2009.

OPAS. **Água e saúde**. Brasília: Organização Pan-Americana da Saúde, 2001.

PACHECO, Alberto; MENDES, José Milton Benetti; HASSUDA, Seiju. O problema geo-ambiental da localização de cemitérios em meio urbano. **Águas Subterrâneas**, 1988. Disponível em:

<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22667/14870>. Acesso em: 30 abr. 2013.

PIRES, Anna Sylvia; GARCIAS, Carlos Mello. São os cemitérios a melhor solução para a destinação dos mortos? In: ENCONTRO NACIONAL DA ANNPAS, IV., 2008, Brasília. **Anais...** Brasília: ANNPAS 2008. Disponível em: <http://www.anppas.org.br/encontro4/cd/ARQUIVOS/GT14-442-156-20080509225125.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2013.

PONTE, C.M.; RIBEIRO, L.P. Estudos da gênese de horizontes coesos em uma topossequencia na área do Candéal - Escola de Agronomia da UFBA. Salvador: IGEO/UFBA, 1991.

PROSAB - Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Água: Remoção de microrganismos emergentes e microcontaminantes orgânicos no tratamento de água para consumo humano. PROSAB 5, Rio de Janeiro: ABES, 2009. Disponível em: [www.finep.gov.br/prosab/livros/prosab5\\_tema%201.pdf](http://www.finep.gov.br/prosab/livros/prosab5_tema%201.pdf). Acesso em 12 ago. 2014

RED IBEROAMERICANA DE POTABILIZACIÓN Y DEPURACIÓN DEL AGUA (RIPDA). Indicadores de contaminación fecal em aguas. In: **Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados de aguas residuales domesticas**. Cap. 20. p.224-229. Disponível em: <<http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/ripda/pdfs/Capitulo20.pdf>> Acesso em: 15 set. 2013.

ROCHA, Aristides Almeida; CÉSAR, Chester Luiz Galvão. **Saúde Pública: Bases Conceituais**. São Paulo: Editora Atheneu, 2008. 368p.

RODRIGUES, L.; PACHECO, A. Groundwater contamination from cemeteries cases of study. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ENVIRONMENT, 2010, Porto-Portugal. **Proceedings...** Portugal. Environmental 2010: Situation and Perspectives for the European Union. Porto, Portugal , 2010.

ROMANÓ, E.N.L. **Cemitérios: Passivo Ambiental. Medidas Preventivas e Mitigadoras**. Ponta Grossa: Instituto Ambiental do Paraná. Disponível em: [http://www.sobrade.com.br/eventos/2005/visinrad/palestras/elma\\_romano\\_cemiterio.pdf](http://www.sobrade.com.br/eventos/2005/visinrad/palestras/elma_romano_cemiterio.pdf). Acesso em: 2 out. 2012.

Santa Catarina. Ministério Público. CME. **Coleção Cadernos Técnicos Jurídicos**. Manual técnico para coleta de amostras água. Santa Catarina. 2009. Disponível em: [http://portal.mp.sc.gov.br/portal/conteudo/cao/cme/atividades/agua\\_limpa/manual\\_coleta\\_água.pdf](http://portal.mp.sc.gov.br/portal/conteudo/cao/cme/atividades/agua_limpa/manual_coleta_água.pdf). Acesso em: 5 jun. 2013.

SANABRIA, R. *et al.* *Clostridium perfringens*- Agente etiológico de queratitis infecciosa. **Mem. Inst. Investig. Cienc. Salud**, v. 3, n. 1, p.74-75, 2005.

SANTOS, Eliane Ferreira dos; SILVÉRIO DA SILVA, J. L.; CHAVES, A. CAMPONOGARA. I. Vulnerabilidade à contaminação das águas subterrâneas

do sistema aquífero serra geral/guarani no município de quaraí/rs. XV Encontro Nacional de Perfuradores de Poços In: I SIMPÓSIO DE HIDROGEOLOGIA DO SUL-SUDESTE, I. **Anais...** Gramado, RS. Associação Brasileira de Água subterrâneas, 2007. Disponível em: <http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22196>. Acesso em 04 ago. 2014

SANTOS, Elisabete; PINHO, José Antônio Gomes de; MORAES, Luiz Roberto Santos; FISCHER, Tânia (org.). **O Caminho das águas em Salvador**. Bacias hidrográficas, bairros e fontes. Salvador: CIAGS/UFBA; SEMA, 2010.

SANTOS, Elisabete; Moraes, Luis Roberto Santos; Rossi, Renata Alvarez. Água como direito e como mercadoria – os desafios da política. Revista Bahia anal. dados, Salvador, v. 23, n. 2, p.437-459, abr./jun. 2013

SANTOS, Rodrigo A.; CRUZ, Manoel J.M.; NASCIMENTO, Sérgio A. Avaliação da vulnerabilidade natural de aquíferos cársticos: subsídios para uma gestão dos recursos hídricos subterrâneos. **Cadernos de Geociências**, v. 7, n. 1, p. 54-72, 2010

SILVA, Valéria T. da *et al.* Um Olhar Sobre as Necrópoles e seus Impactos Ambientais. In: ENCONTRO ANPPAS, III., 2006, Brasília. **Anais...** Brasília: ANPPAS, 2006.1 CD ROM.

SILVA, Robson Willians da Costa, MALAGUTTI FILHO, Walter. Cemitérios como áreas potencialmente contaminadas. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n.9, p.26-35, 2008. Disponível em: [http://www.rbciamb.com.br/images/online/09\\_artigo\\_5\\_artigos132.pdf](http://www.rbciamb.com.br/images/online/09_artigo_5_artigos132.pdf). Acesso em 04 out. 2014

SILVA, Robson Willians da Costa. ; MALAGUTTI FILHO, Walter. Cemitérios: fontes potenciais de contaminação. **Ciência Hoje**, v. 44, n. 263, p. 24-29, 2009. Disponível em: [http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/263/pdf\\_aberto/cemiterios263.pdf](http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/263/pdf_aberto/cemiterios263.pdf). Acesso em: 30 abr. 2013.

SILVA, Rita de Cássia Assis da; ARAÚJO, Tânia Maria de. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 8, n. 4, p. 1019-1028, 2003.

SOARES, Ana Carolina Cordeiro. Abastecimento e Consumo de Água de Soluções individuais em Viçosa – MG: Identificação de Perigos e identificação da População Consumidora. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) Universidade Federal de Viçosa- MG. 2010. 132 p. Disponível em: [http://www.tede.ufv.br/tesesimplificado/tde\\_arquivos/8/TDE-2012-05-25T102947Z-3711/Publico/texto%20completo.pdf](http://www.tede.ufv.br/tesesimplificado/tde_arquivos/8/TDE-2012-05-25T102947Z-3711/Publico/texto%20completo.pdf) Acesso em 25 ago. 2014

SOUZA, J.B; DANIEL, L. A. Inativação dos microrganismos indicadores *Escherichia coli*, colifagos e *Clostridium perfringens* empregando ozônio. **Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 4, n. 2,

p.265-273, mai./ago., 2008. Disponível em: <http://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/167/205>. Acesso em: 1 set. 2013.

SOUZA, Jailma Santos de; BARBOSA, Johildo S. F; GOMES, Luiz César Correa. Litogeoquímica dos granulíticos ortoderivados da cidade de Salvador, Bahia. **Rev. bras. geociênc.** [online]. 2010, v.40, n.3, p. 339-354.

SOUZA, Jailma Santos de; Petrografia e Litogeoquímica dos Granulíticos Ortoderivados da cidade de Salvador, Bahia. 2009. Dissertação (Mestrado em Geologia), Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador 2009.

UCISIK, A.S.; RUSHBROOK, P. **The impact of cemeteries on the environment and public health, an introductory briefing** (Rep. No. EUR/ICP/EHNA 01 04 01(A)), 1998.

WEST, Chirlene Batista *et al.* Investigação da Qualidade da Água Subterrânea em Área sob Influência de um grande Cemitério em Salvador, Bahia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 37., 2014, Natal- RN **Anais...** Natal: SBQ, 2014.

WEST, Chirlene Batista. Comunicação pessoal de dados da dissertação em desenvolvimento no IQ/UFBA: Investigação da presença de Indicadores de Necrochorume na Água Subterrânea sob influência de Cemitério em Salvador, Bahia. Salvador, 2014.

WHO (World Health Organization. Regional Office for Europe). **The impact of cemeteries on the environment and public health.** An introductory Briefing 1998 – Disponível em: [http://whqlibdoc.who.int/euro/1998-99/EUR\\_ICP\\_EHNA\\_01\\_04\\_01\(A\)](http://whqlibdoc.who.int/euro/1998-99/EUR_ICP_EHNA_01_04_01(A)). Copenhagen.: WHO Regional Office for Europe. Acesso em: 1 set. 2013.

WHO (World Health Organization). **Water Quality**– Guidelines, Standards and Health: Assesment of Risk and Management for Water-Related Infectious Disease. Water Quality-Guidelines, Standards and Health Assesment. Geneva, 2002.

XIMENES, Cristiana Ferreira Lyrio. **Bahia e Angola: Redes Comerciais e Tráfico de Escravos 1750-1808.** 2012. 269f. Tese (Doutorado em História Social) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012.

ZOBY, José Luiz Gomes; MATOS, Bolivar. Águas subterrâneas no Brasil e sua inserção na Política Nacional de Recursos Hídricos. **Águas Subterrâneas**, n. 1, p.1-19, 2002.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A

Figura 36. Mapa geológico sobreposto à área de domínio do Alto Cristalino e destaque para localização do estudo.



Fonte: Adaptado de Souza (2009)

## **ANEXOS**



**ANEXO A**

Figura 37- Áreas de Risco do Cemitério do Campo Santo. As setas indicam as direções do fluxo do resíduo rico em líquidos de coligação




Fonte: Aquino e Cruz, 2010.



## ANEXO B

Quadro 4. Ficha de Campo

FORMULÁRIO DE COLETA DE ÁGUA PARA ANÁLISE MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA								
Numero da bolsa colheita	Tipo de análise	Data e hora da colheita	Valor do Cloro Residual mg/L	Nome do Sistema	Tipo de água	Local da colheita	Endereço	*Nº Ordem de Serviço-OS
1.	<input type="checkbox"/> Flúor <input type="checkbox"/> FQ <input type="checkbox"/> Micro			Solução alternativa	<input type="checkbox"/> Tratada ou <input type="checkbox"/> Bruta			
2.	<input type="checkbox"/> Flúor <input type="checkbox"/> FQ <input type="checkbox"/> Micro			Solução alternativa	<input type="checkbox"/> Tratada ou <input type="checkbox"/> Bruta			
3.	<input type="checkbox"/> Flúor <input type="checkbox"/> FQ <input type="checkbox"/> Micro			Solução alternativa	<input type="checkbox"/> Tratada ou <input type="checkbox"/> Bruta			
4.	<input type="checkbox"/> Flúor <input type="checkbox"/> FQ <input type="checkbox"/> Micro			Solução alternativa	<input type="checkbox"/> Tratada ou <input type="checkbox"/> Bruta			
5.	<input type="checkbox"/> Flúor <input type="checkbox"/> FQ <input type="checkbox"/> Micro			Solução alternativa   	<input type="checkbox"/> Tratada ou <input type="checkbox"/> Bruta			

Legenda: F Q = Físico/Químico; Micro = Microbiológico; F = Flúor.

Observação: \_\_\_\_\_ \* Recebido em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ às \_\_\_\_:\_\_\_\_  
 Preencher todos os campos com letra de forma (legível). Informações indecifráveis serão passíveis de cancelamento da amostra.

Fonte: VISAMB, 2013.

## ANEXO C. Página de cadastro de ficha de campo do SISOLO



	10/12/2009	
--	------------	--

## ▶ FICHA DE CAMPO

Código da Área: Data de Cadastro: 

## LOCALIZAÇÃO

## 1-Data da Visita de Campo:

<input type="text" value="10/12/2009"/>
---

2-UF: 3-Município: 4-Cód. Município:

BA	<input type="text" value="29"/>	<input type="text" value="292740"/>	SALVADOR	<input type="text" value="292740"/>
----	---------------------------------	-------------------------------------	----------	-------------------------------------

5-Denominação da Área: 6-Distância da Capital:

<input type="text" value="2886"/>	<input type="text" value="0"/>	Km
<input type="text" value="CEMTERIO DO CAMPO SANTO"/>		

7-Nome do Proprietário: 8-Tipo de Propriedade:

<input type="text" value="SANTA CASA DE MISERICORDIA"/>	<input type="text" value="2-Privada"/>
---	--

9-Endereço: 10-Latitude: 11-Longitude:

<input type="text" value="R TEIXEIRA MENDES"/>	<input type="text" value="-12,99861110"/>	<input type="text" value="-38,51361110"/>
--	---	---

12-Número: 13-Complemento:

<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="RUA"/>
--------------------------------	----------------------------------

**14-Bairro:**

FEDERAÇÃO

**15-CEP:**

40226590

**16-Datum:**

1-SAD69

**17-Zona:**

2-Urbana

**ÁREA****18-Classificação da Área:****19-Caso a área seja AI, informe:****20-Área em Atividade:**

1-Sim

**21-Tamanho da Área:**

75000

m<sup>2</sup>**22-Contaminantes Potenciais**[Alterar](#) [Limpar](#)

COLIFORMES;

48

RESÍDUOS ORGÂNICOS;

99

2

**POPULAÇÃO POTENCIALMENTE EXPOSTA****23-População nas Proximidades:**

1-Sim

Moradores

Trabalhadores

Ambos

**25-Estratificação Social:**[Alterar](#) [Limpar](#)

MÉDIA;

2

BAIXA;

1

2

**26-Distância da Moradia mais próxima: 27-População Estimada:**

1

m

15000

[Acesso ao Sistema de Cálculo de Populações - SCP](#)**28-Usou o SCP para o cálculo da população?****29-Qual a fonte de dados sobre a população estimada?**

ADMINISTRAÇÃO LOCAL

**30-Locais com população susceptíveis nas proximidades:**[Alterar](#) [Limpar](#)

## 1-RESIDENCIAS

1	4-CRECHE
4	2-HOSPITAL
2	3-POSTO DE SAUDE
3	4

**INFORMAÇÕES SOBRE A ÁGUA****31-Curso de Água:**

**Tipo(s) Cadastrado(s):**

NENHUM	7	NENHUM		
7	NENHUM			1

**32-Qual a forma de abastecimento de Água para consumo humano:**

Sistema de Abastecimento de Água

Solução Alternativa Coletiva

Solução Alternativa Individual

Nenhum

**33-Existem estudos sobre a área:**[Alterar](#) [Limpar](#)


**INFORMAÇÕES GERAIS****34-Quanto a exposição humana:**[Limpar](#)

**35-Quanto a contaminação ambiental:**

[Limpar](#)

3-Não há contaminação

**36-Origem das Informações utilizadas no preenchimento da ficha de campo:**

[Alterar](#) [Limpar](#)

4-PROPRIETARIO

4

1

**37-Existe atuação do órgão ambiental em relação a área:**

**38-Se sim, especificar:**

1-sim

NAS EXIGÊNCIAS PARA LICENCIAMENTO AMBIENTAL

**39-Observações:**

FOI INFORMADA , QUE POR CONTA DAS EXIGÊNCIAS PARA O LICENCIAMENTO,É FEITA ANULAMENTE COLETA E

**40-Nome do Técnico de Campo:**

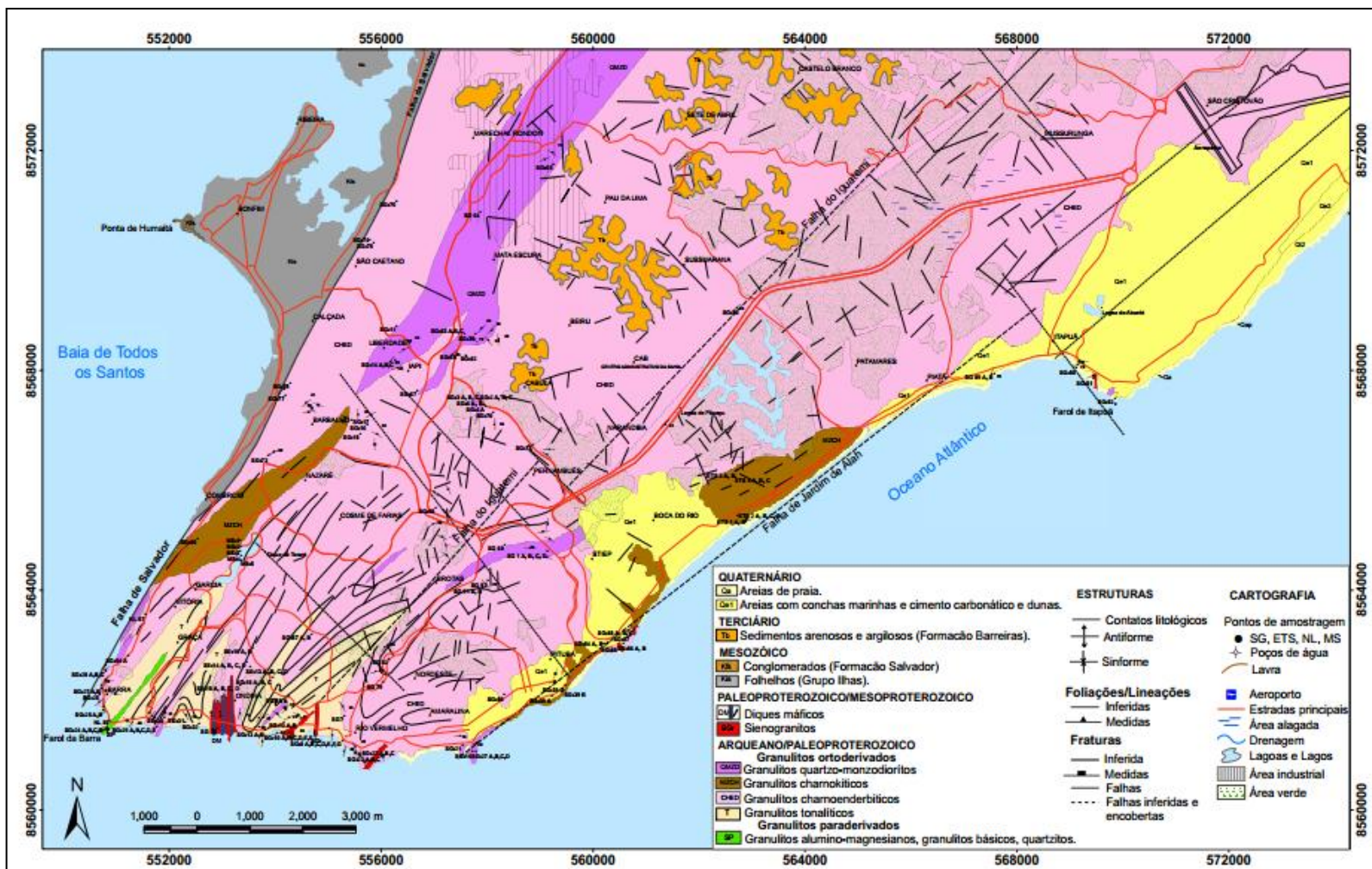
**41-CPF do Técnico:**

ALINE GOMES

909.682.805-44

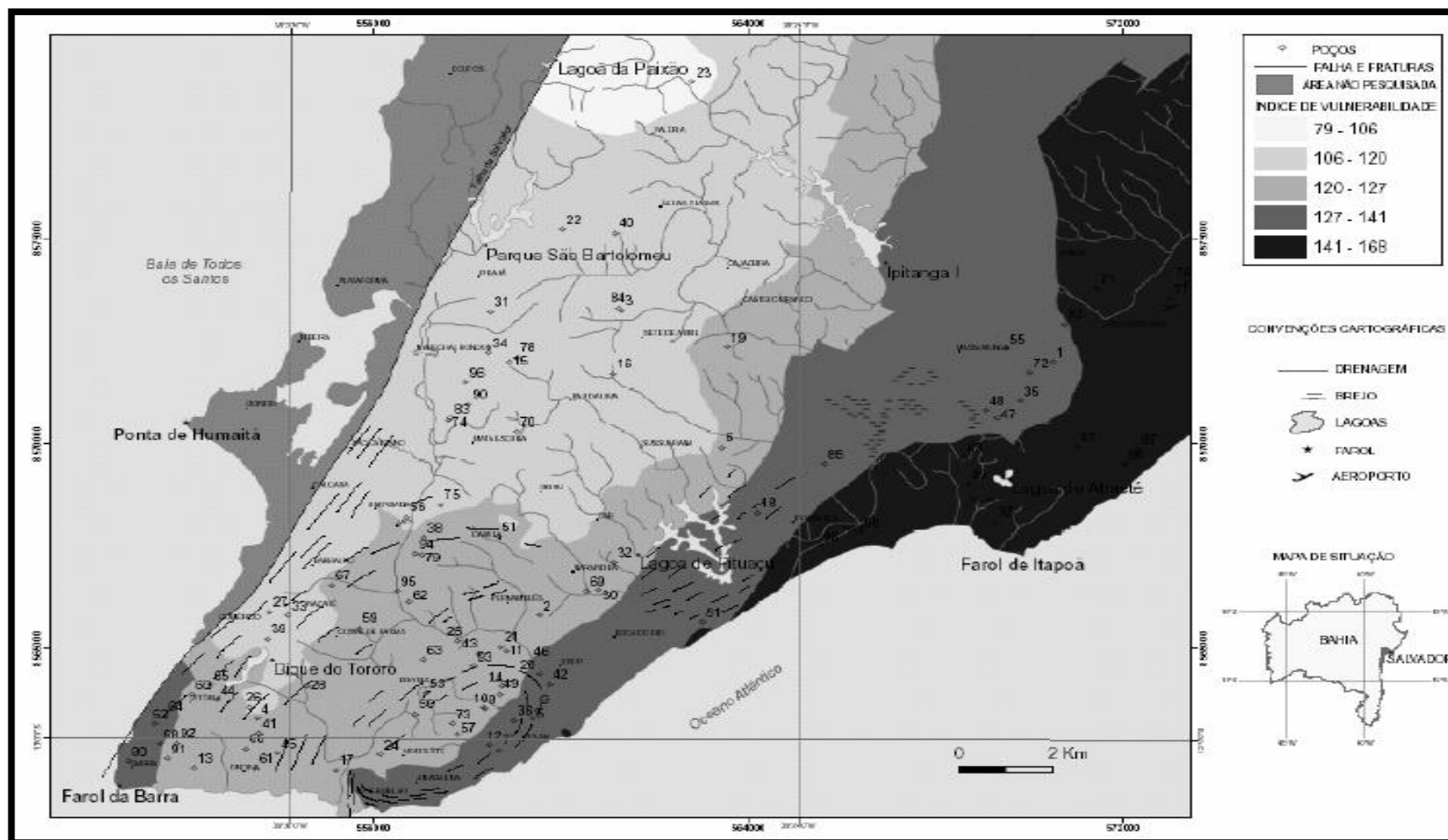
Fonte: Ministério da Saúde, 2014.

Figura 38. Mapa geológico de Salvador.



Fonte: Souza (2009).

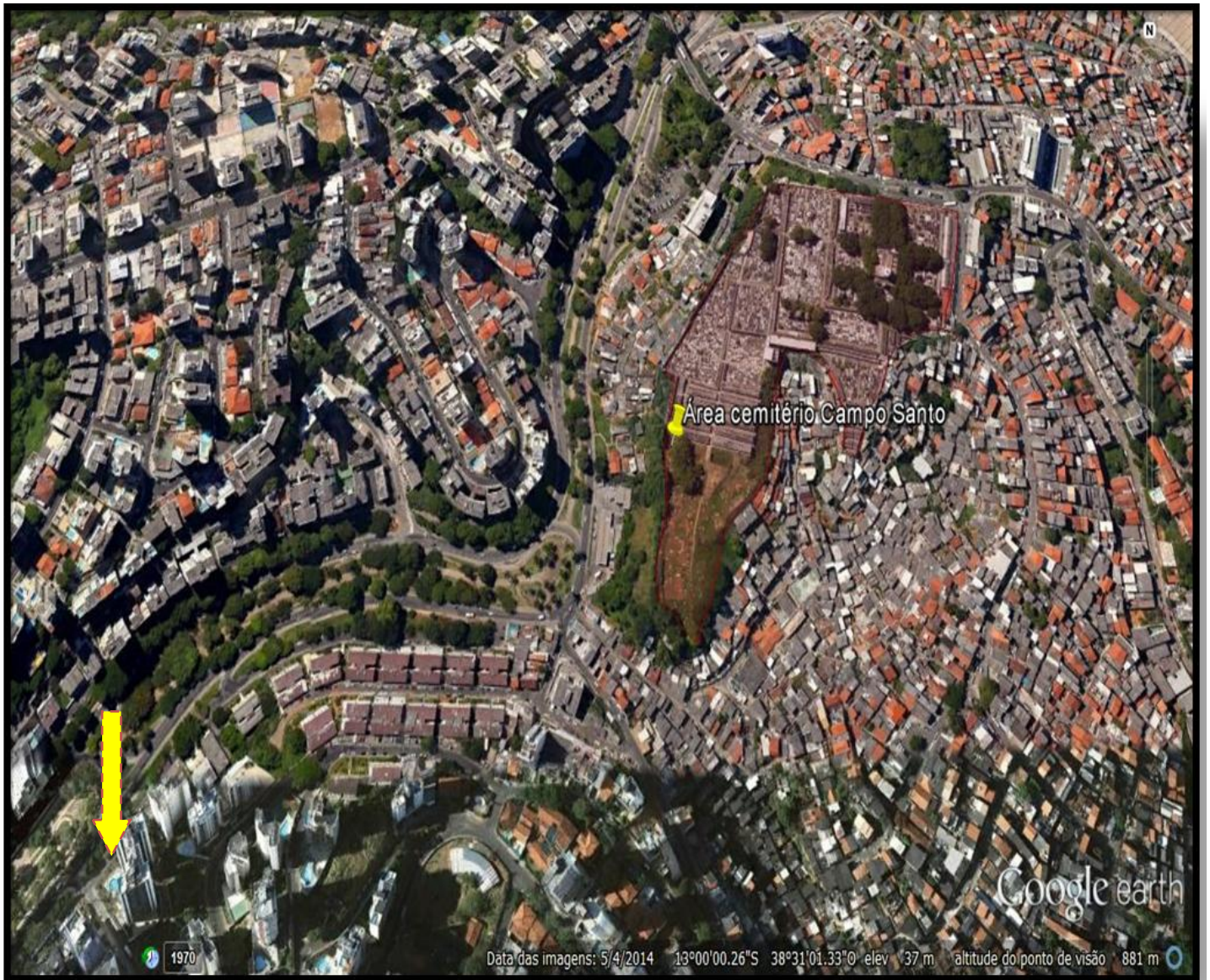
Figura 39. Poços de coleta de água para determinação do grau de vulnerabilidade do aquífero pelo método DRASTIC



Fonte: Nascimento (2008); Nascimento; Barbosa (2009).



Figura 40. Indicação da localização do ponto de coleta (seta) para fins de controle (PI)

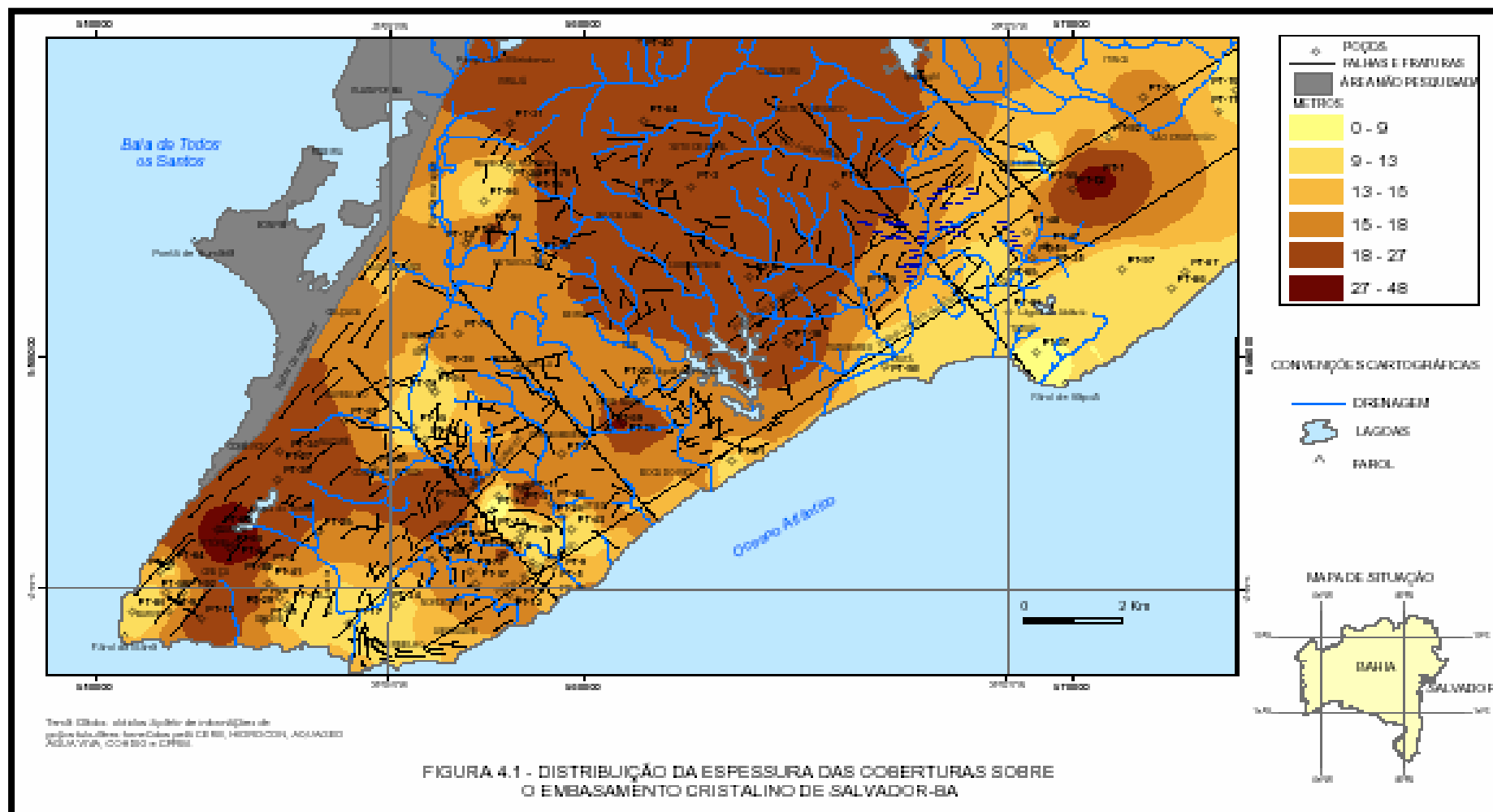


Fonte: Google Earth (2014).



## ANEXO G

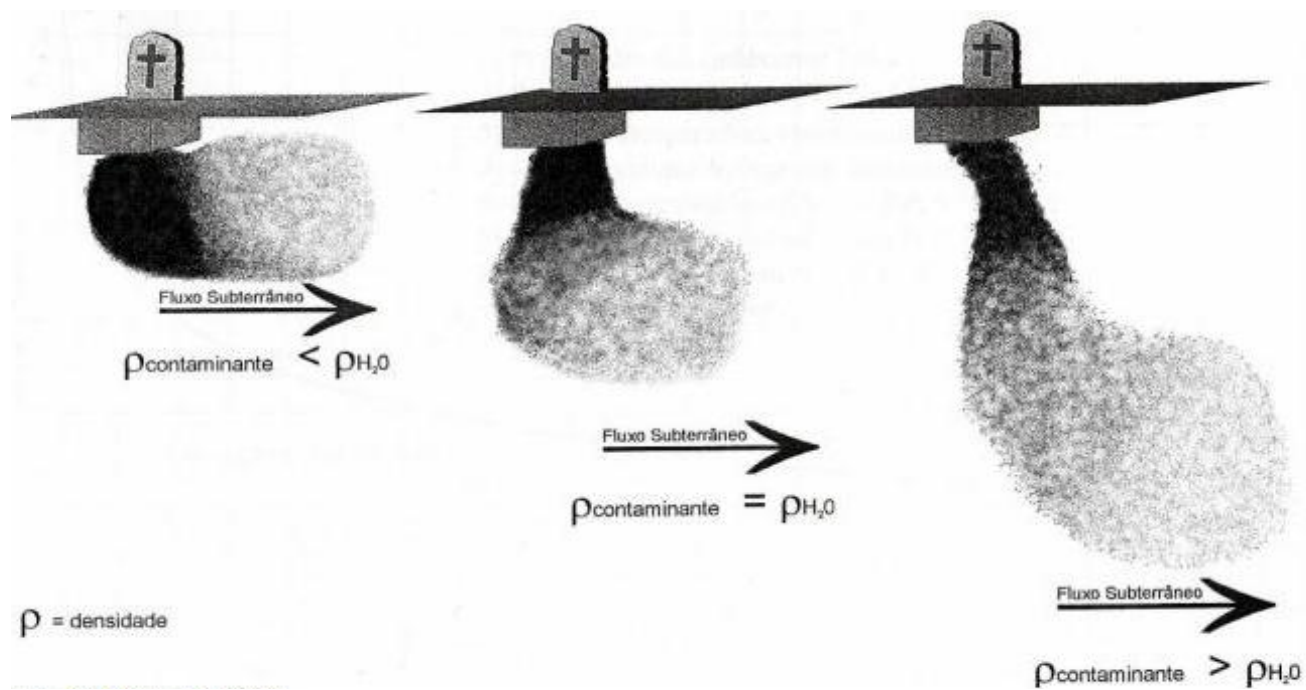
Figura 41. Sistema de drenagem e profundidade do lençol no Alto cristalino de Salvador.



Fonte: Nascimento, 2008.

## ANEXO H

Figura 42. Esquema de formação de plumas de contaminação.



Fonte: Silva (1999) *apud* Campos (2007).