

**UNIVERSIDADE TIRADENTES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E AMBIENTE**

**AVALIAÇÃO DO CENÁRIO DA ÁGUA DE POÇOS RASOS NO  
ENTORNO DE CEMITÉRIOS CLANDESTINOS NA ZONA DE  
EXPANSÃO URBANA DE ARACAJU-SERGIPE**

**ANA CELIA GOES MELO SOARES**

**Aracaju  
Janeiro 2018**

**UNIVERSIDADE TIRADENTES**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E AMBIENTE**

**AVALIAÇÃO DO CENÁRIO DA ÁGUA DE POÇOS RASOS NO  
ENTORNO DE CEMITÉRIOS CLANDESTINOS NA ZONA DE  
EXPANSÃO URBANA DE ARACAJU-SERGIPE**

Tese apresentada à Universidade Tiradentes  
como parte dos requisitos para obtenção do  
título de Doutor em Saúde e Ambiente.

**ANA CELIA GOES MELO SOARES**

**Orientadoras:**

**Sonia Oliveira Lima, D.Sc**

**Maria Nogueira Marques, D.Sc**

**Aracaju**  
**Janeiro 2018**

## FICHA CATALOGRÁFICA

---

S676a Soares, Ana Célia Goes Melo  
Avaliação do cenário da água de poços rasos no entorno dos cemitérios clandestinos na zona de expansão urbana de Aracaju-Sergipe / Ana Célia Goes Melo Soares; orientação [de] Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sonia Oliveira Lima, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Nogueira Marques – Aracaju: UNIT, 2018.

113 f. il. : 30 cm

Tese (Doutorado em Saúde e Ambiente) - Universidade Tiradentes, 2018  
Inclui bibliografia.

1. Necrochourume. 2. Contaminação da água. 3. Uso não controlado do solo. 4. Ambiente. 5. Saúde. I. Soares, Ana Célia Goes Melo. II. Lima, Sonia Oliveira. (orient.). III. Marques, Maria Nogueira. (orient.) IV. Universidade Tiradentes. V. Título.

---

CDU: 628.19:614.6

**AVALIAÇÃO DO CENÁRIO DA ÁGUA DE POÇOS RASOS NO ENTORNO DE  
CEMITÉRIOS CLANDESTINOS NA ZONA DE EXPANSÃO URBANA DE  
ARACAJU-SERGIPE**

**Ana Celia Goes Melo Soares**

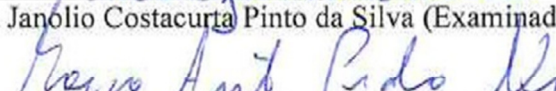
TESE APRESENTADA À BANCA EXAMINADORA PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE  
DOUTOR EM SAÚDE E AMBIENTE.

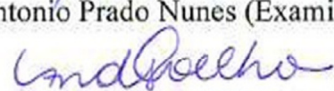
Aprovada por:

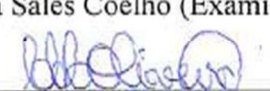
  
\_\_\_\_\_  
Dr.ª Maria Nogueira Marques (Orientadora)

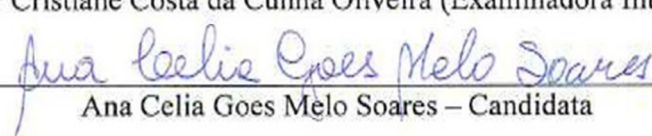
  
\_\_\_\_\_  
Dr.ª Sônia Oliveira Lima (Orientadora)

  
\_\_\_\_\_  
Dr.ª Flavia Janolio Costacurta Pinto da Silva (Examinadora Externa)

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Marco Antonio Prado Nunes (Examinador Externo)

  
\_\_\_\_\_  
Dr.ª Andressa Sales Coelho (Examinadora Interna)

  
\_\_\_\_\_  
Dr.ª Cristiane Costa da Cunha Oliveira (Examinadora Interna)

  
\_\_\_\_\_  
Ana Celia Goes Melo Soares – Candidata

---



Vivi e ainda vivo!  
Não passo pela vida....  
E você também não deveria passar!  
Viva!  
Bom mesmo é ir à luta com determinação,  
abraçar a vida com paixão,  
perder com classe  
e vencer com ousadia,  
porque o mundo pertence a quem se atreve  
e a vida é “muito” para ser insignificante.  
(Charles Chaplin)

Dedico este trabalho a minha Mãe,  
Guiomar Souza Goes, meu exemplo!

## AGRADECIMENTOS

Foram muitas as pessoas que estiveram ao meu lado durante minhas caminhadas para um melhor aprendizado. Talvez eu não consiga expressar toda a minha gratidão por meio de palavras.

Faço um registro à Universidade Tiradentes – UNIT, que proporcionou esta oportunidade, inclusive pelo auxílio financeiro concedido, foi muito importante, obrigada.

Na nossa trajetória, descobrimos o valor que cada pessoa representa e sua significância em cada momento.

Ao meu pai Aristeu Correia de Melo, pela grandeza do seu amor que, contraditoriamente, só pôde me acalantar num curto período de minha vida. Pai, sua morte precoce é marca viva. Você sempre esteve presente em minha vida, sua memória é exemplo de dignidade e perseverança. Agradeço a você por ter sido meu pai. Amo-o muito e sempre! (*in memoriam*).

À minha mãe Guiomar Souza Goes, pela sabedoria em me educar, por seus gestos solidários, pela sua espiritualidade, pelo amor e carinho de mãe que soube me proteger e me ensinar os limites da vida, por ter investido e acreditado sempre na educação e me incentivado a trilhar os caminhos do conhecimento capaz de transformar as pessoas sempre para melhor. Mãe, você é presença marcante em minha vida. Obrigada por me ensinar a não desistir dos meus sonhos, por acreditar em mim e por compartilhar de muitas das minhas angústias e conquistas e continuar sendo esse porto seguro mesmo ao longo dos seus 90 anos. Te amo!

Aos meus amados filhos, Martha Virgínia Melo Soares e Marcos Vinícius de Melo Soares, tudo na minha vida fica mais leve pelo amor que tenho por vocês. Obrigada por existirem na minha vida. Amooo muito vocês!

Ao meu marido, Francisco Soares, obrigada pela compreensão das ausências e por ser a pessoa que a vida escolheu para ser meu companheiro nas horas boas e ruins, te amo!

Agradeço aos meus irmãos Antônio Wilson Goes de Melo, Maria Cristina Goes Melo e Alcione de Melo Miranda e a todos os meus queridos sobrinhos, pelas suas existências e na hora do “vamos ver” estarem sempre por perto me apoiando e incentivando minha caminhada acadêmica, amo vocês.

Quero fazer uns agradecimentos especiais as minhas orientadoras, a Prof<sup>a</sup>. Dra. Maria Nogueira Marques, que muito paciente entendeu e suportou minhas ansiedades, obrigada professora.

Minha orientadora, a Profa. Dra. Sonia Oliveira Lima, sempre muito ocupada, mas presente e disponível, obrigada Sonia pela presteza e por ter sempre uma palavra e uma ação de incentivo, agradeço-lhe de coração.

Não poderia deixar de dizer muito obrigada à Profa. Dra. Vania Fonseca, você sempre foi e será muito importante para o meu crescimento intelectual, meu incentivo para ser doutora. Obrigada, Vania!

Aos meus colegas de Doutorado, alguns desde o Mestrado, meus agradecimentos pelo companheirismo e por emprestarem seu tempo para me animar a continuar, nas vezes que pensei em desistir.

Agradeço ao Instituto de Tecnologia e Pesquisa (ITP) pela infraestrutura, em especial ao Laboratório de Análise Microbiológico (LAM), pela realização das análises pelo querido Roneval Felix de Santana, extensivos ao coordenador do laboratório o Dr. Álvaro Silva Lima. Quero deixar registrado meu agradecimento especial ao Laboratório de Produtos Naturais, coordenado pela Profa. Dra. Edna Aragão Farias Cândido, em especial meu carinho a Isabella Ferreira Nascimento e Rômulo André, obrigada a todos.

Aos colegas que fazem o corpo docente e administrativo do curso de Medicina, obrigada pelo apoio sempre, muito bom fazer parte dessa equipe.

Às demais pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para a elaboração deste trabalho ou participaram da minha vida, e que, porventura, eu não tenha agradecido nominalmente, guardo o agradecimento no meu coração. Mas vai escrito o meu obrigado.

## SUMÁRIO

|                                                      |     |
|------------------------------------------------------|-----|
| <b>1 INTRODUÇÃO</b>                                  | 001 |
| <b>2 OBJETIVOS</b>                                   | 003 |
| 2.1 Geral                                            | 003 |
| 2.2 Específicos                                      | 003 |
| <b>3 REVISÃO DA LITERATURA</b>                       | 004 |
| 3.1 Água                                             | 004 |
| 3.2 As doenças de veiculação hídrica                 | 005 |
| 3.3 Águas subterrâneas                               | 007 |
| 3.4 Poços rasos                                      | 008 |
| 3.5 Os aquíferos                                     | 010 |
| 3.6 Padrão de potabilidade da água                   | 014 |
| 3.7 Parâmetros físico, químicos e biológicos de água | 015 |
| 3.7.1 Os parâmetros físicos                          | 016 |
| 3.7.1.1 Temperatura                                  | 016 |
| 3.7.1.2 pH                                           | 016 |
| 3.7.1.3 Oxigênio                                     | 016 |
| 3.7.1.4 Sólidos totais dissolvidos – STD             | 017 |
| 3.7.1.5 Turbidez                                     | 017 |
| 3.7.1.6 Condutividade                                | 017 |
| 3.7.1.7 Resistividade                                | 017 |
| 3.7.2 Os parâmetros químicos                         | 018 |
| 3.7.2.1 Salinidade                                   | 018 |
| 3.7.2.2 Chumbo total                                 | 018 |
| 3.7.2.3 Cálcio                                       | 018 |
| 3.7.2.4 Sódio                                        | 018 |
| 3.7.2.5 Cádmio total                                 | 019 |
| 3.7.2.6 Magnésio                                     | 019 |
| 3.7.2.7 Potássio                                     | 019 |
| 3.7.2.8 Ferro total                                  | 020 |
| 3.7.2.9 Cobre total                                  | 020 |
| 3.7.2.10 Zinco total                                 | 020 |
| 3.7.2.11 Níquel total                                | 021 |
| 3.7.2.12 Manganês total                              | 021 |

|                                                                                                        |                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 3.7.2.13 Nitrogênio – Nitratos .....                                                                   | 021            |
| 3.7.2.14 Alcalinidade carbonada e bicarbonada .....                                                    | 021            |
| 3.7.2.15 Cloretos .....                                                                                | 022            |
| 3.7.2.16 Cromo total .....                                                                             | 022            |
| 3.8 Cemitérios e a questão ambiental.....                                                              | 022            |
| 3.9 Cemitérios e a legislação brasileira .....                                                         | 024            |
| 3.10 Influência da proximidade de poços rasos, cemitérios clandestinos e esgotamentos sanitários ..... | 026            |
| <br><b>4 METODOLOGIA .....</b>                                                                         | <br><b>031</b> |
| 4.1 Tipo de Estudo .....                                                                               | 031            |
| 4.2 A área de estudo .....                                                                             | 031            |
| 4.3 Local da pesquisa .....                                                                            | 032            |
| 4.4 Procedimentos de amostragem e análise qualitativa das águas dos poços .....                        | 032            |
| 4.5 População estudada .....                                                                           | 033            |
| 4.6 Critérios de Exclusão .....                                                                        | 034            |
| 4.7 Procedimentos para a coleta da água de poço .....                                                  | 034            |
| 4.8 As análises microbiológicas e físico químicas .....                                                | 035            |
| 4.9 Etapas da pesquisa .....                                                                           | 036            |
| 4.10 Procedimentos de análise dos dados.....                                                           | 037            |
| 4.11 Comitê de ética em seres humanos .....                                                            | 037            |
| <br><b>5 RESULTADOS .....</b>                                                                          | <br><b>038</b> |
| <br><b>6 DISCUSSÃO .....</b>                                                                           | <br><b>062</b> |
| <br><b>7 CONCLUSÃO.....</b>                                                                            | <br><b>068</b> |
| <br><b>8 REFERÊNCIAS .....</b>                                                                         | <br><b>069</b> |
| <br><b>APÊNDICES.....</b>                                                                              | <br><b>076</b> |
| <b>APÊNDICE A .....</b>                                                                                | <b>077</b>     |
| <b>APÊNDICE B .....</b>                                                                                | <b>079</b>     |
| <b>APÊNDICE C .....</b>                                                                                | <b>085</b>     |
| <br><b>ANEXOS .....</b>                                                                                | <br><b>087</b> |
| <b>ANEXO A.....</b>                                                                                    | <b>088</b>     |

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 01- Localização do Sistema aquífero Guarani (SAG) .....                                                                | 011 |
| Figura 02 - Tipos de aquíferos de acordo com as características geológicas .....                                              | 013 |
| Figura 03 - Modelo de risco à contaminação do aquífero freático .....                                                         | 024 |
| Figura 04 - Exemplo de infiltração de esgoto no lençol freático .....                                                         | 028 |
| Figura 05 - Ortofotocarta de Aracaju com Localização da Zona de Expansão Urbana .....                                         | 031 |
| Figura 06 - Mapa de Sergipe capital Aracaju, em destaque para a Zona de Expansão e a localização do bairro Areia Branca ..... | 032 |
| Figura 07 - Localidade Areia Branca Rua 25 - Zona de Expansão de Aracaju.....                                                 | 033 |
| Figura 08 - Localidade Areia Branca Rua 25 - Zona de Expansão de Aracaju .....                                                | 034 |
| Figura 09 - Localidade Areia Branca Rua 25 - Zona de Expansão de Aracaju .....                                                | 034 |
| Figura 10 - Identificação espacial dos pontos de coleta .....                                                                 | 038 |
| Figura 11 - Coleta de poço com bomba .....                                                                                    | 038 |
| Figura 12 - Lavagem do vasilhame a bomba foi acionada por 10 minutos antes .....                                              | 039 |
| Figura 13 - Localização espacial dos sete cemitérios na ZEA, 2014.....                                                        | 040 |
| Figura 14 - Localização espacial do cemitério “Maria Rosa” e dos pontos de coletas na ZEA, 2016 .....                         | 041 |

## APÊNDICE C

|                                                          |     |
|----------------------------------------------------------|-----|
| Figura 01- Cemitério do Robalo .....                     | 085 |
| Figura 02 – Poço dentro do Cemitério Maria Rosa .....    | 085 |
| Figura 03 - Cemitério do Mosqueiro.....                  | 086 |
| Figura 04 – Cemitério do Robalo .....                    | 086 |
| Figura 05 – Área embrejada no entorno do cemitério ..... | 086 |

## ANEXO A

|                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura 01 - Mapa de localização dos cemitérios clandestinos.....  | 088 |
| Figura 02 - Área de Fragilidade Ambiental da área de estudo ..... | 088 |
| Figura 03 - Identificação dos cemitérios clandestinos .....       | 089 |
| Figura 04 - Identificação dos cemitérios clandestinos .....       | 089 |
| Figura 05 - Identificação dos cemitérios clandestinos .....       | 089 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                     |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 01 - Identificação dos pontos de coleta de água .....                                                                                        | 033 |
| Tabela 02 - Metodologia adotada para as análises dos parâmetros de qualidade de água, unidades de medidas e limite de quantificação do método ..... | 035 |
| Tabela 03 - Cemitérios clandestinos localizados na Zona de Expansão de Aracaju, 2015 .....                                                          | 040 |
| Tabela 04 - Presença de rede de esgoto na moradia.....                                                                                              | 041 |
| Tabela 05 - Distância relativa entre os poços estudados e as fossas domiciliares .....                                                              | 046 |
| Tabela 06- Observação de dejetos nas proximidades dos poços .....                                                                                   | 047 |
| Tabela 07 - Aspectos biológicos presentes na água dos poços .....                                                                                   | 047 |
| Tabela 08 - Análise dos parâmetros físico-químicos da água dos poços .....                                                                          | 049 |
| Tabela 09 - Estatística descritiva das análises do Fe em mg/L das amostras de água dos poços.....                                                   | 050 |
| Tabela 10- Estatística descritiva das análises do Ca em mg/L das amostras de água dos poços .....                                                   | 051 |
| Tabela 11 - Estatística descritiva das análises do Mg em mg/L das amostras de água dos poços.....                                                   | 052 |
| Tabela 12 - Estatística descritiva das análises do Na em mg/L das amostras de água dos poços.....                                                   | 053 |
| Tabela 13 - Estatística descritiva das análises do Mn em mg/L das amostras de água dos poços .....                                                  | 053 |
| Tabela 14- Estatística descritiva das análises do Mn em mg/L das amostras de água dos poços ZEA 2015-2017 .....                                     | 055 |
| Tabela 15 - Estatística descritiva das análises dos Cloretos em mg/L das amostras de água dos poços .....                                           | 056 |
| Tabela 16 - Estatística descritiva das análises do Nitratos em mg/L das amostras de água dos poços .....                                            | 057 |
| Tabela 17 - Estatística descritiva das análises do Sulfatos em mg/L das amostras de água dos poços .....                                            | 058 |
| Tabela 18 - Estatística descritiva das análises do Alcalinidade bicarbonato em mg/L das amostras de água dos poços .....                            | 059 |

## APÊNDICE B

|                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 01 - Ensaio do poço 1 referente à busca quantificada da presença de substâncias químicas ..... | 079 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|



|                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 02 - Ensaio do poço 2 referente à busca quantificada da presença de substâncias químicas .....   | 079 |
| Tabela 03 - Ensaio do poço 3 referente à busca quantificada da presença de substâncias químicas .....   | 080 |
| Tabela 04 - Ensaio do poço 4 referente à busca quantificada da presença de substâncias químicas .....   | 080 |
| Tabela 05 - Ensaio do poço 5 referente à busca quantificada da presença de substâncias químicas .....   | 081 |
| Tabela 06 - Ensaio do poço 6 referente à busca quantificada da presença de substâncias químicas .....   | 081 |
| Tabela 07 - Ensaio do poço 7 referente à busca quantificada da presença de substâncias químicas .....   | 082 |
| Tabela 08 - Ensaio do poço 8 referente a busca quantificada da presença de substâncias químicas .....   | 083 |
| Tabela 09 - Ensaio do poço 9 referente à busca quantificada da presença de substâncias químicas .....   | 083 |
| Tabela 10 - Ensaio do poço 10 referentes à busca quantificada da presença de substâncias químicas ..... | 084 |

## LISTA DE QUADROS

|                                                                                                                                  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Quadro 01 - Respostas dos entrevistados acerca da relação entre saúde e saneamento                                               | 042 |
| Quadro 02 - Respostas dos entrevistados acerca dos problemas causados pela falta de saneamento .....                             | 043 |
| Quadro 03 - Conhecimento dos entrevistados acerca do prejuízo causado pela proximidade dos poços com o cemitério. ....           | 044 |
| Quadro 04 - Políticas públicas que os entrevistados relataram conhecer .....                                                     | 045 |
| Quadro 05 - Exigências dos entrevistados acerca de ações de políticas públicas para melhorar a qualidade de vida da região. .... | 046 |

## LISTA DE SIGLAS

|        |                                                                                                             |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ABAS   | Associação Brasileira de Águas Subterrâneas                                                                 |
| ABES   | Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental                                                   |
| ADEMA  | Administração Estadual do Meio-Ambiente – Sergipe                                                           |
| ANA    | Agência Nacional de Águas                                                                                   |
| BGR    | Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (Federal Institute for Geosciences and Natural Resources) |
| CEMA   | Conselho Estadual do Meio Ambiente (Sergipe)                                                                |
| CETESB | Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental                                                             |
| COCAG  | Coordenação de Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano                                            |
| CONAMA | Conselho Nacional do Meio Ambiente                                                                          |
| CEPAL  | Comissão Econômica para a América Latina                                                                    |
| CRAS   | Centro de Referência de Assistência Social                                                                  |
| DESAM  | Departamento de Saúde Ambiental                                                                             |
| EIA    | Estudo de Impacto Ambiental                                                                                 |
| FSESP  | Fundação Serviço Especial de Saúde Pública                                                                  |
| FUNASA | Fundação Nacional de Saúde                                                                                  |
| GEF    | Global Environment Facility                                                                                 |
| GPS    | Global Positioning System                                                                                   |
| ITP    | Instituto de Tecnologia e Pesquisa de Sergipe                                                               |
| LAM    | Laboratório de Análise Microbiológico                                                                       |
| LEA    | Laboratório de Estudos Ambientais                                                                           |
| ODS    | Objetivos do Desenvolvimento Sustentável                                                                    |
| OEA    | Organização dos Estados Americanos                                                                          |
| OMS    | Organização Mundial de Saúde                                                                                |
| OPAS   | Organização Pan-Americana de Saúde                                                                          |
| PEA    | Programa Estratégico de Ação                                                                                |

|        |                                                                         |
|--------|-------------------------------------------------------------------------|
| RIMA   | Relatório de Impacto Ambiental                                          |
| SAG    | Sistema Aquífero Guarani                                                |
| SEMARH | Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (Sergipe) |
| SGB    | Serviço Geológico do Brasil                                             |
| SIAGAS | Sistema de Informações de Águas Subterrâneas                            |
| SIG    | Sistema de Informação Geográfica                                        |
| SNIS   | Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento                         |
| UBS    | Unidades Básicas de Saúde                                               |
| UNESCO | Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura          |
| UNICEF | Fundo das Nações Unidas para a Infância                                 |
| VMP    | Valor Máximo Permitido                                                  |
| WHO    | World Health Organization                                               |
| ZEU    | Zona de Expansão Urbana                                                 |

## RESUMO

Áreas urbanas densamente povoadas com precárias condições de saneamento básico, são comuns, principalmente em países em desenvolvimento, nos quais a água é responsável por um grande número de doenças de veiculação hídrica. O principal objetivo deste trabalho foi avaliar o processo de estruturação da Zona de Expansão Urbana de Aracaju e os cenários de risco à saúde, devido ao uso de água de poço e seu potencial contaminação por fossas e cemitérios clandestinos. Estudo de caráter descritivo-exploratório, com método qualiquantitativo de investigação visando a analisar as águas de poço para consumo humano na Zona de Expansão Urbana de Aracaju, bem como a percepção dos moradores sobre a relação água e saúde. Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com todos os moradores no entorno de cemitérios clandestinos. A escolha das residências para a análise da água foi de acordo com o critério do uso exclusivo de água de poço, que esse estivesse até 500 metros de distância do cemitério. Para a realização dos exames ficaram definidas oito residências que atendiam às especificidades: um poço existente dentro do cemitério e um poço controle que ficasse a mais de 15 km de distância dos demais. Foi estabelecida a coleta de cinco amostras de cada poço, em períodos secos e chuvosos, para análise microbiológica e físico-química. Nestas análises avaliou-se o Pb, Cd, Ca, Na, K, Fe, Cu, Zn, Ni, Mn e Cr e a alcalinidade. A fala dos entrevistados revelou que, embora os moradores tenham consciência da importância da água de qualidade para a saúde humana, ainda utilizam a água de poço sem nenhum tratamento prévio. As análises apresentaram resultados positivos para os coliformes totais e coliformes termotolerantes, 49% para bactérias heterotrófica, 20% estão acima das 500 unidades de formação de colônia por mL (UFC/mL), 30% das amostras apresentaram *Staphylococcus aureus*, e 20% de bactéria sulfitos redutores; não houve presença de bactérias do gênero *Salmonella* e *Clostridium*. Esses resultados tiveram maior incidência nos períodos chuvosos. Da análise físico-química, não foram encontrados: chumbo, nitrogênio e Cromo nas amostras e o cádmio foi determinado somente no mês de abril de 2016. Observa-se que o valor do cádmio determinado no poço 4 (0,840 mg/L) foi 168 vezes maior que o VMP 0,005 mg/L e somente nas amostras dos poços 1 e 2 não foi determinado este elemento. O cobre foi determinado no mês de fevereiro de 2017 em todos os poços, em concentrações na faixa de 0,004 – 0,008 mg/L. O cálcio determinado nas amostras variou na faixa de 2,05 – 93,95 mg/L. Os dez poços analisados demonstraram que os valores dos íons cálcio, magnésio, sódio, potássio, zinco, e os cloretos nitrato e alcalinidade, não ultrapassaram os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 396/08, porém os resultados encontrados servem de alerta de contaminação. Este estudo mostrou que a qualidade da água de poço consumida na ZEU no município de Aracaju (SE) apresentou valores em desacordo com a Portaria Nº 2914/11 e a Resolução CONAMA Nº 335/08.

**PALAVRAS-CHAVE:** Necrochourume; Contaminação da Água; Uso não Controlado do Solo; Ambiente; e Saúde.

## ABSTRACT

Dense urban areas with poor sanitation are common, especially in developing countries where water is responsible for a large number of waterborne diseases. The main objective of this work was to evaluate the process of structuring the Urban Expansion Zone of Aracaju and the scenarios of health risk due to the use of well water and its potential contamination by underground graves and cemeteries. A descriptive-exploratory study with a qualitative quantitative method of investigation aiming at analyzing well water for human consumption in the Urban Expansion Zone of Aracaju, as well as the residents' perception about the relationship between water and health. Semi-structured interviews were conducted with all residents in the vicinity of clandestine cemeteries. The choice of residences for water analysis was according to the criterion of the exclusive use of well water, that it was up to 500 meters away from the cemetery. For the accomplishment of the exams, eight residences were defined that met the specificities: a well existing within the cemetery and a control well that was more than 15 km away from the others. Five samples of each well were collected in dry and rainy periods for microbiological and physicochemical analysis. In these analyzes the Pb, Cd, Ca, Na, K, Fe, Cu, Zn, Ni, Mn and Cr and the alkalinity were evaluated. The interviewees speech revealed that while residents are aware of the importance of quality water for human health, they still use well water without any previous treatment. The analyzes showed positive results for total coliforms and thermotolerant coliforms, 49% for heterotrophic bacteria, 20% were above 500 colony forming units per mL (CFU / mL), 30% of the samples had *Staphylococcus aureus*, and 20% reducing sulfite bacteria; no bacteria of the genus *Salmonella* and *Clostridium* were present. These results had higher incidence in rainy periods. From the physical-chemical analysis, lead, nitrogen and chromium were not found in the samples and cadmium was determined only in April 2016. It is observed that the value of cadmium determined in well 4 (0.840 mg / L) was 168 times greater than VMP 0.005 mg / L and only in the samples from wells 1 and 2 this element was not determined. Copper was determined in February 2017 in all wells at concentrations in the range of 0.004 – 0.008 mg / L. The calcium determined in the samples varied in the range of 2.05 - 93.95 mg / L. The ten wells analyzed showed that the values ion of calcium, magnesium, sodium, potassium, zinc, and nitrate and alkalinity chlorides did not exceed the limits established by CONAMA Resolution 396/08, but the results found serve as a contamination alert. This study showed that the quality of well water consumed in the ZEU in the city of Aracaju (SE) showed values in disagreement with Ordinance N° 2914/11 and CONAMA Resolution N° 335/08.

**KEY WORDS:** Necrochourume; Water Contamination; Uncontrolled Soil Use; Environment; and health.

## 1 INTRODUÇÃO

O meio ambiente, um sistema complexo e coletivo entre a população do planeta, é alvo constante de diversos estudos em busca da compreensão da dinâmica de utilização do próprio ambiente e de como ela afeta os indivíduos em seu cotidiano, em especial, na saúde e direitos humanos (RAMINELLI; THOMAS, 2012).

A situação do saneamento básico no mundo está muito abaixo do ideal, 2,4 bilhões de pessoas aproximadamente estão vivendo sem serviços básicos de tratamento de água e coleta de esgoto. A falta desses serviços expõe a população a vários riscos à saúde, entre outras áreas mais prejudicadas, como: educação e o desenvolvimento socioeconômico. Dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) assinalam que sete pessoas em cada dez vivem sem saneamento adequado. (BAIN et al., 2014).

Ao se considerar a relação da população com a água, dados revelam que 633 milhões de pessoas no mundo continuam sem acesso a uma fonte de água potável e de acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA) – *Atlas Brasil Volumes 1 e 2 (2010) e Folha online*, 47% da população mundial viverá em condições de alto estresse hídrico em 2030, se esse ritmo atual se mantiver (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2017).

Instalações que afetam as condições naturais do solo e das águas subterrâneas, a exemplo dos cemitérios, são classificadas como atividades com risco de contaminação ambiental. O principal contaminante na decomposição dos corpos é um líquido conhecido como necrochorume, de aparência viscosa e coloração castanho-acinzentada, contendo aproximadamente 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas degradáveis (ANJOS, 2013). Desde o século XVIII, existe a proximidade dos cemitérios com as cidades, porém a preocupação com a poluição causada pelos cemitérios é bem mais recente. Apenas em 1998, a OMS publicou um relatório afirmando que os cemitérios seriam uma fonte potencial de poluição, podendo causar impactos ambientais no solo e lençóis freáticos em razão da liberação de substâncias orgânicas e inorgânicas e microrganismos patogênicos (SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2011).

A implantação adequada dos cemitérios, respeitando todas as medidas de proteção ambiental, é um problema de saúde pública. Muitos deles não tiveram estudos anteriores para sua implantação, ampliando, ao longo dos anos, seu potencial de contaminação do ambiente. Estudos vêm sendo realizados para investigar e avaliar o risco que existe nas necrópoles com a finalidade de recomendar formas de intervenção para diminuir os impactos causados pelos cemitérios, bem como para nortear a implementação de normas e políticas públicas adequadas (LELI et al., 2012).

Existe um desconhecimento da população sobre como os cadáveres dispostos em um cemitério clandestino podem influenciar a contaminação ambiental. Observando o

cenário brasileiro, é alarmante como as necrópoles não são gerenciadas. Cemitérios e aterros sanitários se assemelham, visto que em ambos são enterrados materiais orgânicos e inorgânicos. Porém, a matéria orgânica enterrada no cemitério tem um agravante, tem a possibilidade de carregar consigo bactérias e vírus que foram a causa da morte do indivíduo, podendo colocar em risco o meio ambiente e a saúde pública (KEMERICH et al. 2012).

A Zona de Expansão Urbana de Aracaju possui no seu entorno vários cemitérios clandestinos, com alguns já desativados e outros ainda recebendo corpos, aparentemente sem a exigência efetiva da apresentação de atestado de óbito por ocasião dos seus enterramentos (SOARES, 2012).

Pelas observações diretas e com a realização das entrevistas com as famílias ficou comprovado que a referida área não dispõe de saneamento básico, famílias utilizam água de poço como única fonte para o consumo doméstico e, em períodos chuvosos, suas ruas alagam e os brejos que se formam são utilizados por moradores para lazer e pescarias. Esse trabalho objetivou avaliar o processo de estruturação da ZEU e os cenários de risco à saúde devido ao uso de água de poço e sua potencial contaminação por fossas e cemitérios clandestinos.



## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Avaliar o processo de estruturação da Zona de Expansão de Aracaju e os cenários de risco à saúde devido ao uso de água de poço e sua potencial contaminação por fossas e cemitérios clandestinos.

### **2.2 Específicos**

- ✓ Identificar o uso da água de poço por moradores como única fonte para uso doméstico;
- ✓ Analisar os determinantes para a saúde pública relacionada ao consumo de água de poços no entorno de cemitérios clandestinos;
- ✓ Caracterizar as amostras coletadas quanto aos parâmetros microbiológicos e físico-químicos.
- ✓ Descrever a percepção da comunidade sobre a utilização da água de poço no entorno de cemitérios clandestinos.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 Água

A água faz parte do corpo de todos os organismos vivos, é um recurso natural da Terra, essencial para a sobrevivência do ser humano, tornando-se um bem de alto valor social e econômico.

Para responder às evidências cada vez mais alarmantes no que se refere a esse recurso natural, a regulação jurídica das águas vem sendo progressivamente reformada. Recentemente, a Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) publicou previsões em seu último Relatório sobre o Desenvolvimento da Água 2015, sendo uma delas a de que "[...] até 2030, o planeta enfrentará um déficit de água de 40% a menos, por isso a gestão desse recurso deve ser melhorada." (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E CULTURA, 2015; traduzimos).

A água ocupa 70% da superfície do planeta, cerca de 1,4 bilhão de km<sup>3</sup>, dos quais cerca de 97,5% correspondem a água salgada que não é usada para consumo. O equivalente a água doce, que chega a 71%, está em geleiras e calotas polares no estado sólido. Isso significa que a porção de água doce que se pode aproveitar fica em torno de 3% do total. 18% são os depósitos subterrâneos, 7% são de lagos e cursos d'água e outros 4% umidade do ar. Vale destacar que a quantidade de água doce disponível não está distribuída de maneira uniforme ao redor do globo (YAMAGUCHI et al., 2013).

No Brasil, os estados do Norte apresentam maior quantidade desse recurso se comparados aos estados do Nordeste. A estimativa é que o país concentre entre 12% e 16% do volume total de recursos hídricos do planeta. Até o momento, os dados apresentados demonstram uma abundância de água no Norte, região com aproximadamente 5% da população nacional onde estão concentrados 73% da disponibilidade hídrica brasileira, enquanto isso, os restantes 95% da população dividem 27% dos recursos hídricos do país (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2012).

Mesmo sendo um país com essas características, registra também elevado desperdício: de 20% a 60% da água tratada para consumo se perde na distribuição, dependendo das condições de conservação das redes de abastecimento. Essas perdas acontecem principalmente no caminho da água entre as estações de tratamento e o consumidor. Além da pequena quantidade de água doce disponível no planeta, existe o problema resultante da poluição e contaminação das águas, as quais diminuem a qualidade desse recurso, tornando-o impróprio para o consumo, aumentando o índice de doenças de veiculação hídrica (BRASIL, 2017).

### 3.2 As doenças de veiculação hídrica

Os seres vivos, animais, plantas e outros, participam do ciclo da água. Utilizam essa substância por meio da ingestão ou ainda absorção. Essa água consumida do ambiente retorna por meio da transpiração, respiração, eliminação de urina e fezes, além da decomposição (SCHMIDT-NIELSEN, 2015).

A água dissolve substâncias no organismo humano que se tornam disponíveis para as reações químicas, transporta substâncias pelo corpo (plasma sanguíneo), absorve impactos, como o líquido do saco amniótico que protege o bebê, também serve de lubrificante na estrutura do corpo, além de manter a temperatura do corpo pelo suor, e, através da urina excreta substâncias tóxicas em excesso, entre outras funções (SCHMIDT-NIELSEN, 2015).

A água pode representar uma importante fonte de transmissão de doenças. Quando não recebe tratamento, muitos microrganismos patogênicos podem ser veiculados pela sua ingestão e contato. O contato pode permitir que organismos patogênicos entrem pela pele ou mucosas e desencadeiem problemas graves de saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

As doenças de veiculação hídrica mais comum, possivelmente presentes nas águas advindas de cemitérios, são, segundo Matos 2001: amebíase e gastroenterites, causadas por protozoários; febre tifóide e paratifóide, leptospirose e cólera, causadas por bactérias; gastroenterites, hepatites e infecções respiratórias, causadas por vírus. (SARAIVA, 2010, p.16-17).

A amebíase é uma infecção ocasionada pela ameba, um parasita unicelular que ataca o homem. Seu contágio se dá através de alimentos ou água contaminados por ameba.

A febre tifoide é uma doença bacteriana aguda de distribuição mundial. É causada pela *Salmonella enterica sorotipo Typhi*. Está associada a baixos níveis socioeconômicos, relacionando-se, principalmente, com precárias condições de saneamento e de higiene pessoal e ambiental. Transmitida ao homem através de água e alimentos contaminados, além de contato direto com fluidos de pessoas infectadas (BENSON, 1992).

A cólera é uma infecção aguda localizada no intestino provocada pelo *Vibrio cholerae*. Essa bactéria produz enterotoxina que causa diarreia podendo levar à morte por desidratação. O vibrião é encontrado nas fezes de pessoas infectadas nas quais a doença se manifestou ou não, em água e em alimentos infectados.

A esquistossomose (barriga d'água) é uma doença muito comum no Brasil, causada pela infestação de vermes platelmintos trematódeos do gênero *Schistosoma*, parasitando as veias do fígado e intestino no ser humano. O ovo contido nas fezes de uma pessoa contamina, e depositado em ambientes aquáticos transforma-se em uma larva

aquática ciliada denominada miracídio, a qual se instala temporariamente em um tipo específico de caramujo planorbídeo (gênero *Biomphalaria*), modificando-se em uma larva chamada cercaria. As cercarias penetram ativamente através da epiderme, quando as pessoas usufruem de cursos d'água contaminados.

Giardíase é uma infecção intestinal provocada pelo protozoário *Giardia lamblia* que atinge o intestino delgado. É contraída por contaminações fecais e orais, ou seja, pela ingestão de alimentos contaminados pelo protozoário. Para prevenir a doença, é importante a construção de sanitários adequados, boa higiene pessoal, consumir somente água filtrada ou fervida e afastar pessoas infectadas, principalmente de crianças.

Até que se constitua uma real estrutura que aporte um sistema de saneamento básico no país, as doenças infecciosas e os seus mecanismos de produção de agravos e óbitos são ainda indiretos e mediados por inúmeros fatores ambientais e sociais, a exemplo das destacadas acima, com riscos de incidência de veiculação hídrica e as de possível expansão das áreas de transmissão de doenças relacionadas a vetores, principalmente em localidades onde o saneamento ainda é parcialmente ineficiente.

As doenças, principalmente as transmitidas por vetores, são adstritas por variáveis ambientais como temperatura, umidade, padrões de uso do solo e de vegetação, constituem, importante causa de morbidade e mortalidade no Brasil e no mundo. O ciclo de vida dos vetores, assim como dos reservatórios e hospedeiros que participam da cadeia de transmissão de doenças está fortemente relacionado à dinâmica ambiental dos ecossistemas onde estes vivem (TAUIL, 2002).

A dengue é considerada a principal doença reemergente nos países tropicais e subtropicais. A malária continua sendo um dos maiores problemas de saúde pública na África, ao sul do deserto do Saara, no sudeste asiático e nos países amazônicos da América do Sul. As leishmanioses, tegumentar e visceral, têm ampliado sua incidência e distribuição geográfica (HAY et al., 2004).

Outras doenças que estão relacionadas à contaminação por veiculação hídrica é a leptospirose, doença que tende a ocorrer em épocas de enchente, rede de esgoto precária, falta de drenagem da água das chuvas, coleta de lixo inadequada e inundações que são condições favoráveis para o aparecimento de epidemias. A hepatite A é uma doença aguda do fígado, causada pelo vírus da (HAV), e sua transmissão ocorre quando o vírus é ingerido, através da água e comida contaminada. Hábitos de higiene também estão ligados à transmissão de doenças relacionadas à água, uma vez que a falta de uma higienização pessoal e dos alimentos pode provocar enfermidades (BRASIL, 2011a).

Existe a necessidade de se promover uma maior conscientização popular sobre o correto uso, armazenamento e preservação da água e de suas fontes naturais, como

também a realização de políticas públicas para garantir o seu acesso por toda a população, com ações estruturais, como o saneamento básico.

### **3.3 Águas subterrâneas**

De toda a água doce encontrada no planeta, 97% correspondem às águas subterrâneas (excetuando-se as geleiras e calotas polares). Geralmente são formadas e realimentadas pelas águas de chuvas, neblinas, neves e geadas, que fluem lentamente pelos poros das rochas. Normalmente esses reservatórios possuem água de boa qualidade para o uso humano (água potável), devido ao processo de filtragem pelas rochas e por reações biológicas e químicas naturais; devido a não ficarem na superfície, essas águas ficam mais protegidas de diversos agentes poluentes do que as águas de rios e lagos (ZOBY; MATOS, 2002).

No Brasil encontra-se um quinto de toda água doce existente no planeta Terra. O país possui uma reserva subterrânea com mais de 111 trilhões de metros cúbicos de água. Apenas um dos reservatórios subterrâneos encontrados na região Nordeste do país possui um volume de 18 trilhões de metros cúbicos de água para o abastecimento humano. Isso é suficiente para abastecer a população brasileira atual por, no mínimo, 60 anos (ZOBY; MATOS, 2002).

Para Rebouças et al. (2006), quanto maior for o nível de infiltração da água no solo, maiores deverão ser as reservas subterrâneas hídricas. Contudo, a quantidade de infiltração dependerá de alguns fatores básicos, como:

- a) Solos menos permeáveis ou menos porosos apresentam dificuldades para a infiltração de água. Em rochas argilosas, por exemplo, essa porosidade é menor, aumentando, assim, o nível de impermeabilidade.
- b) Terrenos mais planos ou com baixo nível de declividade apresentam uma maior tendência à infiltração, pois a água ficará mais tempo sobre o solo, conseqüentemente, áreas mais íngremes apresentam um nível de escoamento maior e também maior atuação de processos erosivos.
- c) A vegetação deixa o solo mais suscetível ao recebimento da carga de água e também ajuda na contenção da velocidade de queda das gotas de chuva, favorecendo, assim, a infiltração e o abastecimento dos lençóis freáticos.
- d) Chuvas mais fortes e rápidas apresentam um nível maior de escoamento da água, ao contrário da chuva mais lenta e fraca, em que a água cai em menor quantidade e tem mais tempo para infiltrar-se na superfície, pois o solo leva mais tempo para ficar saturado.

O nível freático é o acúmulo da água embaixo do solo. Quando ele é baixo, é necessária a realização de uma intervenção mais profunda para a obtenção de água, mas quando ele se eleva, o acesso torna-se mais fácil.

A água subterrânea, que desempenha um papel essencial na manutenção da umidade do solo, do fluxo dos rios, lagos e brejos, em boa parte é formada pela água precipitada de chuvas, que percola no interior do subsolo, carreando material que se encontra no solo (REBOUÇAS, 2011).

A água de subsolo é bastante utilizada em áreas onde a água de superfície não é abundante ou não está disponível. Em zonas urbanas e suburbanas, é cada vez mais comum o uso de água de subsolo quando há problemas de abastecimento de água tratada para uso domiciliar, comercial e industrial, que é retirada através de poços de vários tipos (REBOUÇAS, 2011).

### **3.4 Poços rasos**

Os primeiros vestígios da utilização das águas subterrâneas, segundo a literatura, são de 12.000 anos antes de Cristo. A informação é que os chineses foram os primeiros a dominar a técnica de perfurar poços, e na Bíblia existem relatos de escavações para obtenção de água potável (BÓS, 2008).

Aos poucos as técnicas de construção de poços foram aprimorando e na cidade de Artois, França, construíram o primeiro poço do tipo artesiano, no século XII, ano de 1126. O termo “poço artesiano” é aplicado quando a própria pressão natural da água é capaz de levá-la até a superfície. Quando a água não jorra, sendo necessária a instalação de aparelhos para a captação da mesma, tem-se um poço semiartesiano. Os poços artesianos e semiartesianos são tubulares e profundos (CARVALHO, 2015).

Segundo Carvalho (2015), existe também o poço caipira ou raso, que obtém água dos lençóis freáticos – rios subterrâneos originados em profundidades pequenas. Devido ao fato de serem rasos, os poços caipiras estão mais sujeitos a contaminações por água de chuva e até mesmo por infiltrações de esgoto.

No Brasil, no ano de 1998, o Serviço Geológico do Brasil – (SGB) iniciou os trabalhos de cadastramento de poços através do levantamento da infraestrutura hídrica dos estados inseridos no semiárido. O Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) armazena o cadastro nacional de pontos d'água para ser de acesso gratuito pelo público via internet, possuindo até o mês de abril de 2014, 239.413 poços em seu banco de dados. Assim, esse sistema é o único capaz de atender às demandas gerais de informações sobre poços em todo o país, auxiliando os programas de gestão de políticas públicas (RIBEIRO, 2008).

Dessa forma, estudos realizados por diferentes pesquisadores envolvendo os recursos hídricos subterrâneos mostram que as captações de águas subterrâneas recebem várias denominações, como; cacimba, cacimbão, poço amazonas, cisterna, poço profundo, poço raso, poço artesiano entre outros. Assim, a falta de uma padronização nacional dos termos pode gerar dificuldades na interpretação dos dados em determinadas situações por causa da diferenciação dos conceitos (RIBEIRO, 2008).

Diversas formas de captações de águas receberam nomes como *kettara*, *foggara*, *kizamá*, *fagir*, *jattará*, *mayrá*, *puquio* dentre outras variações nos dialetos existentes nas diversas regiões em que foram construídos (ABDIN, 2006).

Em seu trabalho sobre a exploração de água subterrânea de Saint Crois/Ilhas Virgens, Cedestrom (1950 apud VASCONCELOS, 2015) refere-se a vários tipos de poços, e faz uma relação entre o poço e a forma de construção e desenvolvimento. Consideram-se como poços escavados os "feitos com ferramentas manuais", sendo também conhecidos como cacimbas, poços ponteiros, poços ponteiros com jato de água, poços de trado, poços de jato e poços de percussão, classificando-os de acordo com o modo de sua construção. Também apresenta um tipo especial bem local, chamado "poços do tipo Mauí", encontrados no Hawai (Estados Unidos da América), ilha de Mauí, o qual chama a atenção por sua forma de captação, horizontalizada para evitar a captação de água salgada logo abaixo, e para encontrar o máximo de diaclases e outras aberturas (VASCONCELOS, 2015).

Outra definição, apresentada por Todd (1959 apud VASCONCELOS, 2015), de poço d'água como sendo "[...] um furo ou cava, geralmente vertical, escavado no terreno para trazer água subterrânea até a superfície". O mesmo classifica os poços como sendo "poços rasos" e "poços perfurados", assim ensina que um poço raso pode ser escavado, perfurado, cravado ou lavado; já para descrever os poços profundos, o autor afirma que são aqueles perfurados por métodos de percussão rotativos hidráulicos ou rotativos reversos. Para classificar os poços ele leva em consideração a forma de construção do mesmo, podendo surgir uma dúvida quando se refere ao poço raso, como sendo escavado ou perfurado, apesar de ser empregado em muitos trabalhos o termo raso referindo-se à captação de aquíferos livres, muitas vezes pode-se tornar vago, pois não se define até qual profundidade se pode considerar um poço como sendo raso (VASCONCELOS, 2015).

Para Dacach (1975), os poços amazonas, em suas classificações de poços escavados, são assim denominados por estarem no Vale Amazônico, nas proximidades do Grande Rio, local em que se situam as cidades ribeirinhas, tornando-se impraticável a instalação de um poço raso comum. Isso, em decorrência da camada de sedimentos muito finos que a tornam movediça quando molhada pela ascensão do nível do lençol freático nas épocas de enchente. Para tal problema, a solução foi a construção de poços com secções pré-fabricadas, evitando assim o desmoronamento de sua parede.

Outros trabalhos foram realizados, a exemplo de Piuci (1986), na ilha de Marajó (PA), que cita os poços amazonas, classificados como um tipo especial de poço escavado o qual foi introduzido pela Fundação Serviço Especial de Saúde Pública (FSESP) em várias localidades do vale amazônico. O trabalho constatou a existência de quase um poço escavado para cada uma das habitações rurais existentes.

Piuci (1986), ao pesquisar um pouco mais em relação aos poços escavados, relatou que essa técnica de escavação de poço para uso de água potável por meio de escavações foi introduzida pelos colonizadores, pois os nativos do Brasil não possuíam tais conhecimentos. Relatou também que os angolanos trazidos como escravos chamavam tais obras (poços escavados) como *kixima* que, posteriormente, foi denominada de "cacimba".

Os poços são construídos com o intuito de captação de água subterrânea, merecendo destaque, para uso no abastecimento humano, classificados por Rebouças et al. (2006) quanto à sua profundidade:

- a) A cacimba, o poço raso, a cisterna ou poço amazonas, construídos manualmente, geralmente perfurados sem a autorização dos órgãos responsáveis pela outorga hídrica; esses poços, ordinariamente com profundidade menor que 40 metros, são muito utilizados para o abastecimento domiciliar e suas águas são retirados através de baldes ou com sistema simples de bombeamento.
- b) Os poços semiartesianos ou sedimentares são mais profundos e alcançam rochas inconsolidadas ou consolidadas, sendo suas águas retiradas por sistema de bombeamento.
- c) O poço artesiano, que pode ter profundidade de até 2000 metros, alcança rochas consolidadas ou cristalinas e muitos deles são autojorrantes, não necessitando de sistema de bombeamento.

Por volta de 12 milhões de poços foram perfurados no mundo nos últimos 25 anos. No Brasil, houve, nas últimas décadas, um aumento da utilização da água subterrânea para o abastecimento público. Grande parte das cidades brasileiras com população inferior a 5.000 habitantes, com exceção do semiárido nordestino e das regiões formadas por rochas cristalinas, têm capacidade de ser atendida pelas reservas subterrâneas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 2016).

### **3.5 Aquíferos**



A reserva de água subterrânea é chamada de aquífero. É uma formação geológica que funciona como reservatório de água, quando a água da chuva se infiltra no solo e percola nos espaços entre as rochas, escorrendo muito devagar em direção ao fundo da terra. À medida que vai penetrando no solo a água vai sendo filtrada, perde turbidez, cor e fica cada vez mais limpa; pode levar décadas para caminhar algumas centenas de metros, e, ao encontrar rochas impermeáveis compactas, forma o lençol freático (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2008a). As características do aquífero e da frequência de recarga dependem da quantidade de água subterrânea que se produz em uma região (WENDLAND, 2015).

Um dos maiores aquíferos que se conhece é o Sistema Aquífero Guarani (SAG), O nome é uma denominação do geólogo uruguaio Danilo Anton em memória do povo indígena da região, tem uma área de recarga de 150.000 km<sup>2</sup> e é constituído pelos sedimentos arenosos da Formação Piramboia na Base, se estende por uma área de 1.087.879,15 km<sup>2</sup>, ocupando partes do território do Brasil, Formação Buena Vista na Argentina e Uruguai, e arenitos Botucatu no topo *Misiones* no Paraguai, Tacuarembó no Uruguai e na Argentina (Figura 01), (BARROS, 2000).



Figura 01 - Localização do Sistema aquífero Guarani (SAG).  
Fonte: AQUÍFERO GUARANI, 2016.

É em território brasileiro que se dá sua maior ocupação (2/3 da área total) abrangendo os Estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Constitui-se em uma importante reserva estratégica para o abastecimento da população, para o desenvolvimento das atividades econômicas e do lazer. Sua recarga natural anual (principalmente pelas chuvas) é de 160 km<sup>3</sup>/ano, sendo que desta, 40 km<sup>3</sup>/ano constitui o potencial explotável sem riscos para o sistema aquífero.

As águas, em geral, são de boa qualidade para o abastecimento público e outros usos, sendo que em sua porção confinada, os poços têm cerca de 1.500 m de profundidade e podem produzir vazões superiores a 700 m<sup>3</sup>/h (ORGANIZAÇÃO DOS ESTADOS AMERICANOS, 2009).

O Guarani é explorado por mais de 1.000 poços e ocorre numa faixa no sentido Sudoeste-Nordeste do Estado de São Paulo. Sua área de recarga ocupa cerca de 17.000 km<sup>2</sup> onde se encontra a maior parte dos poços; é uma área mais vulnerável e deve ser objeto de programas de planejamento e gestão ambiental permanentes, na tentativa de se evitar a contaminação da água subterrânea e sobreexploração do aquífero com o consequente rebaixamento do lençol freático e o impacto nos corpos d'água superficiais (WENDLAND, 2015).

É de acordo com suas características hidrodinâmicas ou geológicas que os aquíferos podem ser classificados. A primeira classificação é a que considera os aquíferos como confinados e não confinados (livres ou freáticos), que ocorrem quando a água subterrânea está confinada sob uma pressão superior à pressão atmosférica, isto, devido à existência de uma camada confinante impermeável acima do aquífero (GREGORASHUK, 2001).

Pelo fato de a água encontrar-se em uma pressão superior à atmosférica, quando se faz um furo para extração, ela sobe até a superfície piezométrica, dando origem a um furo artesiano. Em aquíferos livres o nível da água varia segundo a quantidade de chuva e é o tipo de aquífero mais comum e mais explorado pelos homens. Porém, são também os aquíferos que apresentam maiores problemas de contaminação (GREGORASHUK, 2008).

Ainda se deve considerar a profundidade dos aquíferos e as características dos solos e rochas por onde a água percorre para abastecer as reservas de água subterrâneas, que possuem diferentes características das águas, algumas de boa qualidade de potabilidade e outras inadequadas para o consumo humano devido à contaminação com elementos poluentes (SILVA et al., 2014).

O país com a maior reserva de água subterrânea do mundo é o Brasil, tem nas reservas subterrâneas a maior parte do seu abastecimento público. O acúmulo das águas subterrâneas pode acontecer em zonas saturadas de água e abranger grandes regiões, que são chamadas de aquíferos (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2015).

No Brasil, dois grandes aquíferos abrangem partes das regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul: o Guarani, que além dessas regiões brasileiras se estende a outros países, e o Alter do Chão na região Norte. São grandes reservas de água que, se conservadas, podem garantir o fornecimento de recursos hídricos indefinidamente (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2015).

As vantagens na utilização das águas subterrâneas é que a qualidade da água costuma ser superior, pois, enquanto se infiltra, ela passa por sucessivos processos de filtragem e purificação, além da quantidade maior de suas reservas, na maioria das vezes não necessitam de transporte e são protegidas de agentes poluidores, entre outras (SILVA et al., 2014).

O processo de percolamento da água entre os poros do subsolo e das rochas promove a sua depuração através de processos físico-químicos de troca iônica, remoção de sólidos em suspensão, neutralização de pH em meio poroso, entre outros; também produz depuração bacteriológica, eliminando microrganismos devido à ausência de nutrientes e oxigênio que agem sobre a água modificando-a tornando-a mais adequada ao consumo humano. Assim, as características das águas de aquíferos de subsolo dependem da composição do solo e das suas características de poluição (BGR/UNESCO, 2006).

Cada um desses tipos de aquífero corresponde ao local onde os mesmos estão, ao curso da água e às características geográficas na localidade. Os que estão relacionados às rochas armazenadoras e dependem da ausência ou da presença da linha da água, e, ainda, de acordo com as características geológicas são considerados porosos cárstico ou fissural (Figura 02) (TUCCI et al., 2007).

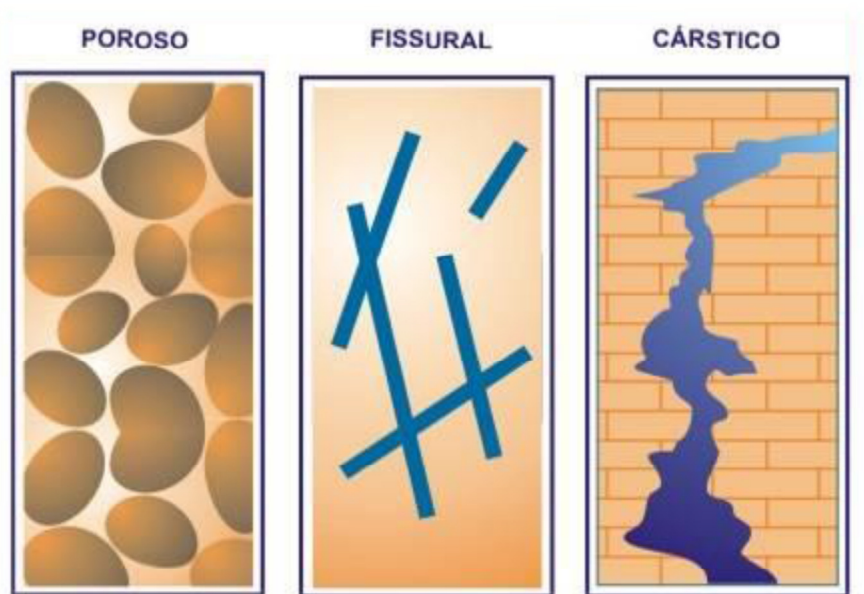


Figura 02 - Tipos de aquíferos de acordo com as características geológicas.  
Fonte: AQUÍFERO GUARANI, 2016.

Tipos de aquíferos de acordo com as características geológicas:

- a) O aquífero poroso incide em rochas sedimentares consolidadas, em sedimentos inconsolidados e solos arenosos decompostos no local; formam os mais importantes aquíferos, pelo grande volume de água que armazenam, e por sua ocorrência em grandes áreas como as bacias sedimentares e em todas as

várzeas onde se acumularam sedimentos arenosos. Uma particularidade desse tipo de aquífero é a sua porosidade, quase sempre homogeneamente distribuída em todas as direções, permitindo que a água escoe para qualquer direção, em função tão somente dos diferenciais de pressão hidrostática ali existente.

b) Os aquíferos fraturados ou fissurados ocorrem em rochas ígneas e metamórficas. A capacidade dessas rochas em acumular água está relacionada à quantidade de fraturas, suas aberturas e intercomunicação. Há exemplo desses aquíferos aqui no Brasil, e sua importância está muito mais em sua localização geográfica, do que na quantidade de água armazenada. Poços perfurados nesses tipos de rochas fornecem poucos metros cúbicos de água por hora. Nesses aquíferos, a água só pode fluir onde houver fraturas, as quais, quase sempre, tendem a ter orientações preferenciais, significando que certas propriedades físicas, como dureza, resistência mecânica, refração da luz, por exemplo, dependem da direção em que são medidas.

c) Quanto aos aquíferos cársticos são formados em rochas carbonáticas. Constituem um tipo peculiar de aquífero fraturado, em que as fraturas, devido à dissolução do carbonato pela água, podem atingir aberturas muito grandes, criando, neste caso, verdadeiros rios subterrâneos (BORGHETTI et al., 2010).

Os aquíferos desempenham importantes papéis na natureza e cumprem várias funções. Através deles os cursos de águas superficiais são mantidos estáveis e o transbordamento de água é evitado por meio da absorção da água da chuva.

### **3.6 Padrão de potabilidade da água**

Historicamente, água pura era considerada aquela limpa, clara, de bom sabor e sem odor; durante séculos a qualidade da água não foi considerada fator limitativo, embora aspectos como aparência, sabor e odor fossem considerados principais influenciadores da escolha da fonte. As pessoas não relacionavam a água impura às doenças e não dispunham de tecnologia e conhecimento necessários para distinguir que a estética agradável não garantiria a ausência de microrganismos prejudiciais à saúde (YAMAGUCHI et al., 2013).

Água potável é a água própria para consumo humano e animal e que não possui substâncias tóxicas que trazem riscos de se adquirir doenças por contaminação. O tratamento de água visa reduzir a concentração de poluentes até o ponto em que não apresentem riscos para a saúde pública (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011).

A água, considerada fonte de saúde, pode veicular um elevado número de doenças por diferentes maneiras. O mecanismo de transmissão de doenças mais comum está diretamente relacionado à ingestão de água de má qualidade, que contenha componentes nocivos à saúde, e a presença desses componentes no organismo humano provoca o aparecimento de diversos tipos de doenças (BRASIL, 2006).

Toda água encontrada na natureza possui uma série de impurezas que definem suas características físicas, químicas e biológicas. Essas impurezas podem torná-la imprópria para o consumo humano. Assim, o conceito de “água pura” é hipotético, uma vez que apresenta elevada capacidade de dissolução e transporte e, em seu percurso, superficial ou subterrâneo, incorpora um grande número de substâncias que, em excesso, podem comprometer quem faz seu uso (BRASIL, 2006).

Na definição da Organização Mundial de Saúde (2009 apud BASTOS et al., 2006), a água segura para o consumo humano é aquela que não apresenta risco significativo à saúde humana durante o consumo por toda vida, incluindo as condições inerentes a cada estágio de vida.

Os parâmetros microbiológicos, físicos, químicos e radioativos que atendam aos padrões de potabilidade no Brasil são fixados pela Portaria 2.914/2011 do Ministério da Saúde, atualmente revisada, tendo como principal referência e influência para a sua periódica atualização as diretrizes da Organização Mundial de Saúde (OMS); na referida portaria, padrão de potabilidade corresponde aos valores máximos permitidos (VMP - concentrações limites), estabelecidos para cada parâmetro, das características das águas destinadas ao consumo humano aceito pela saúde pública (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011).

Os valores máximos permitidos também são fixados pela OMS através de peritos, que pesquisam a influência de cada substância e produto no homem e nos animais, definindo assim, a quantidade que pode ser absorvida diariamente, a ingestão diária tolerável (IDT) ou dose diária admissível (DDA), sem riscos para a saúde (CEBALLOS et al., 2006).

Na visão da OMS incorporada à Portaria 2.914/2011 do MS, os riscos à saúde impostos pelas substâncias químicas (de longo prazo, algumas vezes não muito bem fundamentados do ponto de vista toxicológico e epidemiológico) não podem ser comparados aos riscos microbiológicos de transmissão de doenças (de curto prazo, inquestionáveis e de grande impacto que devem receber prioridade absoluta) (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011).

### **3.7 Parâmetros físicos, químicos e biológicos da qualidade de água**

No Brasil, as principais doenças relacionadas à água ocorrem pela falta de esgotamento sanitário ou ineficiência no tratamento ou forma inadequada ou insegura de obtenção de água para consumo humano. Observa-se que a Portaria nº 2.914/2011 do MS, em seu art. 4º, estabelece que toda água destinada ao consumo humano, independente da forma de acesso da população, está sujeita à vigilância de sua qualidade pelos órgãos públicos 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 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011).

Para tanto, os parâmetros de padrão de potabilidade da qualidade da água a serem adotados devem se constituir em análises físicas, químicas e microbiológicas; alguns desses parâmetros constam na Portaria do MS, acima citada, a qual estabelece que a água produzida e distribuída para o consumo humano deve ser controlada. O tema é tratado também na Resolução Conama nº 396/08 que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências, além de indicar que tais águas são utilizadas para consumo humano por meio de sistemas de abastecimento alternativo como: cor, turbidez, pH, coliformes, entre outros. Estas estão sujeitas a critérios de qualidade, de acordo com a classe à qual pertence (SILVA et al., 2014).

### 3.7.1 Os parâmetros físicos

#### 3.7.1.1 Temperatura

A temperatura é a medida da intensidade de calor expresso em uma determinada escala. Uma das escalas mais usadas é grau centígrado ou grau Celsius (°C). Pode influenciar nas propriedades da água como, por exemplo, a viscosidade, a densidade e o oxigênio dissolvido. Também interfere na manutenção da vida aquática (BRASIL, 2014).

#### 3.7.1.2 pH

A sigla pH significa potencial hidrogeniônico e indica o teor de íons hidrônio ( $H_3O^+_{(aq)}$ ) livres por unidade de volume da solução. Representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do meio líquido mediante a medição da presença de íons hidrogênio  $H^+$ . Para a adequada manutenção da vida aquática, o pH deve situar-se geralmente na faixa de 6 a 9 (GASPAROTTO, 2011).

#### 3.7.1.3 Oxigênio

O oxigênio dissolvido é o oxigênio molecular ( $O_2$ ) dissolvido na água. Sua concentração nos cursos d'água depende da temperatura, da pressão atmosférica, da salinidade, das atividades biológicas, de características hidráulicas e, de forma indireta, de interferências antrópicas, como o lançamento de efluentes nos cursos d'água. O OD tem como unidade utilizada o mg/L (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2012).

#### 3.7.1.4 Sólidos Totais Dissolvidos – STD

Os sólidos nas águas, em saneamento, correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. São essas matérias que definem as diversas frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis). Nas águas naturais, os sólidos dissolvidos estão constituídos principalmente por carbonatos, bicarbonatos, cloretos, sulfatos, fosfatos, nitratos de cálcio, magnésio e potássio (GASPAROTTO, 2011).

#### 3.7.1.5 Turbidez

Turbidez, característica física da água, decorrente da presença de substâncias em suspensão, representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, que lhe causa a aparência de turbidez esteticamente indesejável e potencialmente perigosa, pois pode prejudicar a fotossíntese das algas e plantas aquáticas submersas (PIVELI; KATO, 2010).

#### 3.7.1.6 Condutividade

Condutividade elétrica é uma medida de uma solução aquosa que conduz corrente elétrica devido à presença de íons. Na legislação do Brasil não existe um limite superior desse parâmetro tido como aceitável. Essa propriedade depende expressivamente da temperatura, varia com a concentração total de substâncias ionizadas dissolvidas na água, com a mobilidade dos íons, com a valência dos íons e com as concentrações real e relativa de cada íon (GASPAROTTO, 2011).

#### 3.7.1.7 Resistividade

Resistividade eléctrica ou resistência eléctrica específica é uma medida da oposição de um material ao fluxo de corrente eléctrica, que, quanto mais baixa for a resistividade, mais facilmente o material permite a passagem de uma carga eléctrica. Tem como unidade no Sistema Internacional - SI o ohm metro ( $\Omega\text{m}$ ) (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2012).

### 3.7.2 Os parâmetros químicos

#### 3.7.2.1 Salinidade

Salinidade, medida da quantidade de sais existentes em massas de água naturais, como o oceano, lago, estuário ou um aquífero, e está relacionada ao conteúdo de sais dissolvidos em uma dada quantidade de água. Atualmente a unidade utilizada para essa medida é g/kg, que equivale a partes por mil, cujo símbolo é ‰ (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2012).

#### 3.7.2.2 Chumbo total

Conhecido e usado desde a antiguidade. Suspeita-se que esse metal já fosse trabalhado há 7.000 anos, utilizado pelos egípcios sendo parte de ligas metálicas devido às suas características, e pelos romanos como componentes de tintas e cosméticos. Metal pesado (densidade relativa de 11,4 a 16 °C), de coloração branco-azulada, tornando-se acinzentado quando exposto ao ar. O chumbo pode ser encontrado na água potável através da corrosão de encanamentos de chumbo. O chumbo não apresenta nenhuma função essencial conhecida no corpo humano (BRASIL, 2014).

#### 3.7.2.3 Cálcio

Elemento químico com importante utilização industrial, na forma de carbonatos e fluoretos, como é comumente encontrado na natureza. Devido a sua alta reatividade o cálcio não é encontrado em forma pura; para uso em laboratório, deve ser isolado por processos químicos. Elemento essencial para todos os seres vivos, um dos elementos metálicos mais abundantes no corpo humano. Ele é vital para o crescimento e manutenção dos ossos e dos dentes e ajuda na coagulação do sangue e na contração muscular (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL, 2012).

#### 3.7.2.4 Sódio



Metal alcalino, o sódio é um elemento químico essencial de símbolo Na. Em temperatura ambiente fica em estado sólido, macio, untuoso, de coloração branca, ligeiramente prateada. É muito abundante na natureza, encontrado no sal marinho e no mineral halita. (RUPPENTHAL, 2013).

#### 3.7.2.5 Cádmio total

O cádmio é um metal pesado que produz efeitos tóxicos nos organismos vivos, mesmo em concentrações muito pequenas. A exposição ao cádmio nos humanos ocorre geralmente através de duas fontes principais: a primeira é por via oral (por água e ingestão de alimentos contaminados), e a segunda por inalação. Os fumantes são os mais expostos ao cádmio porque os cigarros contêm esse elemento. O cádmio se apresenta nas águas naturais devido às descargas de efluentes industriais, principalmente as galvanoplastias. Ocorre na forma inorgânica, pois seus compostos orgânicos são instáveis. Além dos malefícios já mencionados, é um irritante gastrointestinal, causando intoxicação aguda ou crônica sob a forma de sais solúveis. É também usado como inseticida. Seu padrão de potabilidade é fixado pela Portaria 2.914/11 (MS) em 0,005 mg/L (RUPPENTHAL, 2013).

#### 3.7.2.6 Magnésio

Pertencente à família dos metais alcalino-terrosos, o magnésio é o elemento químico que possui o símbolo Mg e se localiza no grupo 2 A da Tabela Periódica dos elementos, número atômico 12 (12 prótons e 12 elétrons) e disponibiliza a massa atômica de 24 u. É sólido nas condições ambientes, constitui o sexto elemento mais abundante na crosta terrestre (2,76%) e o terceiro no mar. Na superfície da Terra está presente na forma mineral e pode ser extraído de minerais rochosos, como: dolomita, olivina, magnesita e serpentina. No mar, encontra-se dissolvido na água dos oceanos (BRASIL, 2014).

#### 3.7.2.7 Potássio

Metal de menor densidade. Bom condutor de calor e eletricidade. É o sétimo mais abundante dos elementos na crosta terrestre, contribuindo com 2,6% do seu total. A maior parte do potássio está presente em minerais tais como a muscovite, feldspatos, que são insolúveis em água, tornando difícil a obtenção do potássio a partir deles. O potássio é um elemento essencial não só para a vida vegetal como para a animal. No metabolismo das plantas, o potássio é absorvido do solo na forma de tartaratos e de oxalatos que, por sua

vez, podem ser convertidos em carbonatos quando as plantas são queimadas. Tanto um excesso como uma redução excessiva de potássio no organismo podem ser fatais (LACERDA; ROESER, 2014).

#### 3.7.2.8 Ferro Total

O ferro, elemento químico encontrado principalmente em águas subterrâneas devido à dissolução do minério pelo gás carbônico da água, conforme a reação:  $\text{Fe} + \text{CO}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{FeCO}_3$ . O carbonato ferroso é solúvel e frequentemente é encontrado em águas de poços contendo elevados níveis de concentração de ferro. Em águas superficiais, o nível de ferro aumenta nas estações chuvosas devido ao carreamento de solos, os processos de erosão, como também os efluentes industriais. Embora o ferro não se constitua em um tóxico, traz diversos problemas para o abastecimento público de água. Confere cor e sabor à água, também traz o problema do desenvolvimento de depósitos em canalizações, provocando a contaminação biológica da água na própria rede de distribuição. Por esses motivos, o ferro constitui-se em padrão de potabilidade, tendo sido estabelecida a concentração limite de 0,3 mg/L na Portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde. (LACERDA; ROESER, 2014).

#### 3.7.2.9 Cobre total

O cobre, quando em concentrações elevadas, é prejudicial à saúde e confere sabor às águas, ocorre geralmente nas águas em concentrações inferiores a 20 µg/L, no entanto, concentrações de 5 mg/L tornam a água absolutamente impalatável, devido ao gosto produzido. Em pequenas quantidades, o cobre é até benéfico ao organismo humano, catalisando a assimilação do ferro e seu aproveitamento na síntese da hemoglobina do sangue, facilitando a cura de anemias. Quando aplicado em sua forma de sulfato de cobre,  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ , em dosagens de 0,5 mg/L é um poderoso algicida. O *Water Quality Criteria* indica a concentração de 1,0 mg/L de cobre como máxima permissível para águas reservadas para o abastecimento público (RUPPENTHAL, 2013).

#### 3.7.2.10 Zinco total

O zinco é também bastante utilizado na forma de sais tais como cloreto, sulfato, cianeto e em galvanoplastias na forma metálica. A presença de zinco é comum nas águas naturais. É um elemento essencial para o crescimento, porém, em concentrações acima de 5,0 mg/L, confere sabor à água e uma certa opalescência a águas alcalinas. Os efeitos

tóxicos do zinco sobre os peixes são muito conhecidos, assim como sobre as algas. A ação desse íon metálico sobre o sistema respiratório dos peixes é semelhante à do níquel, a seguir citada (PERPETUO, 2014).

#### 3.7.2.11 Níquel total

Não existem muitas referências bibliográficas quanto à toxicidade do níquel; todavia, assim como para outros íons metálicos, é possível mencionar que, em soluções diluídas, esse elemento pode precipitar a secreção da mucosa produzida pelas brânquias dos peixes. O níquel é também utilizado em galvanoplastias. Estudos recentes demonstram que é carcinogênico. Esse elemento complexado (níquelcianeto) é tóxico quando em baixos valores de pH. Concentrações de 1,0 mg/L desse complexo são tóxicas aos organismos de água doce (SILVA; MILEN JÚNIOR, 2010).

#### 3.7.2.12 Manganês total

O manganês e o ferro têm um comportamento muito semelhante nas águas nos diversos aspectos, sendo que a ocorrência do manganês é mais rara. O mesmo desenvolve coloração negra na água, podendo-se se apresentar nos estados de oxidação  $Mn^{+2}$  (forma mais solúvel) e  $Mn^{+4}$  (forma menos solúvel). A concentração de manganês menor que 0,05 mg/L geralmente é aceitável em mananciais, devido ao fato de não ocorrerem, nessa faixa de concentração, manifestações de manchas negras ou depósitos de seu óxido nos sistemas de abastecimento de água (COSTA, 2010).

#### 3.7.2.13 Nitrogênio - Nitratos

Amônia, nitrito, nitrato e nitrogênio orgânico constituem as diversas formas do elemento nitrogênio que tem como principal fonte o esgoto sanitário, os fertilizantes e os efluentes industriais, seu valor máximo permitido de nitrato (como N) na água potável é 10 mg/L, de amônia (como  $NH_3$ ) é 1,5 mg/L e do nitrito (como N) 1 mg/L. O nitrogênio, representa 78% da atmosfera terrestre, embora as rochas da superfície terrestre constituam também a fonte primária de nitrogênio, grande parte dele é encontrado no solo e provém de materiais orgânicos mortos, nos quais existe sob a forma de compostos orgânicos complexos, tais como proteínas, aminoácidos, ácidos nucleicos e nucleotídeos (BRASIL, 2014).

#### 3.7.2.14 Alcalinidade carbonada e bicarbonada

A alcalinidade total da água dependendo da presença de sais de ácidos fracos, carbonatos, dos bicarbonatos em solução e hidróxidos, ocasionalmente dos silicatos e fosfatos, indicando, na verdade, a presença maior ou menor de sais dissolvidos ou não. Em águas naturais brutas, normalmente a alcalinidade é identificada sob a forma de alcalinidade de bicarbonatos (pH de 4,4 a 8,3) e/ou de carbonatos, (pH até 9,4). A maioria das águas naturais apresenta valores de alcalinidade na faixa de 30 a 500 mg/L de CaCO<sub>3</sub> (BRASIL, 2014).

#### 3.7.2.15 Cloretos

A apresentação do cloreto nas águas subterrâneas é um ânion Cl<sup>-</sup>. Elemento que fornece sabor salgado à água e possui propriedades laxativas, geralmente derivado da dissolução de minerais, os cloretos de águas naturais resultam da lixiviação das rochas e dos solos com as quais as águas contatam, e nas zonas costeiras, da intrusão salina; também tem origem antropogênica dos esgotos domésticos ou industriais; o valor máximo permitido, segundo a Portaria 2.914/11, para água potável é 250 mg/L (COSTA, 2010).

#### 3.7.2.16 Cromo total

Metal pesado de símbolo Cr é pertencente ao grupo VI b da tabela periódica, sendo um metal branco, lustroso, duro e quebradiço, de densidade 7,19(g/cm<sup>3</sup>) -1 e ponto de fusão 1900°C. Se elevado a temperaturas altas pode se ligar diretamente aos halogênios, enxofre, silício, boro, nitrogênio, carbono e oxigênio. O cromo VI pode ser encontrado em várias formas como: cromato (CrO<sub>4</sub><sup>-2</sup>), dicromato (Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>-2</sup>) ou trióxido de cromo (CrO<sub>3</sub>). São ótimos oxidantes em pH ácido (COSTA, 2010).

Instalações que afetam as condições naturais do solo e das águas subterrâneas, a exemplo dos cemitérios, são classificadas como atividades com risco de contaminação ambiental, porém o solo em que estão instalados funciona como um filtro das impurezas depositadas sobre ele. Mesmo com o processo de decomposição dos corpos que liberam diversos metais oriundo do organismo humano, sem falar nos diferentes utensílios que acompanham o corpo e o caixão em que ele é sepultado. O principal contaminante na decomposição dos corpos é um líquido conhecido como necrochorume, de aparência viscosa e coloração castanho-acinzentada, contendo aproximadamente 60% de água, 30% de sais minerais e 10% de substâncias orgânicas degradáveis (ANJOS, 2013).

### 3.8 Cemitérios e a questão ambiental

A maior parte dos cemitérios existentes, segundo Üçisik e Rushbrook (1998) foi construída sem a preocupação com riscos para o ambiente e para a comunidade. Sua localização geralmente era definida por circunstâncias culturais e religiosas. Na Idade Média, os ricos eram enterrados dentro das igrejas e os pobres em valas comuns nos terrenos laterais, sendo que muitas vezes as valas ficavam permanentemente abertas, local em que a população transitava, fazia comércio, namorava, brincava e participava de festas (COMBINATO; QUEIROZ, 2006).

Sabe-se que os cemitérios devem ser vistos como uma fonte potencial de poluentes, que afetam principalmente os corpos de água superficiais e subterrâneos, podendo ser responsáveis por surtos de doenças de veiculação hídrica (ÜÇISIK; RUSHBROOK, 1998). Vale ressaltar que o material do caixão onde foi depositado o corpo, confeccionado com tintas, madeira, plásticos e metais, deve ser valorizado como fonte de contaminação tanto quanto o processo de decomposição e putrefação do corpo, em relação aos riscos de contaminação ambiental (DENT et al., 2004).

A ineficiência da gestão de resíduos produzida pelos cemitérios é outra grande ameaça, pois materiais utilizados como os restos de caixões, as vestimentas que envolvem os corpos os corpos, geralmente, são depositados nas proximidades das áreas de sepultamento e, em contato com a água da chuva, podem fazer com que diversas substâncias indesejáveis se infiltrem no solo e, também, atinjam as fontes hídricas (KEMERICH et al., 2012).

O estudo da decomposição de corpos humanos aponta várias fases de destruição dos tecidos por bactérias e enzimas. A primeira fase, que dura três a quatro semanas, é a de desenvolvimento de gases que causam a ruptura de órgãos e tecidos. A segunda fase, com duração média de três anos, é a de dissolução das partes moles pela fauna necrófaga, que gera um líquido escuro. A terceira fase é a de esqueletização (SARAIVA, 2010).

Os corpos, a depender da massa corporal, liberam de 30 a 40 litros de necrochorume que, entre os seus constituintes, destacam-se a putrecina e a cadaverina, dois venenos para os quais não se dispõem de antídotos eficientes. Segundo Saraiva (2010), com o tempo e sob condições favoráveis, o necrochorume decompõe-se e se torna inofensivo, dependendo da capacidade de depuração do meio.

Saraiva (2010) chama a atenção, ainda, para as condições geológicas tais como aquífero semiaflorante, em que os elementos químicos e microbiológicos provenientes do necrochourume atingem as águas contaminando-as.

Para Carneiro (2009, p. 14), há um aumento da carga orgânica no meio ambiente, provocada pela contaminação por necrochorume,

[...] que desencadeia uma série de alterações prejudiciais à harmonia do ecossistema, ou pode ser ainda pela disseminação de microrganismos

patogênicos como vírus e bactérias. Por ser mais denso que a água, o necrochorume quando atinge o aquífero subterrâneo migra para sua parte inferior até atingir a camada impermeável. A partir daí, parte dele pode seguir o fluxo da água ou pode escoar por gravidade sobre o substrato impermeável do aquífero (CARNEIRO, 2009, p. 14).

Estudo realizado por Silva e Malagutti Filho (2011) alerta sobre o grau de risco de contaminação, conservação, pela integridade do túmulo, a profundidade da cova em que são enterrados os corpos e a altura do lençol freático, conforme esboço abaixo (Figura 03).

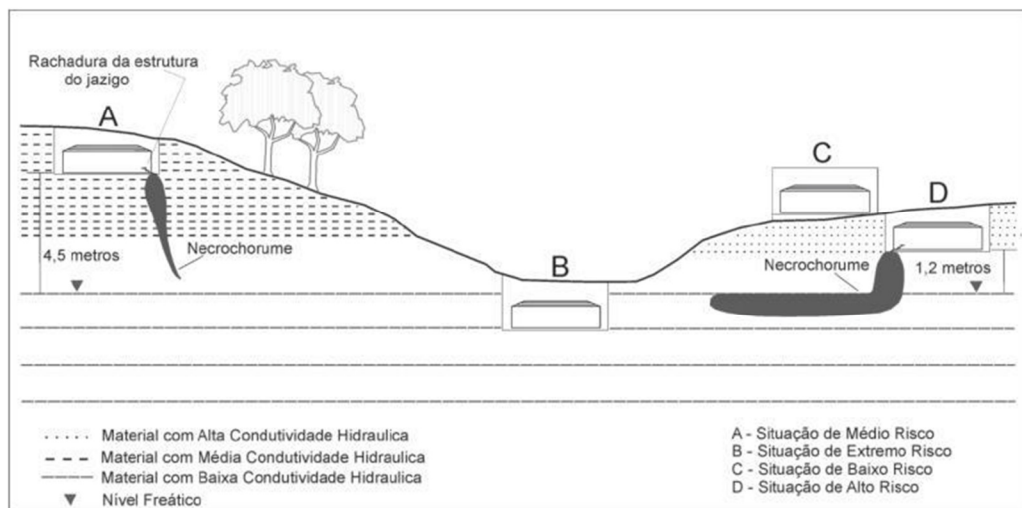


Figura 03 - Modelo de risco à contaminação do aquífero freático.

Fonte: SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2010, p. 4, modificado.

Os autores Silva e Malagutti (2010) também observaram que a falta de condições favoráveis à percolação do necrochorume se constitui em problema a ser observado, assim como as condições favoráveis à ocorrência da saponificação, que provoca a expansão lateral da pluma contaminante dos líquidos da putrefação.

Considerando que o necrochorume gerado pela decomposição dos corpos humanos apresenta uma carga poluidora elevada e, estando os corpos depositados em locais inapropriados, o mesmo poderá atingir e contaminar o solo e os recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Esse problema é ainda maior quando as necrópoles se localizam em áreas de vulnerabilidade considerável e a população do entorno faz uso direto dos recursos hídricos sob a influência do mesmo, estando, assim, sujeita a doenças de veiculação hídrica (KEMERICH et al., 2012).

### 3.9 Cemitérios e a legislação brasileira

Até o ano de 2003 não havia nenhuma legislação específica ou norma técnica regulamentando a implantação e a operação de cemitérios em relação a parâmetros ambientais e sanitários (SILVA; MALAGUTTI FILHO, 2011).

A exigência de processo de licenciamento ambiental para a implantação de cemitérios para restos humanos só foi contemplada por normatização a partir da publicação da Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) nº 335, de 03 de abril de 2003, a qual foi reformulada em 28 de março de 2006, com a Resolução nº 368, do mesmo órgão. Algumas falhas detectadas nessas normatizações fizeram com que fossem feitas alterações posteriores, como as que determinam que os cemitérios instalados antes da vigência da Resolução nº 335 devem se adaptar às suas regras, sendo que os órgãos estaduais e municipais de meio ambiente deverão estabelecer, até dezembro de 2003, os critérios para a adequação, conforme menciona o artigo 11, cuja redação foi dada pela Resolução CONAMA nº 402, de 17 de novembro de 2008 (FOFONKA; KUNT, 2006). Para permeabilidades maiores, é necessário que o nível inferior dos jazigos esteja dez metros acima do nível do lençol freático (BRASIL, 2011).

O perímetro e o interior do cemitério deverão ser providos de um sistema de drenagem adequado e eficiente, destinado a captar, encaminhar e dispor, de maneira segura, o escoamento das águas pluviais e evitar erosões, alagamentos e movimentos de terra. Na Resolução nº 402 do CONAMA, citada acima, fica proibida a instalação de cemitérios em áreas de preservação permanente ou em outras áreas que exijam desmatamento de Mata Atlântica primária ou secundária, em estágio médio ou avançado de regeneração, também em terrenos predominantemente cáusticos, que tenham cavernas, sumidouros ou rios subterrâneos, em áreas de manancial para abastecimento humano, bem como naquelas que tenham seu uso restrito pela legislação vigente ressalvada as exceções legais previstas (BRASIL, 2011).

Com as leis em vigor, estabelecendo critérios de proteção ambiental, já se percebe que nos cemitérios construídos mais recentemente, o risco de contaminação é bem menor. Desde 2003, a legislação estipula, entre outros itens, que não podem ocupar áreas de preservação ambiental, nem terrenos sob os quais o lençol freático passa a menos de 5 m de profundidade, além de dispor sobre normas para construção dos jazigos a fim de evitar a infiltração do necrochorume no solo (CHRISTANTE, 2011).

É a realização do Estudo de Impacto Ambiental – EIA e a elaboração do Relatório de Impacto Ambiental – RIMA que condicionam as normas que amenizam os impactos causados pelos cemitérios no meio ambiente. Para que o relatório seja fornecido, é feito o estudo prévio de viabilidade, identificando as condições do local, tipo de solo, localização e profundidade do lençol freático. Além disso, a obra deve ser feita verificando outros fatores de importância que o terreno em questão necessite, para a implantação de um cemitério (FOFONKA; KUNT, 2006).

Os cemitérios implantados e em funcionamento antes de 2003 (a grande maioria), que geralmente não se adequavam às novas exigências, que foi regulamentado pela

Resolução CONAMA nº 402, de 17 de novembro de 2008, que alterou os artigos 11 e 12 da Resolução nº 335, de 03 de abril de 2003, dando a seguinte redação:

Art. 11. Os órgãos estaduais e municipais de meio ambiente deverão estabelecer até dezembro de 2010 critérios para adequação dos cemitérios existentes em abril de 2003.

Art. 12. O Plano de Encerramento das atividades deverá constar do processo de licenciamento ambiental, nele incluindo medidas de recuperação da área atingida e indenização de possíveis vítimas. (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2008).

O perímetro e o interior do cemitério deverão ser providos de um sistema de drenagem adequado e eficiente, destinado a captar, encaminhar e dispor, de maneira segura, o escoamento das águas pluviais e evitar erosões, alagamentos e movimentos de terra (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2003).

No Estado de Sergipe, a Administração Estadual do Meio Ambiente (ADEMA) regulamentou a implantação e operacionalização de cemitérios no estado, através da Resolução CEMA Nº 33/2014 de 25 de julho de 2014, que obedece às normas brasileiras e detalha os requisitos mínimos para implantação de novos cemitérios. Essa norma, dentre outras regulamentações, veta o uso de material impermeável em túmulos e caixões e prevê a implantação de sistemas de poços para monitoramento das águas subterrâneas.

Merece destaque o artigo 10, § 1º: “Fica proibida a implantação de cemitérios em áreas úmidas e em terrenos sujeitos à inundação permanente ou eventual e no interior de Unidades de Conservação de proteção integral.” (SERGIPE, 2014). A norma sergipana prevê as mesmas exigências para os cemitérios de animais de pequeno porte.

### **3.10 Influência da proximidade de poços rasos, cemitérios clandestinos e esgotamentos sanitários**

As águas subterrâneas são fundamentais para o abastecimento público no Brasil (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE ÁGUAS, 2012). A população, de um modo geral, precisa de uma fonte segura e sustentável de água potável, pois dados recentes indicam que 748 milhões de pessoas não possuem acesso às instalações sanitárias adequadas (WORLD HEALTH ORGANIZATION/ UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND , 2014).

A condição exposta acima causa diversos problemas de saúde pública, uma vez que a falta de saneamento e água de qualidade podem levar a morte. No mundo, as doenças de veiculação hídrica representam a segunda causa de morte de crianças menores de cinco anos, matando 1400 todos os dias (WORLD HEALTH ORGANIZATION/ UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND , 2014).



O conceito de que água potável e saneamento básico são essenciais para a saúde não é recente, Hipócrates, em 350 a.C., já recomendava ferver a água para inativar as impurezas e diminuir a incidência de doenças. Na Europa Central e Estados Unidos, em que o saneamento básico é quase universal, as consideradas doenças de veiculação hídrica foram diminuídas significativamente no século XX, devido à proteção das fontes de água e instalação de sistemas de esgotamentos sanitários. Porém, nos países em desenvolvimento, os serviços de água e esgoto ainda são deficitários resultando em milhões de mortes decorrentes de doenças que poderiam ser evitáveis (MONTGOMERY; ELIMELECH, 2007).

A água utilizada para diversas finalidades é indispensável para todos os seres vivos, especialmente para a manutenção da vida no planeta. Porém, nas últimas décadas, o crescimento populacional contribuiu significativamente para a aceleração do crescimento de áreas urbanas, muitas vezes sem quaisquer infraestruturas urbanísticas e de saneamento, conseqüentemente, levando a um aumento da demanda por água potável e para outras formas de uso (TARDOCCHI, et al 2014).

Água potável pode ser definida como aquela que reúne características que a coloca na condição própria para o consumo humano. Porém, ela deve estar livre de qualquer tipo de contaminação, cujos parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e radioativos atendam ao padrão de potabilidade e não ofereçam riscos à saúde, definido pelos valores máximos permissíveis estabelecidos pela Portaria nº 518 do Ministério da Saúde, garantindo com segurança, o fornecimento de água tratada de boa qualidade com concentrações mínimas de constituintes, conhecidos por serem perigosos à saúde (TARDOCCHI, et al., 2014).

Nos países em desenvolvimento, o abastecimento público de água na maioria das vezes não fornece água com qualidade para o consumo humano, seja pela operacionalização não confiável ou falta de manutenção nas estações de tratamento de água ou ainda pela contaminação secundária durante a coleta, transporte e armazenamento da mesma (GOMES et al., 2009).

Uma pesquisa nacional de saneamento básico, de 2008 (IBGE, 2010), aponta que 33 municípios brasileiros não possuem rede de abastecimento de água, e quanto ao sistema de esgotamento sanitário é ainda mais preocupante, quando identificado que em 2.495 municípios falta rede coletora de esgoto em toda Unidade da Federação, a qual deixa de atender um contingente populacional, considerando apenas os municípios sem rede coletora, de aproximadamente 34,8 milhões de pessoas. A Figura 04 mostra o caso onde existe uma fossa negra (séptica) próxima ao poço. Pode-se observar que o esgoto despejado na fossa está se infiltrando no solo e atingindo o lençol freático, esse é o exemplo da maioria das casas pesquisadas na ZEU, local desta pesquisa.

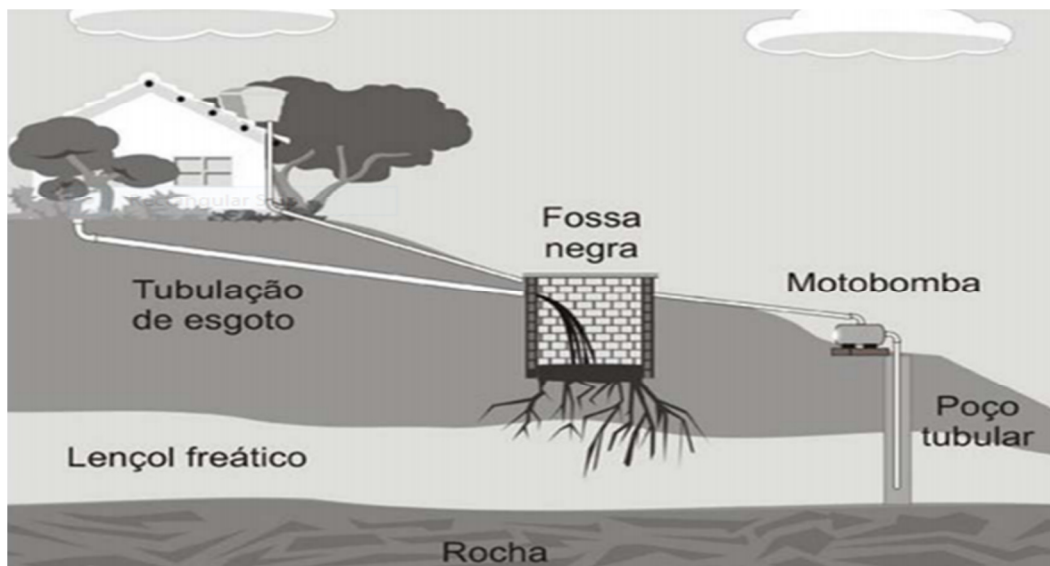


Figura 04. Exemplo de infiltração de esgoto no lençol freático.  
Fonte: RIBEIRO (2008).

Observa-se que em algumas áreas, a geração de práticas inadequadas referentes à disposição do lixo e do esgoto contribuem para a contaminação das fontes de água superficiais e subterrâneas. No Brasil, 80% dos esgotos são lançados em corpos d'água sem qualquer tratamento; destes 85% são esgotos domésticos e 15% esgotos industriais. Em áreas urbanas, a elevada densidade populacional produz alto volume de esgoto, e em cidades desprovidas de sistema de esgotamento sanitário eficiente, as águas subterrâneas podem ser contaminadas por meio da infiltração oriunda de fossas e pelo escoamento superficial da água da chuva em contato com o esgoto lançado a céu aberto (CALHEIROS; OLIVEIRA, 2005).

Associada à falta de um abastecimento de água e esgotamento sanitário adequado, a dinâmica ocupacional dos centros urbanos tem elevado o crescimento das cidades, e os cemitérios passaram a estar inseridos, novamente, no meio urbano, com o agravante de que, muitas vezes, não dispõem de uma instalação adequada, com falhas de manutenção e operação, não impedindo totalmente a contaminação do solo e da água, fato este que representa risco para a saúde das pessoas das regiões sob sua influência, o que implica expor a população ao consumo das águas subterrâneas contaminadas e que podem desencadear um problema de saúde pública, na medida em que a água é um veículo importante de disseminação de doenças (SILVA et al., 2014).

Nas localidades onde os mananciais subterrâneos são recursos naturais utilizados tradicionalmente para abastecer grande parte da população, e não oferecem acesso à rede pública de abastecimento ou o abastecimento é inadequado, registra-se o crescimento de poços construídos, sem levar em conta critérios técnicos adequados em condições qualitativas básicas de potabilidade. Desse modo, a perfuração de poços com locação inadequada coloca em risco a qualidade das águas subterrâneas, uma vez que gera uma

conexão entre as águas mais rasas, e, portanto, mais suscetíveis à contaminação, com águas mais profundas menos vulneráveis (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2012).

A água, por ser um bem de primeira necessidade, constituindo-se num recurso de uso comum, é utilizada por humanos e animais, servindo para preparo de alimentos, higiene e asseio corporal, limpeza doméstica, descarga de vasos sanitários, entre outros usos importantes. Assim, as cidades que possuem um sistema de tratamento e abastecimento de água potável eficiente tendem a apresentar ambientes mais saudáveis para seus habitantes, colaborando com a manutenção de índices positivos de qualidade ambiental, diminuindo a incidência de doenças de veiculação hídrica, bem como contribuindo direta e indiretamente para a melhoria da qualidade de vida dos seus habitantes (SOTO et al., 2006).

Indicadores importantes de contaminação fecal são as concentrações de coliformes totais e fecais, expressas em número de organismos por 100 ml de água. porém, não é a presença deles na água que representa por si só um perigo à saúde, mas indica a possível presença de outros organismos causadores de problemas. Como exemplo, podem-se citar as bactérias do grupo coliforme, especialmente a *Escherichia coli*, que representam contaminação fecal recente e indicam a possível presença de bactérias patogênicas, vírus entéricos ou parasitas intestinais (AMARAL et al., 2005). Todavia, a maioria das doenças de veiculação hídrica pode ser reduzida, controlada, desde que se possibilite o acesso à água potável (CAPPI et al., 2011).

A área situada no litoral do município de Aracaju possui ainda uma característica urbano/rural, na qual grande parte de seus moradores nativos vive no entorno de áreas sob influência de cemitérios clandestinos e utilizam recursos como água de poços rasos como forma de suprir ou complementar o abastecimento para o consumo humano. A perfuração de poços, sem qualquer tipo de estudo técnico sobre subsolo e potencial de contaminação, segundo levantamentos de campo e observação direta, é uma prática tradicional da população radcada na área, ocorrendo normalmente sem critérios e sem o conhecimento de que a água pode estar contaminada (FRANÇA, 2011).

Os cemitérios são fontes potenciais de impactos ambientais, principalmente quanto ao risco de contaminação das águas subterrâneas e superficiais por bactérias e vírus que proliferam durante os processos de decomposição dos corpos, além das substâncias químicas liberadas. Essa água contaminada, por sua vez, frequentemente acaba sendo utilizada pelas populações vizinhas às necrópoles (KEMERICH et al., 2012).

No estudo da relação saúde e ambiente na zona urbana, é necessário que as causas potenciais sejam buscadas, relacionadas não apenas a alterações da sociedade, mas de um conjunto de fatores, entre os quais se incluem os de localização relativa e vizinhança. Esses fatores podem favorecer a ocorrência de focos de doenças, é o que Beato Filho e Reis (2007) chamam de ambiente de oportunidades que se relacionam com a

ocorrência dos eventos e mantém correlação espacial sendo, portanto, vinculados à base geográfica.

Como os fatores intervenientes estão vinculados às especificidades do lugar, é necessário que sejam feitos estudos sistemáticos voltados para cada área/região específica, para o conhecimento da evolução da ocorrência de doenças em cada lugar e seu diagnóstico atual. Dessa forma, é possível não apenas conhecer o processo que levou ao presente estudo, mas que a situação atual possa ser constantemente monitorada através da atualização periódica dos dados, o que permitirá a análise da situação atual e as tendências futuras a curto, médio e longo prazo. Esse monitoramento permite também que providências sejam tomadas para a solução dos problemas locais e seja feita a avaliação dos resultados obtidos com o desenvolvimento das ações (FERREIRA; LACERDA, 2010).

Para que se possam minimizar as possíveis contaminações nos lençóis freáticos, córregos e poços que, muitas vezes, são utilizados por populações, especialmente em locais em que o abastecimento de água é precário, é importante que as redes como as de água públicas sejam instaladas e que os cemitérios atendam as normas técnicas para evitar que a população utilize água contaminada por microrganismos patogênicos (COSTA, 2007).

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 Tipo de estudo

Estudo descritivo, com metodologia mista quali-quantitativa, com abordagem de dados primários por observação direta e entrevistas com população de moradores que utilizam água de poço raso no entorno dos cemitérios clandestinos da Zona de Expansão de Aracaju- SE (ZEA). Os dados secundários disponíveis ao público, foram coletados através de documentos, para isso se fez uso de várias informações contidas em leis, portarias, protocolos, realizando um aprofundamento da realidade (TRIVIÑOS, 2012).

### 4.2 A área de estudo

A área de estudo é a Zona de Expansão Urbana, localizada na parte Sul do Município de Aracaju, Estado de Sergipe. Esta foi definida pela Lei Municipal de Nº 873, de 01 de outubro de 1982, e tem como limites, o rio Vaza Barris e o canal Santa Maria ao Sul, o Oceano Atlântico a Leste, o município de São Cristóvão a Oeste e ao Norte o bairro Aeroporto (FRANÇA, 2011).

A ZEA corresponde a mais de 40% do território municipal, como mostra a Figura 05, e tem ocupação antiga, embora o processo da divisão das terras e adensamento do uso do solo com edificações tenha iniciado na década de 80 do século XX.

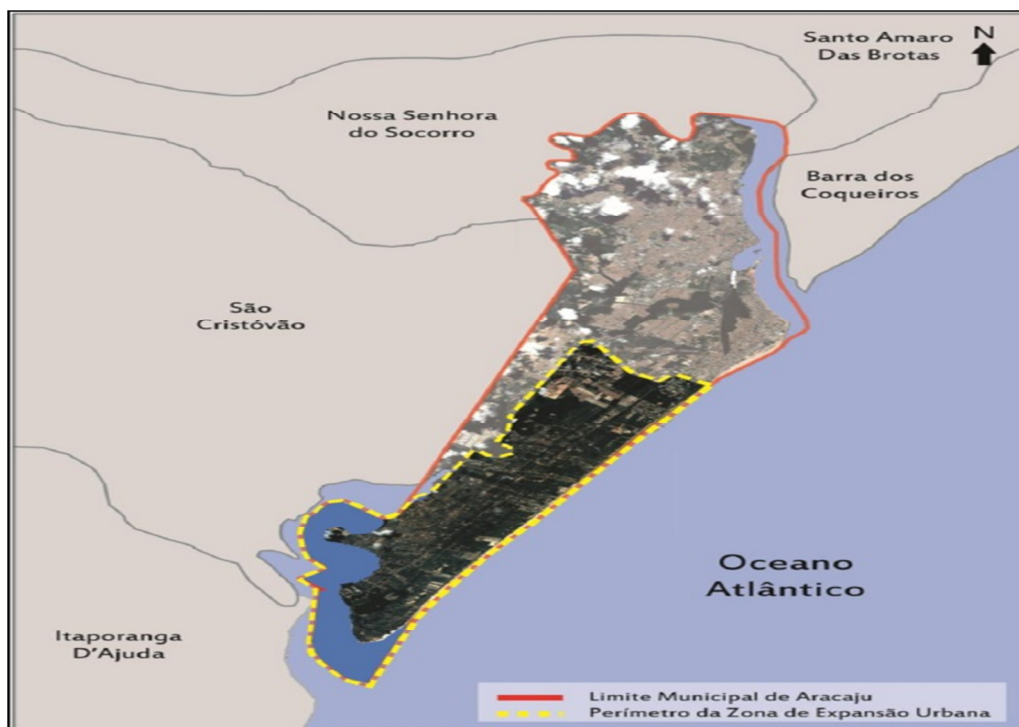


Figura 05: Ortofotocarta de Aracaju com localização da Zona de Expansão Urbana  
Fonte: PMA/SEPLAN. Editado por Sarah França, 2011.

### 4.3 Local da pesquisa

O bairro Areia Branca, que no ano de 2000, foi inserido na ZEA, e classificado como Zona de Adensamento Restrito pelo Plano Diretor do Município, instituído como localidade que apresenta padrão de ocupação disperso e descontínuo, Figura 06.

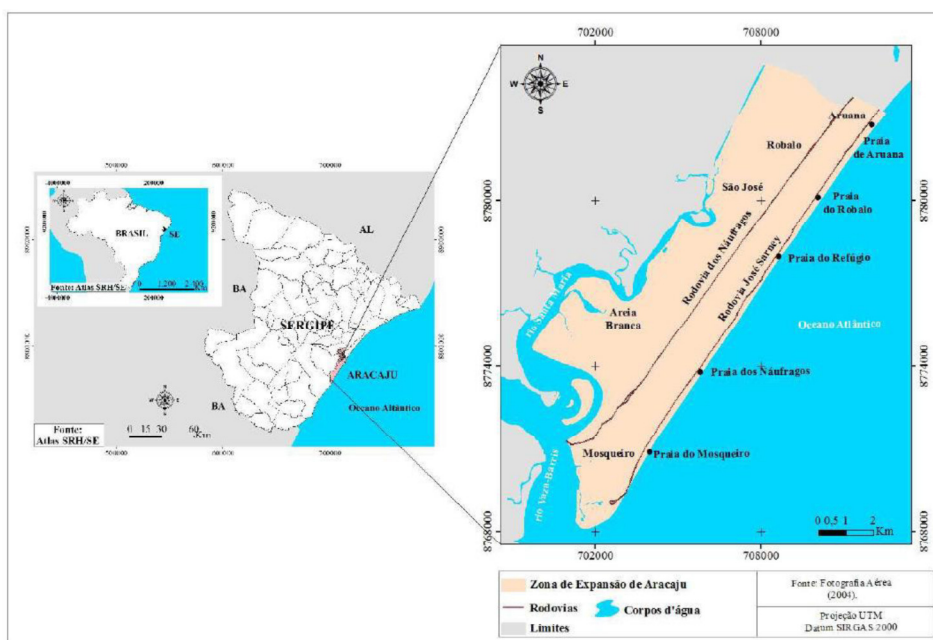


Figura 06 - Mapa de Sergipe capital Aracaju, em destaque para a Zona de Expansão e a localização do bairro Areia Branca.

Fonte: Adaptado por OLIVEIRA (2012).

### 4.4 Procedimentos de amostragem e análise qualitativa das águas dos poços

A escolha das residências para a análise da água foi de acordo com o critério do uso exclusivo de água de poço, e que esse estivesse até 500 metros de distância do cemitério. A amostragem para a realização dos exames foi definida com a seleção de oito residências que atendiam às especificidades, um poço existente dentro do cemitério e um poço controle que ficasse a mais de 15 km de distância dos demais. Foi estabelecida a coleta de cinco amostras de cada poço em períodos secos e chuvosos. As análises foram realizadas no Laboratório de Análise Microbiológico- LAM, e pelo Laboratório de Estudos Ambientais – LEA, ambos no Instituto Tecnológico de Pesquisas – ITP, como mostra a Tabela 01.

As amostras de água coletadas foram armazenadas em caixa térmicas refrigeradas, aproximadamente a 4°C (quatro graus Celsius), e não ultrapassaram seis horas até a chegada ao laboratório, com a finalidade de retardar a ação biológica e a

hidrólise dos compostos químicos e complexos, reduzir a volatilidade dos constituintes e os efeitos de absorção, e preservar os organismos, evitando alterações morfológicas e fisiológicas da água.

Foi utilizada a metodologia que tratou a marcação dos pontos de coleta com mensuração via *Global Positioning System (GPS) Garmin Etrex H 7262*, da localização dos poços para mapeamento. As coordenadas geográficas determinadas em campo foram utilizadas para a marcação dos pontos no mapa. Essas coordenadas foram incorporadas ao Sistema de Informação Geográfica (SIG), adotando o *software* Google Earth (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas) (GOOGLE EARTH, 2016), em banco de dados na projeção UTM apresentada na Tabela 01 e Figura 7.

Tabela 01 - Identificação dos pontos de coleta de água e suas coordenadas geográficas

| PONTO DE LOCALIZAÇÃO | DESCRIÇÃO               | COORDENADAS GEOGRÁFICAS EM UTM |         |
|----------------------|-------------------------|--------------------------------|---------|
|                      |                         | X                              | Y       |
| P1                   | Trav.do cemitério S/N   | 702921                         | 775487  |
| P2                   | Trav.do cemitério Nº75  | 702866                         | 8775489 |
| P3                   | Trav.do cemitério Nº369 | 702911                         | 8775469 |
| P4                   | Trav.do cemitério Nº50  | 702868                         | 8775448 |
| P5                   | Trav.do cemitério S/N   | 703000                         | 8775256 |
| P6                   | Trav.do cemitério Nº871 | 702937                         | 8775175 |
| P7                   | Trav.do cemitério Nº855 | 702925                         | 8775176 |
| P8                   | Trav.do cemitério S/N   | 702930                         | 8775216 |
| P9                   | Cemitério "Maria Rosa"  | 710333                         | 8781526 |
| P10                  | Poço controle (Aruana)  | 702852                         | 8775350 |

**Fonte:** Elaborado pela autora, com dados da pesquisa de campo, 2016.

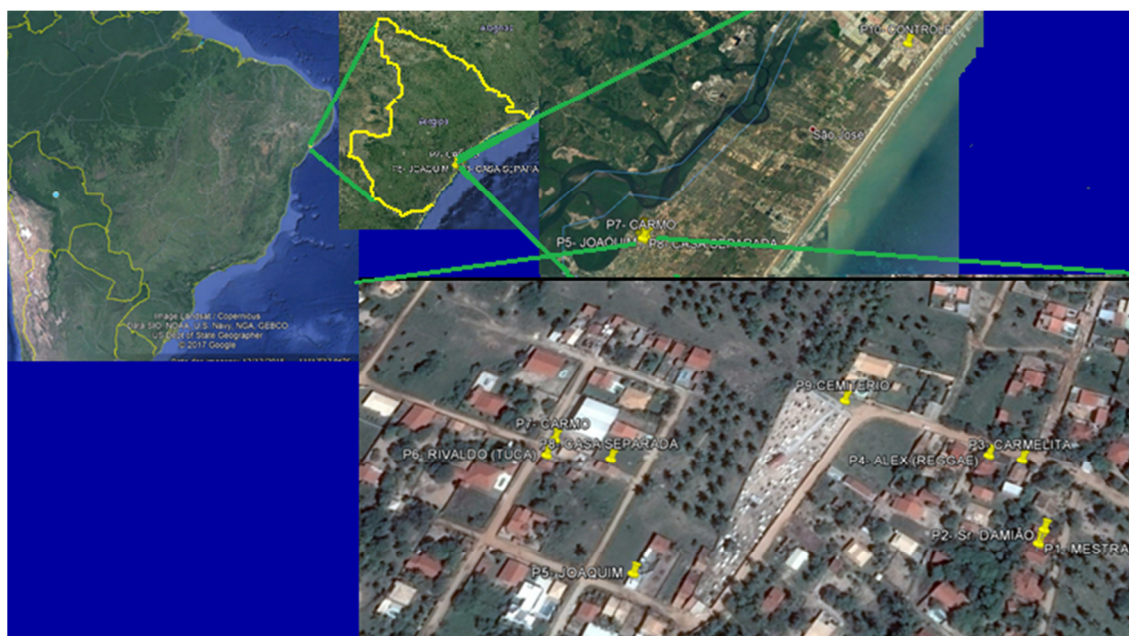


Figura 7. Identificação espacial dos pontos de coleta.

Fonte: GOOGLE EARTH, 2016

#### 4.5 População estudada



A amostragem para a aplicação das entrevistas, no entorno de cemitérios clandestinos, foi realizada com os moradores com mais de 18 anos que fossem o chefe da família e, na ausência desse, qualquer membro da mesma família que estivesse presente que fosse maior de idade. As entrevistas coletaram informações sobre o uso de água de poço e o conhecimento sobre os riscos à saúde pela proximidade desses com as fossas e os cemitérios clandestinos. Também foram colhidas informações de pessoas jovens que circulam pelos locais de interesse da pesquisa e de pessoas mais velhas que conhecem as modificações no entorno das residências (APENDICE A).

Além das famílias foram entrevistados os profissionais de saúde que estão nas Unidades Básicas de Saúde (UBSs) da ZEU, as lideranças locais - para maiores informações sobre o avanço em relação às políticas sociais que vêm sendo demandadas e aquelas que estão sendo implantadas na área - e também os responsáveis pelos cemitérios clandestinos..

#### **4.6 Critérios de Exclusão**

Foram estabelecidos como critérios de exclusão moradores que tivessem algum tipo de transtorno mental ou distúrbio de cognição.

#### **4.7 Procedimentos para a coleta da água de poço**

A coleta de água foi realizada com o consentimento dos moradores, sem nenhuma resistência por parte dos mesmos, em períodos de estiagem e em períodos chuvosos. A análise microbiológica da água foi realizada em vidros esterilizados em autoclave, fornecido e por orientação do LAM. A bomba foi acionada por dez minutos antes da coleta, a qual foi feita em um ponto ou torneira que recebe água diretamente do poço. Inicialmente, foi feita a antissepsia da saída da água do poço, com a própria água. Quando da finalização do procedimento, deixou-se que a vazão da água fosse diminuindo para que não houvesse o transbordamento, pois, segundo o Laboratório, o recipiente deverá deixar um espaço de ar, para facilitar o manuseio do líquido antes da análise.

Para a coleta físico-química, utilizaram-se vasos de polietileno de um litro, os quais foram lavados por, no mínimo, três vezes, para ambientalização do mesmo (Figuras 8 e 9). O recipiente foi etiquetados com nome, identificação do item de ensaio, data e hora da coleta, preenchido também o formulário com dados do campo para cada item de ensaio, os mesmos foram preenchido até transbordar e transportados sob refrigeração a 4°C e encaminhados, em seguida, para o LEA.





Figura 8 - Coleta de poço com bomba  
Fonte: Foto registrada pela autora



Figura 9 - Lavagem do vasilhame a bomba foi acionada por dez minutos antes  
Fonte: Foto registrada pela autora

#### 4.8 As análises microbiológicas e físico-químicas

Na Tabela 02 são apresentados os parâmetros microbiológicos e físico-químicos avaliados neste trabalho com os seus respectivos métodos analíticos, sendo que a maior parte destes são os estabelecidos pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

Tabela 02 - Metodologia adotada para as análises dos parâmetros de qualidade de água, unidades de medidas e limite de quantificação do método.

| Continua                   |         |       |            |
|----------------------------|---------|-------|------------|
| Ensaio                     | Unidade | LQ    | Métodos    |
| <b>Microbiológicos</b>     |         |       |            |
| Coliformes totais          | NMA     | 1     | SMEWW 9221 |
| Coliformes Termotolerantes | NMA     | 1     | SMEWW 9221 |
| Salmonella                 | UFC     | 1     | SMEWW 9260 |
| Clostridium                | UFC     | 1     | SMEWW 9260 |
| Bactérias Heterotróficas   | UFC     | 1     | SMEWW 9215 |
| Staphylococcus aureus      | UFC     | 1     | SMEWW 9230 |
| <b>Físico – Químicos</b>   |         |       |            |
| Cádmio Total               | mg/L    | 0,001 | MEN-LEA-50 |
| Chumbo total               | mg/L    | 0,006 | SMEWW3120  |
| Cálcio                     | mg/L    | 0,060 | SMEWW3120  |
| Sódio                      | mg/L    | 0,044 | SMEWW3120  |
| Potássio                   | mg/L    | 0,010 | SMEWW3120  |
| Ferro Total                | mg/L    | 0,008 | SMEWW3120  |
| Manganês                   | mg/L    | 0,004 | SMEWW3120  |
| Magnésio                   | mg/L    | 0,060 | SMEWW3120  |
| Cromo Total                | mg/L    | 0,001 | SMEWW3120  |
| Cobre Total                | mg/L    | 0,004 | SMEWW3120  |

|                          |         |       | Continuação |
|--------------------------|---------|-------|-------------|
| Ensaio                   | Unidade | LQ    | Métodos     |
| <b>Físico-Químicos</b>   |         |       |             |
| Zinco total              | mg/L    | 0,007 | SMEWW3120   |
| Níquel Total             | mg/L    | 0,018 | ICP-OES     |
| Cloretos                 | mg/L    | 3,0   | SMEWW4500   |
| Nitrogênio-Nitratos      | mg/L    | 0,10  | MEN-LEA 11  |
| Sulfatos                 | mg/L    | 4,0   | SMEWW4500   |
| Alcalinidade Carbonato   | mg/L    | 8     | MEN-LEA 02  |
| Alcalinidade Bicabornato | mg/L    | 8     | MEN-LEA 02  |

Fonte: Pesquisa de campo, 2016

Para as análises do pH, Temperatura, Condutividade, Revestividade, TDS e Salinidade, foi utilizado o equipamento tipo sonda de registro modelo HI 9829, Medidor multiparâmetros portátil *Hanna Instruments Portugal, Ltda.*

#### 4.9 Etapas da pesquisa:

- a) Levantamento bibliográfico realizado por consultas a livros, artigos científicos, e em meio digital, além de documental de legislações vigentes e documentações institucionais da Secretaria de Saúde do Município de Aracaju, que serviram para a elaboração do trabalho como também o registro da real situação do uso de água de poço no bairro Areia Branca.
- b) Elaboração das entrevistas/questionários, aplicados na comunidade, aos trabalhadores das unidades básicas de saúde existentes na região, aos líderes comunitários e aos responsáveis pelos cemitérios para o levantamento de informações de relevância ao tema.
- c) A observação *in loco*, que teve a finalidade de conhecer, analisar, além de explorar os fatos relacionados ao saneamento, dessa forma foram identificadas as práticas quanto ao esgotamento sanitário, através das entrevistas e realização de registros fotográficos.
- d) A observação direta permitiu também identificar os cemitérios clandestinos e os poços rasos em funcionamento que estão localizados na respectiva área de estudo, com registro em caderno de campo das condições do entorno (inclusive residências e fossas) e mensuração via *Global Positioning System (GPS)*, da localização das ocorrências para mapeamento.
- e) Com base na localização dos cemitérios, uma área de influência direta foi estabelecida com raio de 500 metros, considerada uma distância adequada para as coletas de água (ADEMA, 2011).

#### **4.10 Procedimento de análise dos dados**

Os dados foram ordenados, através da elaboração de tabelas, figuras e gráficos, com os resultados obtidos na pesquisa de campo.

Os dados quantitativos foram descritos por meio de frequência simples, percentuais, médias e desvio padrão.

O processamento dos dados qualitativos se deu pela interpretação do conteúdo das mensagens transmitidas pelos entrevistados.

#### **4.11 Comitê de ética em seres humanos**

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) com o número 260411 em 02/05/2011.

## 5. RESULTADOS

A Zona de Expansão Urbana (ZEU) foi instituída pela Lei Municipal Nº 873/82 (ARACAJU, 1982), e permanece apresentando deficiências em relação à falta de infraestrutura básica, no que se refere à ausência de saneamento básico, energia, água tratada, sistema de esgoto e equipamentos sociais que atendessem às necessidades da população moradora. Apesar da precária estruturação, vem atraindo seguimentos residenciais, como condomínios, e loteamentos.

A esses problemas somam-se aqueles de sobrecarga da malha viária, bastante acanhada na ZEU de Aracaju, cortada por apenas duas avenidas que dão acesso a pequenas ruas de entrada para conjuntos e condomínios, caminhos de traçado irregular ligando habitações construídas sem qualquer tipo de ordenamento, mantendo o traçado de antigos povoados, reforçado por novas habitações sem o necessário planejamento do uso do solo.

Várias dessas vias de trânsito, geralmente de má qualidade, foram assentadas em aterros de áreas embrejadas, como demonstram as Figuras 10, 11 e 12, o que contribui para agravar os problemas de escoamento de águas pluviais da área, dificultar e, por vezes, impossibilitar o tráfego de veículos, isolando os moradores que têm comprometido o seu direito de ir e vir.



Figuras 10 e 11 - Localidade Areia Branca Rua 25 - Zona de Expansão de Aracaju.  
Fonte: Foto registrada pela autora



Figura 12 - Localidade Areia Branca Rua 25 - Zona de Expansão de Aracaju.  
Fonte: Foto registrada pela autora

Embora tomada como uma unidade, a ZEU apresenta grande heterogeneidade de ocupação do solo e de condições do meio natural, seu rápido adensamento populacional vem trazendo uma série de problemas de saúde, vinculados às mudanças ambientais provocadas por esse crescimento.

A presença de animais é uma constante na área, por vezes causando problemas para a circulação de veículos. Foram abertas à circulação duas pontes recém-construídas ligando Aracaju ao município de Itaporanga D'Ajuda, e outra ligando o município de Indiaroba à Linha Verde que dá acesso ao estado da Bahia, o que fez aumentar significativamente o tráfego na área. Essas pontes também trouxeram mudanças na valorização do solo da área, apesar dos problemas de infraestrutura que vêm ocorrendo com intensidades cada vez maiores.

Na Zona de Expansão um dos bairros mais populosos é o de Areia Branca, localizado às margens do rio Vasa Barris e do canal Santa Maria, que servem para atividades turísticas e de lazer, possui bares, restaurantes, serviços de barcos e lanchas particulares. Fatores que estimulam o crescimento exacerbado dessa região condicionado à especulação imobiliária, por apresentar grandes vazios urbanos, como também uma maior valorização da terra haja vista a proximidade com o litoral aracajuano. Embora se verifique um comércio do tipo miscelânea, aquém das necessidades dos moradores, e a falta de equipamentos sociais, como Centro de Referência de Assistência Social e creches, condições insuficientes para suprir as necessidades da população.

Em Areia Branca, foi observado, outro fator agravante às condições de risco à saúde da população: a existência de vários cemitérios clandestinos espalhados por toda a área, em terrenos que alagam por ocasião de chuvas, o que pode estar ocasionando contaminação do solo por necrochorume que infiltra para o subsolo. Inicialmente foi definido que a área de estudo seria aquela referente à presença dos poços rasos próximos aos dez cemitérios clandestinos identificados.

Dos dez cemitérios clandestinos, escolheu-se pesquisar inicialmente sete pela possibilidade de acesso, (Figura 13, Tabela 03). Desses sete, em somente três ficou comprovado que continuavam frequentemente enterrando os mortos. Os demais não recebiam corpos havia mais de cinco anos.

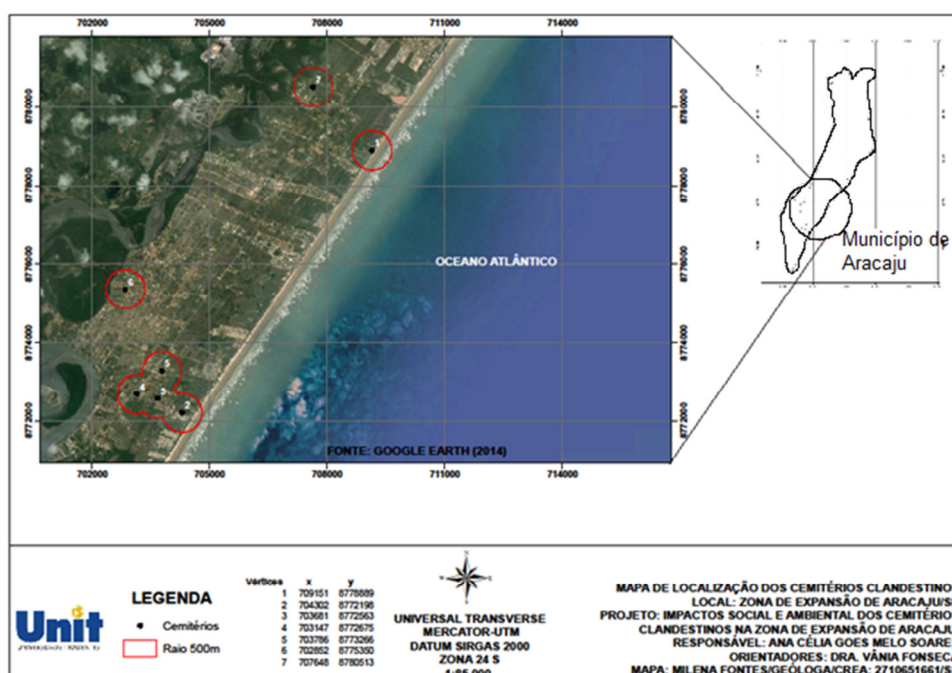


Figura 13 - Localização espacial dos sete cemitérios na ZEA, 2014.

Fonte: GOOGLE HEART- Foto da pesquisa, Mapa de Milena Fontes – Geóloga, CREA: 2710651661/SE

Tabela 3 - Cemitérios clandestinos localizados na Zona de Expansão de Aracaju, 2015.

| PONTO DE LOCALIZAÇÃO | IDENTIFICAÇÃO                       | COORDENADAS GEOGRÁFICAS EM UTM |         |
|----------------------|-------------------------------------|--------------------------------|---------|
|                      |                                     | X                              | Y       |
| P1                   | Rodovia José Sarney                 | 709151                         | 8778889 |
| P2                   | Mosqueiro (desativado)              | 704302                         | 8772196 |
| P3                   | Cemitério Mosqueiro                 | 703681                         | 8772563 |
| P4                   | Cemitério dos Náufragos (Mosqueiro) | 703147                         | 8772675 |
| P5                   | Cemitério do Nelito                 | 703786                         | 8773266 |
| P6                   | Cemitério “Maria Rosa”              | 702852                         | 8775350 |
| P7                   | Cemitério do Robalo                 | 707648                         | 8780513 |

Fonte: Pesquisa de campo, 2016

Dos três cemitérios que permaneciam funcionando, o que foi identificado como o “de Nelito” no bairro Mosqueiro, foi descartado, pois no seu entorno os moradores já haviam aderido ao uso de água da rede pública. O cemitério da Praia José Sarney, onde a população do bairro Robalo continua enterrando seus mortos, ficou fora da pesquisa porque no seu entorno só existe uma chácara que, segundo o responsável pelo cemitério, não tem moradores, ficando assim sem indicação de utilização pretérita.

Ficou estabelecida a pesquisa no bairro Areia Branca no entorno do Cemitério “Maria Rosa” e dos pontos de coleta num entorno de 500m do mesmo (Figura 11). A escolha se deu por este possuir número adequado de casas que utilizam água de poços rasos, pela frequência de enterramento dos mortos e pela permissividade dos moradores para a entrevista e coleta das amostras de água dos poços.



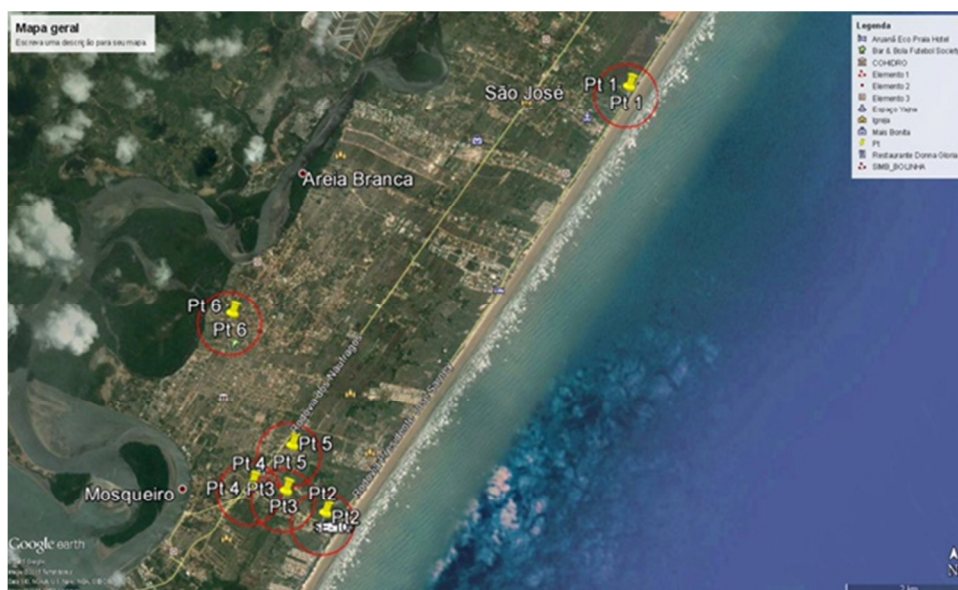


Figura 11 - Localização espacial do cemitério “Maria Rosa” e dos pontos de coletas na ZEA, 2016.  
Fonte GOOGLE HEART- Foto da pesquisa (2016).

Avaliado os discursos dos moradores sobre os esgotamentos sanitários das residências e os locais onde eles enterravam seus mortos e há quanto tempo que não realizavam essa prática, ficou comprovado que, desde a época que a família mora no local, era comum a prática de enterrar os mortos nos quintais das moradias ou em espaços designados pelas famílias como seus cemitérios, porém nenhum deles legalizados.

Nas entrevistas para análise de risco à saúde relacionada ao consumo de água no entorno de cemitérios, com a finalidade de suprir suas necessidades pessoais, foi constatado que 60% desses moradores residem a mais de dez anos no local. Outras informações dos residentes na área de estudo é que em 100% das casas tem sanitário, porém 92% não apresentavam rede de esgotamento, visto que os dejetos são levados para fossas cavadas pelos moradores e jogados no lençol freático (Tabela 04).

Tabela 04 - Presença de rede de esgoto na moradia no entorno do cemitério Maria Rosa, 2015.

| Rede de esgoto | Frequência | Porcentagem | Porcentagem válida | Porcentagem acumulativa |
|----------------|------------|-------------|--------------------|-------------------------|
| Sim            | 2          | 8,0         | 8,0                | 8,0                     |
| Não            | 23         | 92,0        | 92,0               | 100,0                   |
| Total          | 25         | 100,0       | 100,0              |                         |

Fonte: Pesquisa de campo.

Quando perguntados se na família alguém já havia contraído alguma doença vinculada à contaminação hídrica, 50% afirmou que não, e considera a água de poço limpa e melhor que da rede pública. Enquanto 40% relatou que na casa as crianças têm problemas com verminose, coceiras na pele e 10% afirmou ter contraído dengue devido às águas que ficam acumuladas tanto das chuvas como dos vasilhames que estão no lixo.

Nas entrevistas com os trabalhadores de saúde, líderes comunitários e pessoas responsáveis pela guarda dos cemitérios da área de estudo, um total de 20 trabalhadores, informaram que os principais problemas de saúde estão relacionados principalmente à falta de saneamento básico como: os alagamentos no período chuvoso, os esgotos a céu aberto, a água sem tratamento, e outros, (Quadro 01). Dentre os problemas de saúde que acomete a comunidade foram relatadas as dermatites e verminoses, e os problemas respiratórios (Quadro 02).

Quadro 01 - Respostas dos entrevistados que são líderes na comunidade acerca da relação entre saúde e saneamento no entorno do cemitério Maria Rosa, 2015.

| <b>Categoria analítica</b>                                              | <b>Unidade de Contexto</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>SUBCATEGORIAS</b>                                                                                                        | <b>TEMA</b>                            |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| <b>PRINCIPAIS PROBLEMAS DE SAÚDE NA ÁREA E RELAÇÃO COM O SANEAMENTO</b> | <p>Q2. Alagamento nas ruas [...]</p> <p>Q13. [...] muitos locais embrejados no período das chuvas, esgoto à céu aberto [...]</p> <p>Q15. [...] falta de tratamento da água.</p> <p>Q16. Em determinadas áreas a presença de lagoas, fossas tipo “semidouros” extravasam nas ruas e acabam contaminando-as. Em outra micro área há muito lixo à céu aberto, contaminando o solo [...]</p> <p>Q17. Falta de rede de esgotos, abastecimento de água deficiente, ruas sem pavimentação e coleta de resíduo.</p> | <p>Alagamento</p> <p>Esgoto à céu aberto</p> <p>Água sem tratamento</p> <p>Contaminação</p> <p>Falta de rede de esgotos</p> | <b>AUSÊNCIA DE SANEAMENTO ADEQUADO</b> |

Fonte: Pesquisa de campo.



Quadro 02 - Respostas dos entrevistados que são líderes na comunidade acerca dos problemas causados pela falta de saneamento, no entorno do cemitério Maria Rosa, 2015

| <b>Categoria analítica</b>                             | <b>Unidade de Contexto</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>SUBCATEGORIAS</b>                                    | <b>TEMA</b>    |
|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------|
| <b>RELAÇÃO DOS PROBLEMAS DE SAÚDE COM O SANEAMENTO</b> | <p>Q12. Calazar, hanseníase, tuberculose, mas também tem muito problema de pele porque as pessoas pisam nos esgotos na rua.</p> <p>Q13. [...] as pessoas por aqui tem muita frieira e coceira, deve ser por pisar nas águas sujas nas ruas e as crianças sempre tem verme.</p> <p>Q16. [...] problemas respiratórios provenientes da queima de lixo [...] coleta de lixo deficiente.</p> <p>Q17. Dermatites, verminoses, IRA, diarreias. Problemas esses que tem relação direta com a falta de saneamento aumentando o índice de doenças [...]</p> | <p>Problemas de pele</p> <p>Problemas respiratórios</p> | <b>DOENÇAS</b> |

Fonte: Pesquisa de campo.

Quando os profissionais de saúde, líderes comunitários e responsáveis pela guarda dos cemitérios foram entrevistados, sobre o prejuízo à saúde que a proximidade dos cemitérios geravam aos poços, foi percebido que alguns desconheciam que essa proximidade pudesse ser um problema, enquanto outros afirmavam a contaminação como um prejuízo para a saúde das pessoas que residem no entorno dos cemitérios (Quadro 03). Em relação às ações de políticas públicas presentes na região, alguns entrevistados não reconheciam, enquanto outros relatavam o abastecimento de água como uma ação (Quadro 04). Em relação às expectativas futuras, os entrevistados relataram a necessidade de melhorar a qualidade de água, o saneamento, o transporte e a coleta do lixo, além da conscientização populacional (Quadro 5).

Quadro 03 - Conhecimento dos entrevistados que são líderes na comunidade acerca do prejuízo causado pela proximidade dos poços com o cemitério, no entorno do cemitério Maria Rosa, 2015.

| <b>Categoria analítica</b>                                                                              | <b>Unidade de Contexto</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>SUBCATEGORIAS</b>                                                                      | <b>TEMA</b>            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| <b>POTENCIAL DE PROBLEMAS DE SAÚDE DECORRENTES DA PROXIMIDADE DE POÇOS CONTAMINADOS E DE CEMITÉRIOS</b> | <p>Q3. Não temos conhecimento dos problemas de saúde decorrentes dos poços de água que estejam relacionadas com o cemitério.</p> <p>Q8. Não sabemos o potencial de doenças porque não temos como referenciar.</p> <p>Q12. [...] mas por causa do cemitério não sei não.</p> <p>Q16. Água contaminada [...], solo contaminado [...] e contágio direto com problemas de pele e verminoses.</p> <p>Q17. Grande potencial como contaminação dos lençóis freáticos, contribui para o aumento de doenças de pele, diarreias, etc.</p> | <p>Sem conhecimento</p> <p>Sem referências</p> <p>Sem conhecimento do potencial</p>       | <b>DESCONHECIMENTO</b> |
|                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>Água contaminada</p> <p>Solo contaminado</p> <p>Contaminação dos lençóis freáticos</p> | <b>CONTAMINAÇÃO</b>    |

Fonte: Pesquisa de campo.

Quadro 04 - Políticas públicas que os entrevistados que são líderes na comunidade relataram conhecer, no entorno do cemitério Maria Rosa, 2015.

| <b>Categoria analítica</b>                                                              | <b>Unidade de Contexto</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>SUBCATEGORIAS</b>                                                                                                         | <b>TEMA</b>           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| <b>POLÍTICAS PÚBLICAS RELACIONADAS DIRETA OU INDIRETAMENTE COM A SAÚDE E SANEAMENTO</b> | <p>Q10. Não realizadas no momento.</p> <p>Q12. Aqui não tem quase nenhuma política pública [...]</p> <p>Q15. Desconheço.</p> <p>Q6. Abastecimento de água encanada, mesmo de forma parcial.</p> <p>Q7. Rede de abastecimento domiciliar de água, mas não é todos que utiliza.</p> <p>Q12. [...] tem água da DESO, mas o transporte é ruim e faltam muitas coisas.</p> <p>Q16. Foram realizadas obras de infraestrutura para escoar os esgotos.</p> | <p>Sem ações</p> <p>Desconhecimento</p>                                                                                      | <b>AÇÕES PÚBLICAS</b> |
|                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abastecimento de Água tratada da rede pública</li> <li>• Obras de esgoto</li> </ul> |                       |

Fonte: Pesquisa de campo.

Quadro 05 - Exigências dos entrevistados que são líderes na comunidade acerca de ações de políticas públicas para melhorar a qualidade de vida da região, no entorno do cemitério Maria Rosa, 2015.

| <b>Categoria analítica</b>                                                                      | <b>Unidade de Contexto</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>SUBCATEGORIAS</b>                                                                                                                                                                                              | <b>TEMA</b>      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>QUAIS POLÍTICAS DEVEM SER DESENVOLVIDAS PARA MELHORAR AS CONDIÇÕES DOS MORADORES DA ÁREA</b> | <p>Q5. Melhorar a qualidade da água fornecida [...]</p> <p>Q7. Implantação de saneamento básico.</p> <p>Q14. [...] construção de esgotos [...] transportes de qualidade [...]</p> <p>Q15. [...] mutirões de limpeza.</p> <p>Q17. Saneamento básico e completo. Coleta de lixo [...]</p> <p>Q18. Palestras. Grupos de estudos e conhecimento.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Melhorar a água</li> <li>• Saneamento básico</li> <li>• Esgotos</li> <li>• Transportes</li> <li>• Limpeza</li> <li>• Saneamento completo</li> <li>• Palestras</li> </ul> | <b>MELHORIAS</b> |

Fonte: Pesquisa de campo.

Dos 25 indivíduos moradores do entorno do cemitério Maria Rosa que responderam as entrevistas, 48%, afirmaram haver dejetos humanos nas proximidades dos poços. Enquanto 32% informaram que havia dejetos de animais, devido à grande quantidade de cães, cavalos, ovinos e bovinos circulando por toda área da pesquisa, vivendo soltos no entorno das residências (Tabela 06).

Tabela 05 - Observação de dejetos nas proximidades dos poços no entorno do cemitério Maria Rosa, 2015.

| <b>Dejetos</b>      | <b>Frequência</b> | <b>Porcentagem</b> | <b>Porcentagem válida</b> | <b>Porcentagem acumulativa</b> |
|---------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|--------------------------------|
| Dejetos humanos     | 12                | 48,0               | 48,0                      | 48,0                           |
| Dejetos de animais  | 8                 | 32,0               | 32,0                      | 80,0                           |
| Sem dejetos         | 3                 | 12,0               | 12,0                      | 92,0                           |
| Não soube responder | 2                 | 8,0                | 8,0                       | 100,0                          |
| Total               | 25                | 100,0              | 100,0                     |                                |

Fonte: Elaborada pela pesquisadora.

Na avaliação do potencial de ocorrência de problemas de saúde pública verificou-se a distância entre poços e fossas e de poços e cemitérios. A tabela 06, apresenta a quantidade de poços, identificação e distância entre o poço raso e fossas relatada pelos moradores do entorno do cemitério Maria Rosa. O poço número 1 foi padronizado como distância zero por estar localizado dentro do cemitério, embora não tenha relação com fossa.

Tabela 06 - Distância relativa entre os poços estudados e as fossas domiciliares no entorno do cemitério Maria Rosa, 2015-2017.

| Quantidade de poços | Identificação dos poços | Distância entre poço e fossa (metros) |
|---------------------|-------------------------|---------------------------------------|
| 1                   | P9                      | 0                                     |
| 2                   | P1 e P 6                | 3                                     |
| 3                   | P2, P4 e P7             | 4                                     |
| 2                   | P5 e P8                 | 5                                     |
| 1                   | P3                      | 6                                     |
| 1                   | P 10                    | 8                                     |

Fonte: Pesquisa de campo, 2016.

Nas análises microbiológicas das 45 amostras de águas coletadas, verificou-se que cerca de 26% delas apresentaram resultados positivos para os coliformes totais e coliformes termotolerantes e 49% apresentaram resultados positivos para bactérias heterotrófica, sendo que 20% estão acima das 500 unidades de formação de colônia por mL (UFC/mL). Vale ressaltar que durante o período de monitoramento de dezembro de 2015 a agosto de 2017, 30% das amostras apresentaram *Stafhylococcus aureus* e 20% de bactéria sulfitos redutoras. Entretanto, não houve presença de bactérias do gênero *Salmonella* e *Clostridium* (Tabela 07).

Tabela 07 - Aspectos biológicos presentes na água dos poços no entorno do cemitério Maria Rosa, 2015-2017

Continua

| Ponto/<br>Data | Coliformes<br>Termotolerantes<br>(NMP/100mL) | Coliformes<br>Totais<br>(NMP/100mL) | Bactérias<br>heterotróficas<br>(UFC/mL) | <i>Stafhylococcus<br/>aureus</i><br>(UFC/mL) | Contagem de<br>colônias<br>(UFC/mL) | B. sulfitos<br>redutoras<br>(UFC/mL) |
|----------------|----------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| P4-abr/16      | 92                                           | 92                                  | 50                                      | NHC                                          | -                                   | NHC                                  |
| P4-out/16      | NA                                           | NA                                  | NA                                      | NA                                           | NA                                  | NA                                   |
| P4-fev/17      | <1                                           | <1                                  | NHC                                     | NHC                                          | -                                   | NHC                                  |
| P4-ago/17      | <1                                           | <1                                  | 100                                     | NHC                                          | -                                   | NHC                                  |
| P5-dez/15      | NHC                                          | -                                   | 100                                     | (-)                                          | -                                   | NHC                                  |
| P5-abr/16      | NHC                                          | -                                   | NHC                                     | NHC                                          | -                                   | NHC                                  |
| P5-out/16      | NA                                           | NA                                  | NA                                      | NA                                           | NA                                  | NA                                   |
| P5-fev/17      | <1                                           | <1                                  | NHC                                     | NHC                                          | -                                   | NHC                                  |
| P5-ago/17      | <1                                           | <1                                  | 100                                     | NHC                                          | -                                   | NHC                                  |
| P6-dez/15      | NHC                                          | -                                   | NHC                                     | (+)                                          | 100                                 | NHC                                  |
| P6-abr/16      | 1100                                         | -                                   | NHC                                     | 100 (+)                                      | -                                   | NHC                                  |
| P6-out/16      | 3600                                         | -                                   | 320000                                  | 380000                                       | 35                                  | -                                    |
| P6-fev/17      | <1                                           | <1                                  | NHC                                     | NHC                                          | -                                   | NHC                                  |
| P6-ago/17      | <1                                           | <1                                  | 100                                     | NHC                                          | -                                   | NHC                                  |
| P7-dez/15      | NHC                                          | -                                   | NHC                                     | (-)                                          | -                                   | NHC                                  |
| P7-abr/16      | 460                                          | -                                   | 100                                     | 11 (+)                                       | -                                   | NHC                                  |

| Ponto/<br>Data | Coliformes<br>Termotolerantes<br>(NMP/100mL) | Coliformes<br>Totais<br>(NMP/100mL) | Bactérias<br>heterotróficas<br>(UFC/mL) | <i>Staphylococcus<br/>aureus</i><br>(UFC/mL) | Contagem de<br>colônias<br>(UFC/mL) | B. sulfitos<br>redutoras<br>(UFC/mL) |
|----------------|----------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| P7-out/16      | 60                                           | 110                                 | 2300                                    | (-)                                          | -                                   | 2300                                 |
| P7-fev/17      | <1                                           | <1                                  | NHC                                     | NHC                                          | -                                   | 2300                                 |
| P7-ago/17      | -                                            | -                                   | -                                       | -                                            | -                                   | -                                    |
| P8-dez/15      | NHC                                          | -                                   | NHC                                     | (+)                                          | 3900                                | NHC                                  |
| P8-abr/16      | 1100                                         | 1100                                | NHC                                     | 13 (+)                                       | -                                   | NHC                                  |
| P8-out/16      | 220                                          | 2400                                | 3400                                    | (-)                                          | -                                   | 80                                   |
| P8-fev/17      | <1                                           | <1                                  | NHC                                     | NHC                                          | -                                   | NHC                                  |
| P8-ago/17      | <1                                           | <1                                  | 100                                     | NHC                                          | -                                   | NHC                                  |
| P9-out/16      | 140                                          | 2700                                | 2600                                    | (-)                                          | -                                   | 450                                  |
| P9-fev/17      | <1                                           | <1                                  | NHC                                     | NHC                                          | -                                   | NHC                                  |
| P9-ago/17      | <1                                           | <1                                  | 100                                     | NHC                                          | -                                   | NHC                                  |
| P10-out/16     | 110                                          | 2200                                | 31000                                   | 210                                          | -                                   | 2800                                 |
| P10-fev/17     | <1                                           | <1                                  | NHC                                     | NHC                                          | -                                   | NHC                                  |
| P10-ago/17     | <1                                           | <1                                  | 1000                                    | NHC                                          | -                                   | NHC                                  |

OBS: NHC = não houve crescimento de colônia

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

Em relação ao pH, todos os pontos de coleta apresentaram valores dentro dos limites para o padrão de potabilidade, de acordo com a Portaria 2.914/11/MS e a resolução CONAMA nº 396/08, variando entre 6,5 e 7,7, com uma média de 7,024. Em relação à temperatura, houve uma variação de 27°C a 29°C, apresentando uma média de 28,53°C. Referente à condutividade, 88,9% dos poços apresentavam uma condutividade abaixo de 500 µS/cm, enquanto 11,1% (o poço controle) apresentou maior que 500 µS/cm. Os sólidos totais dissolvidos (STD) variaram entre 77 e 243 mg/L, e a salinidade variou entre 0,07 e 0,015 mg/L. Os últimos três parâmetros indicam que a água dos poços são classificadas como água doce, Resolução CONAMA 357/05.(Tabela 08). O aumento da salinidade é um indicador da presença de necrochorume na água, portanto, estes parâmetros vão de encontro a hipótese de contaminação dos poços por necrochorume.

Tabela 08 - Análise dos parâmetros físico-químicos da água dos poços no entorno do cemitério Maria Rosa, 2015-2017

Continua

| POÇOS | pH   | TEMP<br>°C | COND<br>µs/cm | STD mg/L | SAL.<br>mg/L |
|-------|------|------------|---------------|----------|--------------|
| P1    | 6,67 | 27,12      | 304           | 154      | 0,14         |
| P2    | 6,66 | 28,14      | 303           | 152      | 0,14         |
| P3    | 7,7  | 28,70      | 346           | 162      | 0,15         |
| P4    | 7,27 | 28,90      | 350           | 164      | 0,15         |
| P5    | 7,3  | 28,80      | 264           | 134      | 0,13         |
| P6    | 6,75 | 28,30      | 274           | 129      | 0,12         |
| P7    | NR   |            |               |          |              |
| P8    | 7,27 | 28,90      | 350           | 164      | 0,15         |

| POÇOS        | Continuação |            |               |          |              |
|--------------|-------------|------------|---------------|----------|--------------|
|              | pH          | TEMP<br>°C | COND<br>µs/cm | STD mg/L | SAL.<br>mg/L |
| P9           | 7,1         | 29,19      | 154           | 77       | 0,07         |
| P10 Controle | 6,5         | 28,71      | 516           | 243      | 0,23         |

Obs: NR = não realizado

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

Dos metais avaliados o cádmio foi encontrado no mês de abril de 2016, em concentrações acima do valor máximo permissível (VMP) pela Resolução CONAMA n 396/08 e a portaria nº 2914/11/MS, que é de 0,001, Observa-se que o valor determinado no poço 4 (0,840 mg/L) é 168 vezes maior que o VMP e nas amostras dos poços 1 e 2 não foi determinado esse elemento. No poço 10 (controle) o Cd também foi encontrado na concentração de 0,181 mg/L, conforme se observa no Gráfico 01. A média dos valores do Cd determinados foi  $0,176 \pm 0,241$  mg/L.

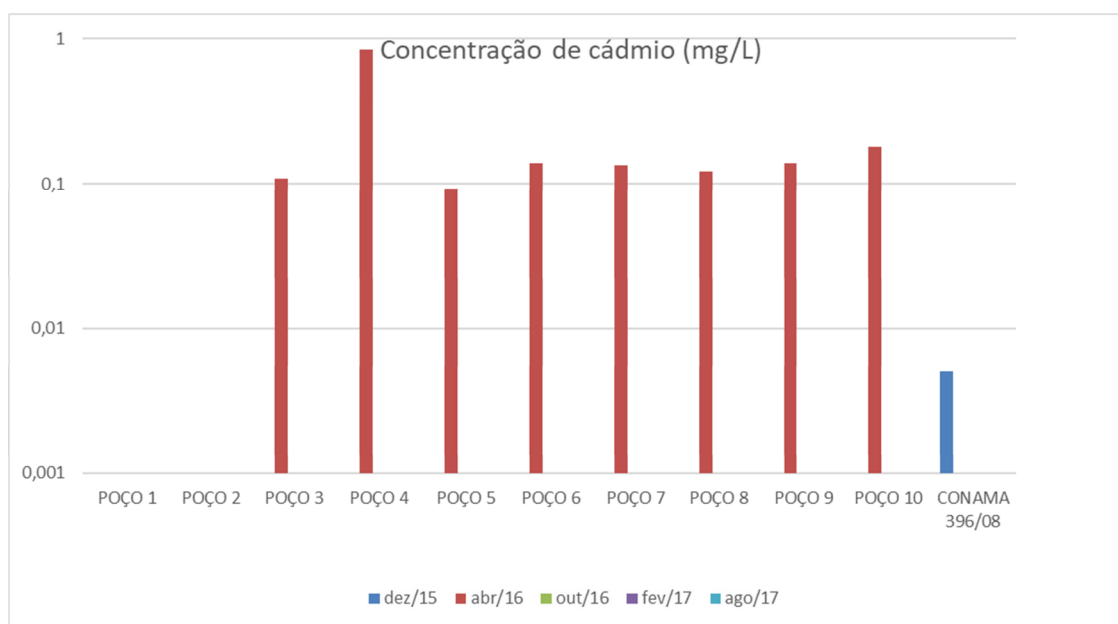


Gráfico 01 - Valores de Cd determinados nas amostras de água de poço no entorno do cemitério Maria Rosa, 2015 – 2017.

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

O cobre foi determinado no mês de fevereiro de 2017 em todos os poços em concentrações na faixa de 4,0 – 8,0 µg/L que são bem abaixo do VMP (2,0 mg/L) na Resolução CONAMA 396/08 e da portaria nº 2.914/11/MS. No mês de agosto de 2017, a concentração de cobre no poço 5 foi 1,463 mg/L, próximo ao VPM.

O Ferro foi determinado em 69% das amostras analisadas, o poço 1 foi o que apresentou a maior concentração de ferro (Tabela 09). As concentrações de Fe determinadas no mês de janeiro de 2017 para todas as amostras são mais de 10 vezes dos VMPs (0,3

mg/L) na Resolução CONAMA 396/08. Os resultados encontrados, no mês de outubro de 2016, nos P2, P3, P6 e P7 (período de cheia) apresentaram valores acima do VMP. No mês de fevereiro de 2017 (período de seca) todos as amostras deram valores acima do VMP (Gráfico 02).

Tabela 09 - Estatística descritiva das análises do Fe em mg/L das amostras de água dos poços no entorno do cemitério Maria Rosa, 2015-2017

|               | POÇO 1 | POÇO 2 | POÇO 3 | POÇO 4 | POÇO 5 | POÇO 6 | POÇO 7 | POÇO 8 | POÇO 9 | POÇO 10 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| <b>Média</b>  | 2,875  | 2,617  | 1,911  | 0,391  | 0,963  | 1,501  | 1,969  | 0,028  | 0,380  | 2,527   |
| <b>Desvio</b> | 4,863  | 3,939  | 3,353  | 0,666  | 1,669  | 2,513  | 3,821  | 0,030  | 0,632  | 4,350   |
| <b>Mínimo</b> | 0,000  | 0,025  | 0,020  | 0,000  | 0,000  | 0,000  | 0,000  | 0,000  | 0,000  | 0,000   |
| <b>Máximo</b> | 8,490  | 7,150  | 6,920  | 1,160  | 2,890  | 5,230  | 7,700  | 0,060  | 1,110  | 7,550   |

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

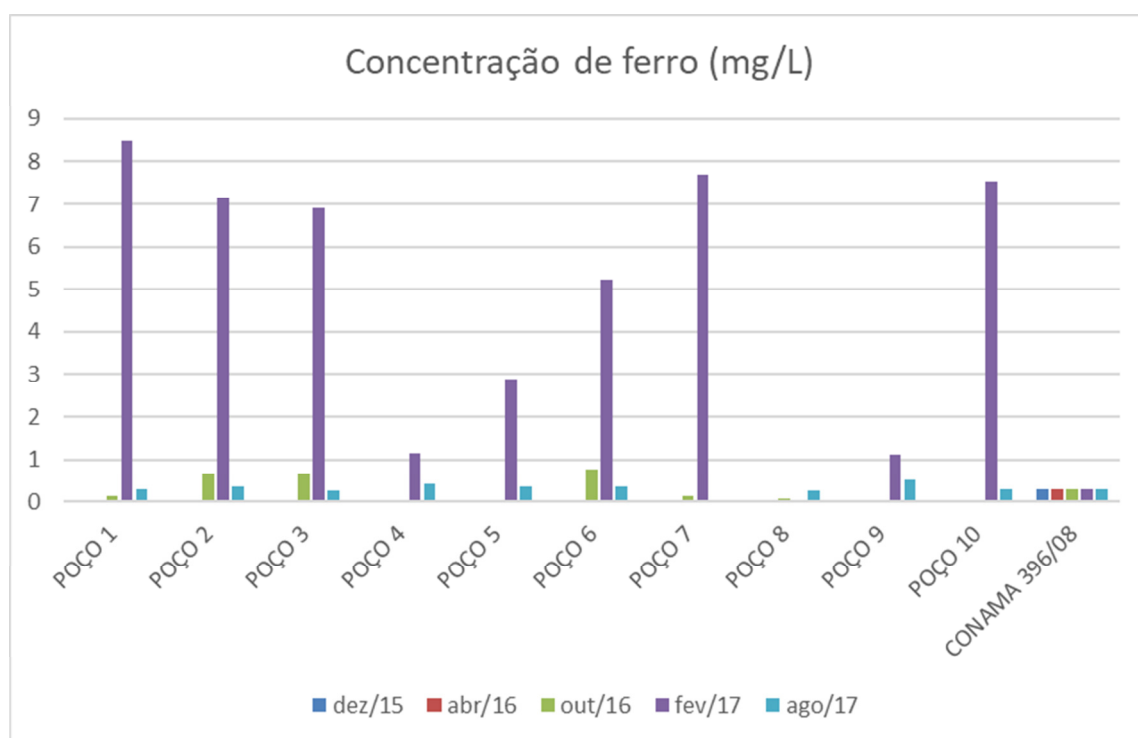


Gráfico 02 - Valores de Fe encontrados nas amostras de água de poço no entorno do cemitério Maria Rosa, 2015 – 2017.

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

O cálcio foi determinado em todos os meses, na Tabela 10 é apresentada a estatística descritiva das concentrações para cada poço. No Gráfico 03 são apresentadas as concentrações de Ca determinadas nas amostras do período de dezembro de 2015 a agosto de 2017. As concentrações de Ca variaram na faixa de 2,05 – 93,95 mg/L. A literatura estabelece que a água subterrânea na área de estudo a concentração de Ca varia



entre 60,4 – 121,6 mg/L (BRASIL, 2014). Como as concentrações determinadas estão dentro desta faixa pode-se dizer que estas estão de acordo com a concentração natural da região.

Tabela 10 - Estatística descritiva das análises do Ca em mg/L das amostras de água dos poços no entorno do cemitério Maria Rosa 2015-2017

|               | POÇO 1 | POÇO 2 | POÇO 3 | POÇO 4 | POÇO 5 | POÇO 6 | POÇO 7 | POÇO 8 | POÇO 9 | POÇO 10 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| <b>Média</b>  | 38,830 | 49,440 | 38,820 | 50,933 | 62,343 | 35,060 | 28,675 | 35,070 | 18,597 | 33,433  |
| <b>Desvio</b> | 28,639 | 43,582 | 27,955 | 8,141  | 18,162 | 20,628 | 20,051 | 26,855 | 26,516 | 43,121  |
| <b>Mínimo</b> | 6,450  | 6,850  | 6,550  | 44,650 | 48,710 | 6,660  | 7,480  | 4,250  | 2,050  | 7,890   |
| <b>Máximo</b> | 60,840 | 93,950 | 65,650 | 60,130 | 82,960 | 55,480 | 49,780 | 53,440 | 49,180 | 83,220  |

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

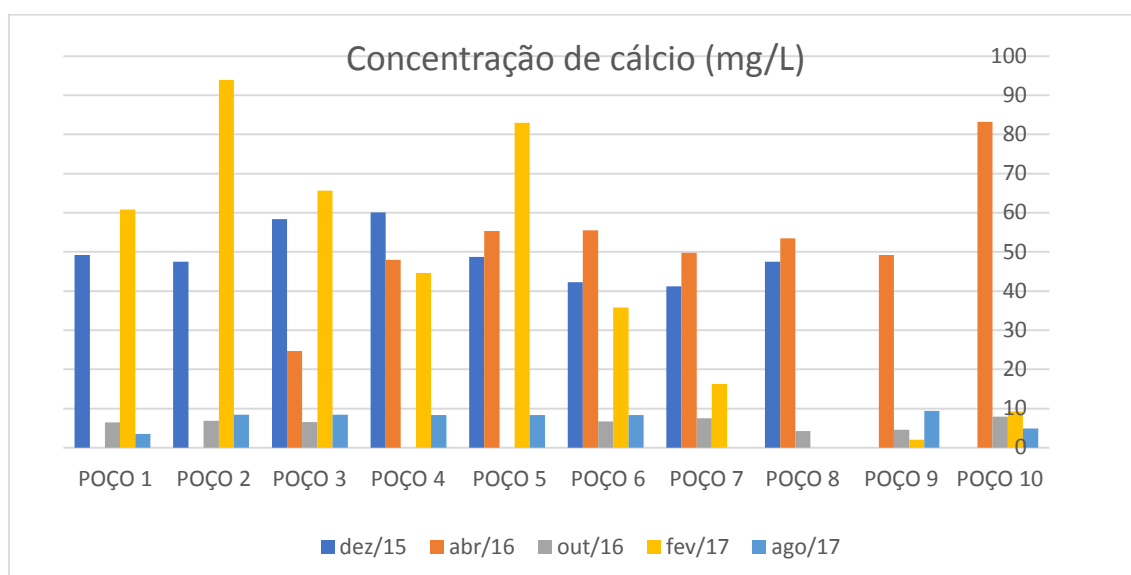


Gráfico 03 - Valores de Ca determinados nas amostras de água de poço no entorno do cemitério Maria Rosa, 2015 – 2017

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

O magnésio foi determinado em todos os meses, apresentando variação de 1,640 até 21,730mg/L, (Tabela 11 e Gráfico 04).

Tabela 11 - Estatística descritiva das análises do Mg em mg/L das amostras de água dos poços no entorno do cemitério Maria Rosa 2015-2017

|               | POÇO 1 | POÇO 2 | POÇO 3 | POÇO 4 | POÇO 5 | POÇO 6 | POÇO 7 | POÇO 8 | POÇO 9 | POÇO 10 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| <b>Média</b>  | 8,190  | 9,437  | 6,272  | 5,720  | 6,325  | 5,486  | 4,815  | 3,383  | 5,640  | 4,205   |
| <b>Desvio</b> | 8,464  | 10,622 | 5,151  | 2,532  | 3,412  | 2,220  | 2,168  | 0,824  | 4,609  | 3,292   |
| <b>Mínimo</b> | 2,450  | 2,450  | 2,630  | 2,650  | 2,950  | 2,850  | 1,640  | 2,450  | 2,360  | 0,960   |
| <b>Máximo</b> | 20,730 | 21,660 | 15,250 | 8,770  | 11,040 | 8,540  | 6,210  | 4,010  | 10,910 | 8,520   |

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

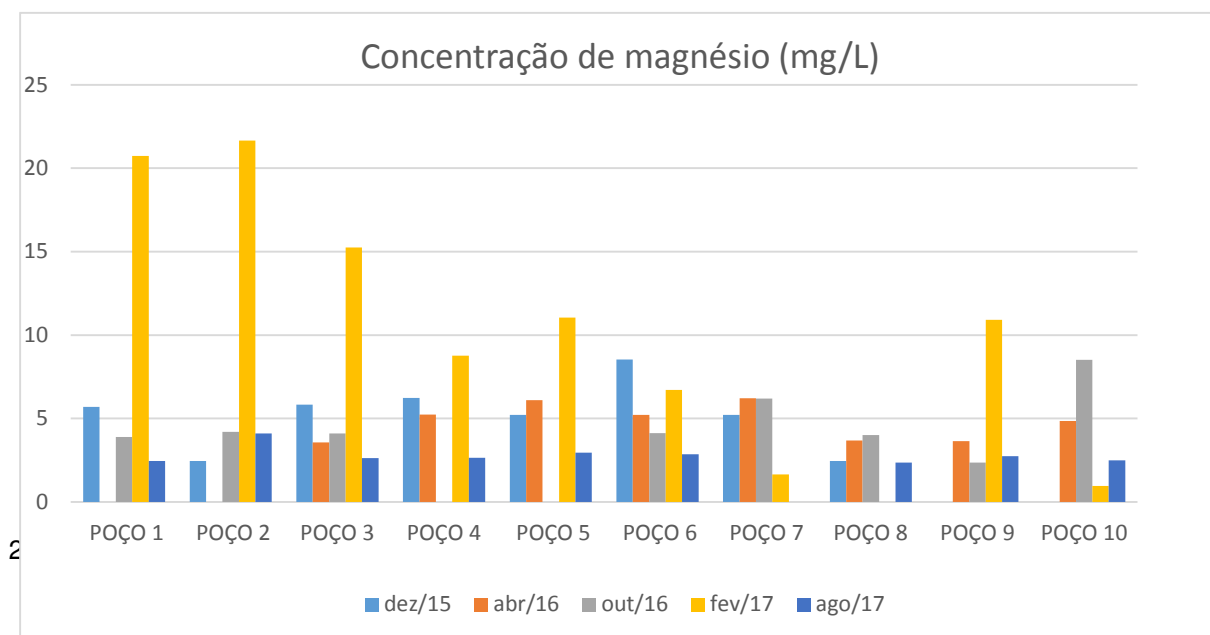


Gráfico 04 - Valores de Mg determinados nas amostras de água de poço no entorno do cemitério Maria Rosa, 2015 – 2017  
Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

No caso dos poços no entorno do cemitério Maria Rosa, todos se mantiveram no que a CETESB (2012) considera “água moderada”, ou seja, entre 40-100mg/L, mesmo somando os dois valores estão abaixo de 150 mg/L.

O sódio foi determinado em todos os meses, apresentando uma variação de 1,300 até 17,200mg/L, tendo como média geral 5,354mg/L (Tabela 12 e Gráfico 05). Observa-se que nenhum dos valores dos poços ultrapassou os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 396/08 e a Portaria de potabilidade nº 2.914/11/MS. Este cátion é controlado por atribuir sabor à água e o VMP é de 200 mg/L. O valor máximo de Na nas águas dos poços foi obtida no mês de fevereiro de 2017 no poço 8, chegando a um valor aproximado de 17mg/L.

Tabela 12 - Estatística descritiva das análises do Na em mg/L das amostras de água dos poços no entorno do cemitério Maria Rosa 2015-2017

|               | POÇO 1 | POÇO 2 | POÇO 3 | POÇO 4 | POÇO 5 | POÇO 6 | POÇO 7 | POÇO 8 | POÇO 9 | POÇO 10 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| <b>Média</b>  | 3,080  | 6,497  | 4,885  | 5,107  | 6,027  | 4,965  | 5,398  | 3,993  | 7,820  | 5,767   |
| <b>Desvio</b> | 1,658  | 5,785  | 2,274  | 1,712  | 2,177  | 1,817  | 1,173  | 2,442  | 8,172  | 3,774   |
| <b>Mínimo</b> | 1,300  | 1,450  | 2,230  | 3,260  | 4,360  | 3,250  | 4,210  | 1,450  | 2,240  | 3,410   |
| <b>Máximo</b> | 4,580  | 12,810 | 7,660  | 6,640  | 8,490  | 7,120  | 6,940  | 6,320  | 17,200 | 10,120  |

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

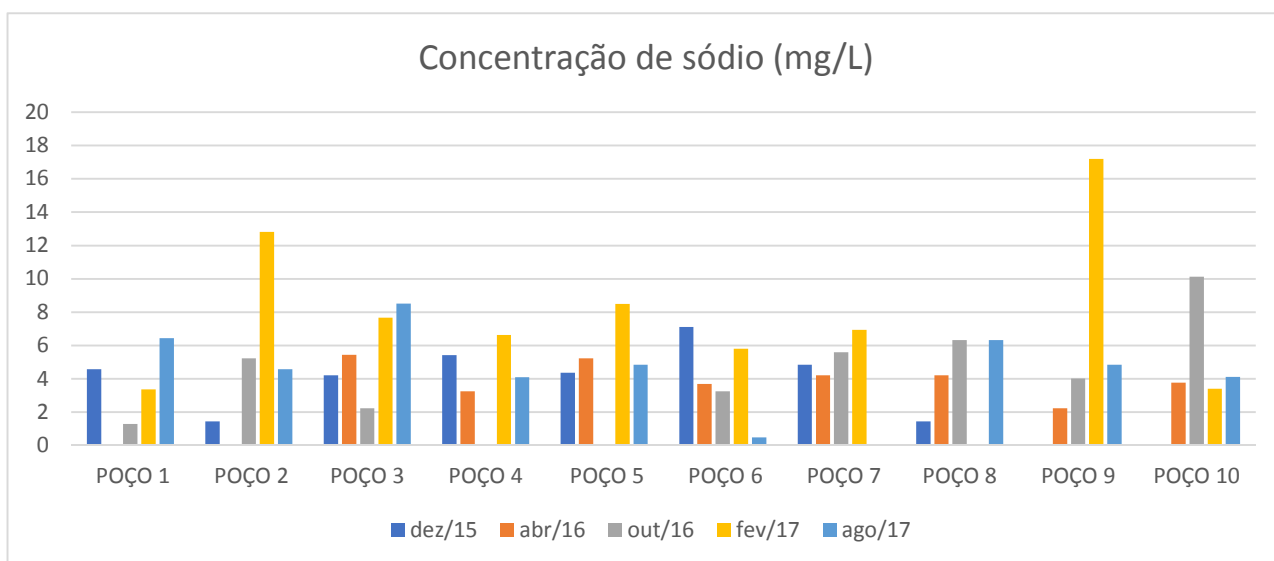


Gráfico 05 - Valores de Na determinada nas amostras de água de poço no entorno do cemitério Maria Rosa, 2015 – 2017

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

O potássio foi determinado em todos os meses, apresentando uma variação de 1,050 até 8,760mg/L, tendo como média geral 3,740mg/L (Tabela 13 e Gráfico 06).

Tabela 13 - Estatística descritiva das análises do K em mg/L das amostras de água dos poços no entorno do cemitério Maria Rosa 2015-2017

|               | POÇO 1 | POÇO 2 | POÇO 3 | POÇO 4 | POÇO 5 | POÇO 6 | POÇO 7 | POÇO 8 | POÇO 9 | POÇO 10 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| <b>Média</b>  | 2,345  | 2,710  | 4,190  | 4,298  | 3,795  | 2,312  | 6,018  | 3,203  | 5,105  | 3,421   |
| <b>Desvio</b> | 0,275  | 1,730  | 2,583  | 2,097  | 1,400  | 1,466  | 2,377  | 1,543  | 2,248  | 2,086   |
| <b>Mínimo</b> | 2,020  | 1,560  | 1,990  | 1,430  | 1,760  | 1,050  | 3,690  | 1,870  | 3,560  | 0,655   |
| <b>Máximo</b> | 2,690  | 4,700  | 8,600  | 6,320  | 4,960  | 4,230  | 8,760  | 5,360  | 8,360  | 5,590   |

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

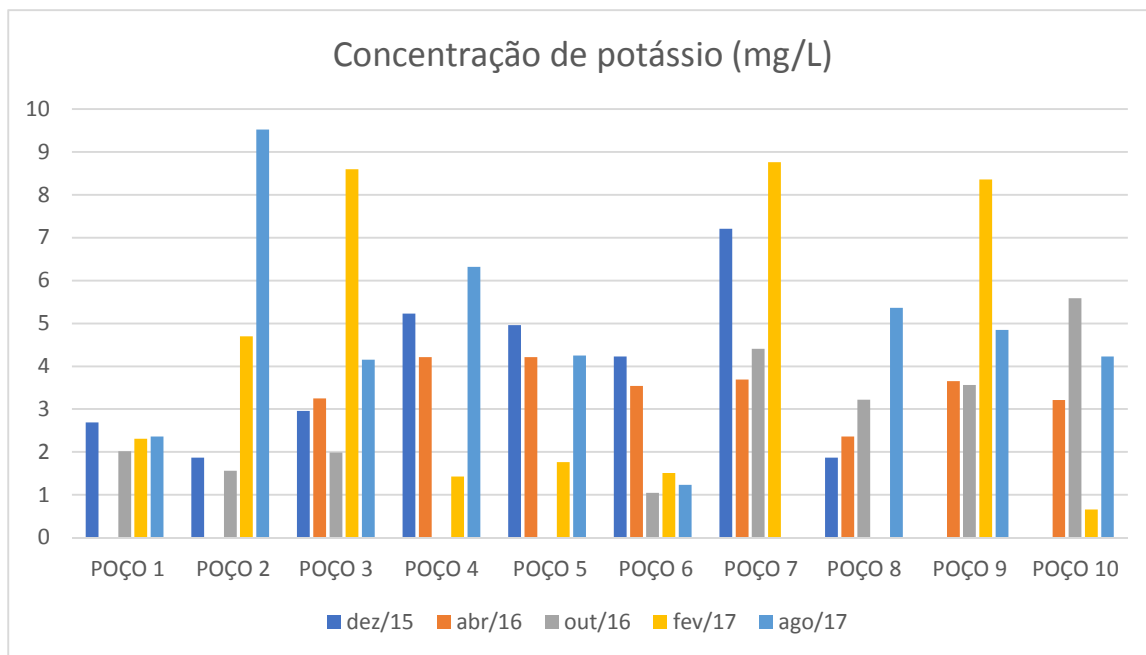


Gráfico 06 - Valores de K determinados nas amostras de água de poço no entorno do cemitério Maria Rosa, 2015 – 2017

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

O zinco foi determinado na amostra dos poços P4 e P5 no mês de abril de 2016 e em todas as amostras do mês de outubro de 2016, exceto no P 4 e no P5, onde não foram coletadas amostras. Todas as amostras do mês de fevereiro de 2017 também apresentaram Zn com uma variação de 0,000 até 0,565mg/L. No mês de agosto de 2017, somente o P3 apresentou zinco na concentração 1,207 mg/L, embora seja a maior concentração determinada em relação a todas as amostras é  $\cong$  t3 vezes menor que o VMP (5,0 mg/L) pelas legislações nacionais (Gráfico 07).

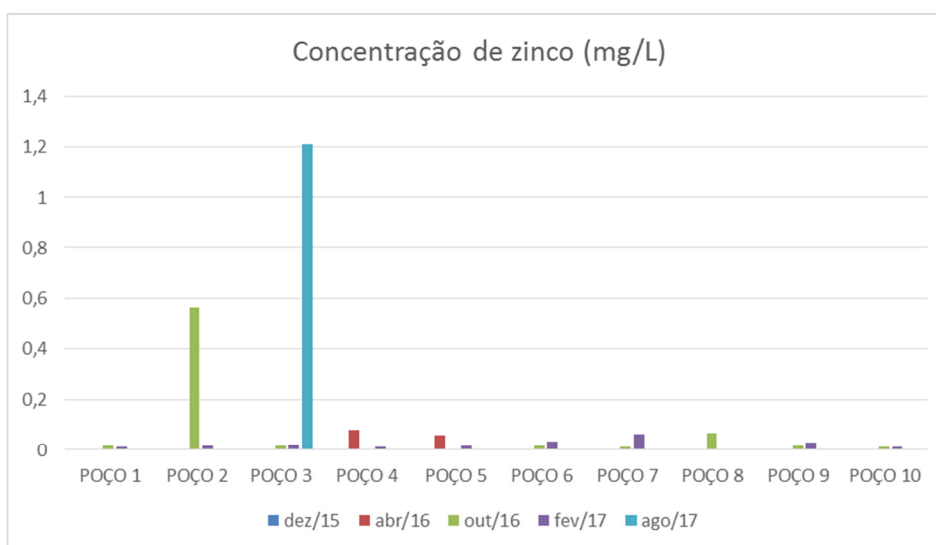


Gráfico 07 - Valores de Zn determinados nas amostras de água de poço no entorno do cemitério Maria Rosa, 2015 – 2017

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

O manganês apresentou uma variação de 0,000 até 1,770mg/L; e não foi determinado apenas no mês de dezembro de 2015. Na Tabela 14 é apresentada a estatística descritiva dessas análises. No Gráfico 08 apresenta-se o perfil das amostras e pode-se observar que 24,5 % delas apresentaram valores acima do VMP pela legislação nacional. O valor de fevereiro de 2016 do P3 apresentou-se 17,7 vezes maior que o estabelecido pelo CONAMA – Resolução nº 396/08. Os valores do P1, P6, P7, P8, P9 e o P10 deram mais elevados que o valor estabelecido. O P10 (poço controle), apresentou-se 2,27 vezes maior que o registro aceito pelo CONAMA, Resolução nº 396/08.

Tabela 14 - Estatística descritiva das análises do Mn em mg/L das amostras de água dos poços no entorno do cemitério Maria Rosa 2015-2017

|               | POÇO 1 | POÇO 2 | POÇO 3 | POÇO 4 | POÇO 5 | POÇO 6 | POÇO 7 | POÇO 8 | POÇO 9 | POÇO 10 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| <b>Média</b>  | 0,499  | 0,003  | 0,444  | 0,010  | 0,012  | 0,169  | 0,202  | 0,172  | 0,260  | 0,118   |
| <b>Desvio</b> | 0,858  | 0,006  | 0,884  | 0,010  | 0,011  | 0,174  | 0,193  | 0,152  | 0,290  | 0,101   |
| <b>Mínimo</b> | 0,000  | 0,000  | 0,000  | 0,000  | 0,000  | 0,000  | 0,000  | 0,000  | 0,062  | 0,028   |
| <b>Máximo</b> | 1,490  | 0,010  | 1,770  | 0,019  | 0,021  | 0,323  | 0,432  | 0,288  | 0,593  | 0,227   |

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

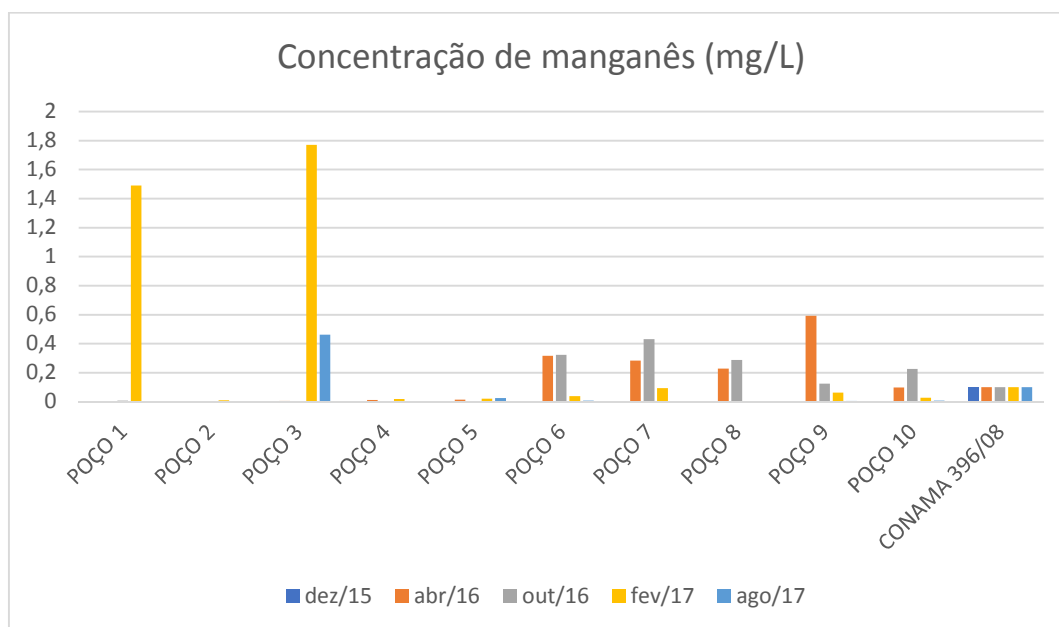


Gráfico 08 -Valores de Mn determinados nas amostras de água de poço no entorno do cemitério Maria Rosa, 2015 – 2017

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

Os cloretos foram determinados em todos os meses. As amostras das águas analisadas no entorno do cemitério Maria Rosa, provenientes de poços, apresentaram

concentração numa variação de 7,0 até 160mg/L, tendo como média geral 41,5mg/L (Tabela 15 e Gráfico 09). Os cloretos estão presentes em todas as águas naturais, em concentrações variáveis. As águas subterrâneas podem possuir quantidades apreciáveis, segundo a Portaria a nº 2914 do MS de 12 de dezembro de 2011. Observa-se que nenhum dos valores dos poços ultrapassou os limites estabelecidos pelo CONAMA – Resolução nº 396/08. O valor máximo de Cloretos nas águas dos poços foi obtido no mês de outubro de 2016 no poço 10, chegando a 160 mg/L.

Tabela15 - Estatística descritiva das análises do Cloretos em mg/L das amostras de água dos poços no entorno do cemitério Maria Rosa 2015-2017

|               | POÇO 1 | POÇO 2 | POÇO 3 | POÇO 4 | POÇO 5 | POÇO 6 | POÇO 7 | POÇO 8 | POÇO 9 | POÇO 10 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| <b>Média</b>  | 29,867 | 36,900 | 26,850 | 39,200 | 27,600 | 21,933 | 44,767 | 41,733 | 22,000 | 124,67  |
| <b>Desvio</b> | 9,642  | 7,333  | 13,418 | 33,029 | 5,233  | 14,564 | 26,414 | 9,203  | 12,287 | 30,860  |
| <b>Mínimo</b> | 24,300 | 31,300 | 13,900 | 7,000  | 23,900 | 10,400 | 27,800 | 31,300 | 10,300 | 103,00  |
| <b>Máximo</b> | 41,000 | 45,200 | 45,200 | 73,000 | 31,300 | 38,300 | 75,200 | 48,700 | 34,800 | 160,00  |

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

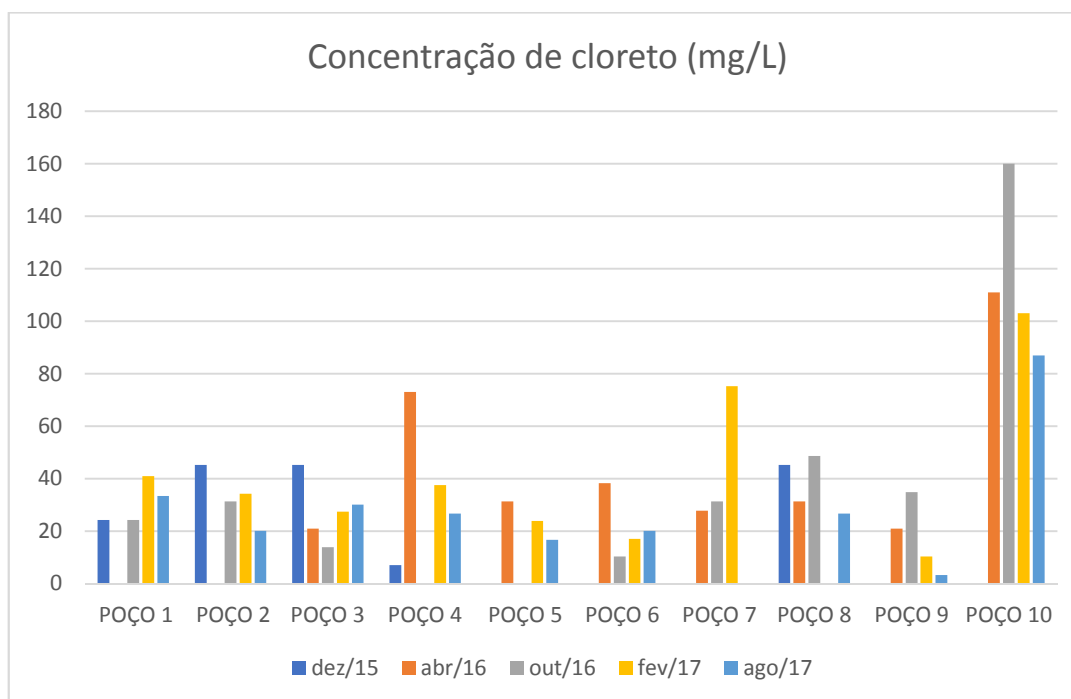


Gráfico 09 - Valores de Cloretos determinados nas amostras de água de poço no entorno do cemitério Maria Rosa, 2015 – 2017

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

As amostras analisadas neste estudo e dispostas na Tabela 16 e Gráfico 10 para os nitratos, nos meses de dezembro/15 e agosto/17, respectivamente período seco e chuvoso, não foram determinados resultados positivos, porém, os que foram avaliados nos

outros meses apresentaram uma variação de 0,631 até 67,100; como a Resolução CONAMA nº. 396/08 prevê que a máxima concentração permitida de nitrato, para consumo humano, em águas subterrâneas, é de 10mg/L, esses valores servem de alerta de contaminação.

Tabela 16 - Estatística descritiva das análises do Nitratos em mg/L das amostras de água dos poços no entorno do cemitério Maria Rosa 2015-2017

|               | POÇO 1 | POÇO 2 | POÇO 3 | POÇO 4 | POÇO 5 | POÇO 6 | POÇO 7 | POÇO 8 | POÇO 9 | POÇO 10 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| <b>Média</b>  | 0,570  | 0,410  | 10,240 | 33,550 | 10,000 | 9,130  | 7,820  | 0,520  | 1,363  | 6,560   |
| <b>Desvio</b> | 0,806  | 0,580  | 16,946 | 47,447 | 14,142 | 15,220 | 12,469 | 0,735  | 1,645  | 8,742   |
| <b>Mínimo</b> | 0,000  | 0,000  | 0,000  | 0,000  | 0,000  | 0,000  | 0,000  | 0,000  | 0,000  | 0,631   |
| <b>Máximo</b> | 1,140  | 0,820  | 29,800 | 67,100 | 20,000 | 26,700 | 22,200 | 1,040  | 3,190  | 16,600  |

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

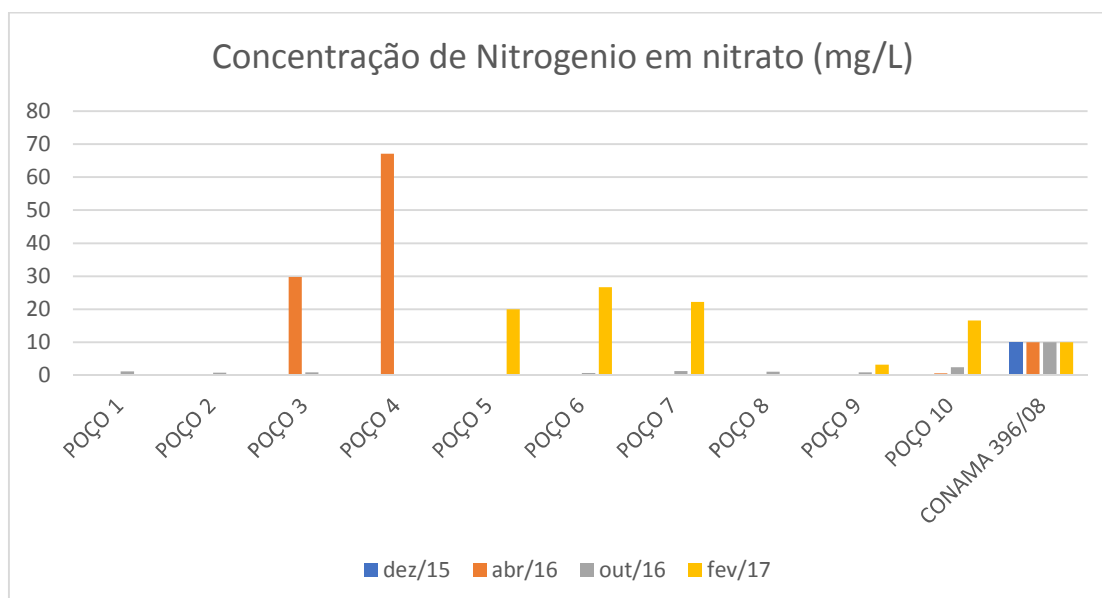


Gráfico 10 - Valores de nitratos determinados nas amostras de água de poço no entorno do cemitério Maria Rosa, 2015 – 2017.

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

As maiores concentrações dos íons sulfato foram registradas para as amostras P2 (29,100mg/L), P4 (30,200mg/L), P6 (25,200mg/L), P7 (41,600mg/L), P8 (29,100mg/L), P10 (38,200mg/L), As menores concentrações registradas foram para as amostras dos poços P1 (19,200mg/L), P3 (16,000mg/L), P5 (21,000mg/L) e P7 (13,000mg/L), conferindo-lhes uma qualidade elevada bastante significativa. Assim, em se tratando dos íons sulfato, essas águas não oferecem perigo à saúde humana (Tabela 17 e Gráfico 11).

Tabela 17 - Estatística descritiva das análises dos sulfatos em mg/L das amostras de água dos poços no entorno do cemitério Maria Rosa 2015-2017

|               | POÇO 1 | POÇO 2 | POÇO 3 | POÇO 4 | POÇO 5 | POÇO 6 | POÇO 7 | POÇO 8 | POÇO 9 | POÇO 10 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| <b>Média</b>  | 10,940 | 19,167 | 12,128 | 21,050 | 13,403 | 18,563 | 31,750 | 22,500 | 7,850  | 22,717  |
| <b>Desvio</b> | 7,220  | 9,016  | 3,760  | 12,940 | 8,002  | 7,918  | 10,011 | 6,755  | 4,921  | 17,747  |
| <b>Mínimo</b> | 5,830  | 11,500 | 7,410  | 11,900 | 6,010  | 7,250  | 18,300 | 15,600 | 4,500  | 3,350   |
| <b>Máximo</b> | 19,200 | 29,100 | 16,000 | 30,200 | 21,900 | 25,200 | 41,600 | 29,100 | 13,500 | 38,200  |

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

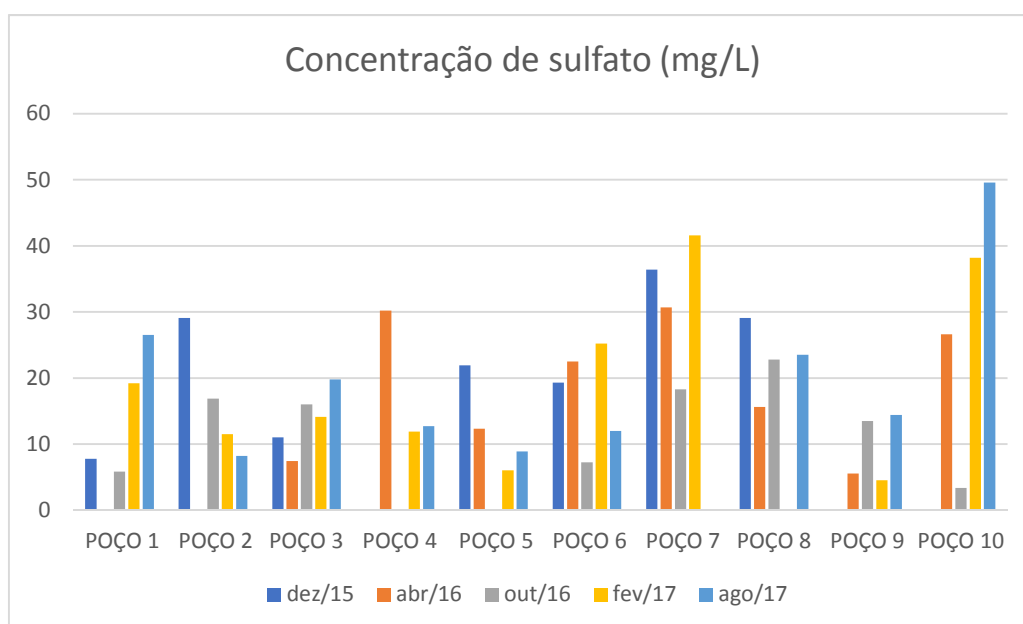


Gráfico 11 - Valores de Sulfatos determinados nas amostras de água de poço no entorno do cemitério Maria Rosa, 2015 – 2017.

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

A Alcalinidade total avaliada, refere-se principalmente à presença de ânions bicarbonato obtido através da titulação mg/L. As amostras para alcalinidade total apresentaram valores que variaram entre 16,00 e 228,00 mg/L. A alcalinidade de bicarbonato foi determinada em todos os meses, apresentando uma variação de 20,000 até 228,000mg/L. Todos os poços apresentaram análises de alcalinidade bicarbonato, porém, os meses de dezembro/2015 no poço 10, abril/2016 nos poços 1 e 2, outubro/2016 nos poços 4 e 5 e fevereiro/2017 no poço 8 não foram analisados. Ademais, notou-se esse elemento no poço controle com uma média de 228,000mg/L, (Tabela 18 e Gráfico 12). Os resultados das análises também possibilitaram observar o comportamento das concentrações desse parâmetro hidro-químico em função da variação climática da região.



Tabela 18. Estatística descritiva das análises do alcalinidade bicarbonato em mg/L das amostras de água dos poços no entorno do cemitério Maria Rosa 2015-2017

|               | POÇO 1 | POÇO 2 | POÇO 3 | POÇO 4 | POÇO 5 | POÇO 6 | POÇO 7 | POÇO 8 | POÇO 9 | POÇO 10 |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| <b>Média</b>  | 114,00 | 103,67 | 55,20  | 78,50  | 95,00  | 51,80  | 86,67  | 87,75  | 85,00  | 123,00  |
| <b>Desvio</b> | 3,56   | 79,82  | 49,28  | 41,35  | 30,92  | 43,09  | 23,12  | 49,34  | 53,82  | 71,21   |
| <b>Mínimo</b> | 109,00 | 20,00  | 16,00  | 23,00  | 50,00  | 17,00  | 60,00  | 23,00  | 28,00  | 72,00   |
| <b>Máximo</b> | 117,00 | 179,00 | 112,00 | 116,00 | 120,00 | 123,00 | 101,00 | 134,00 | 139,00 | 228,00  |

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

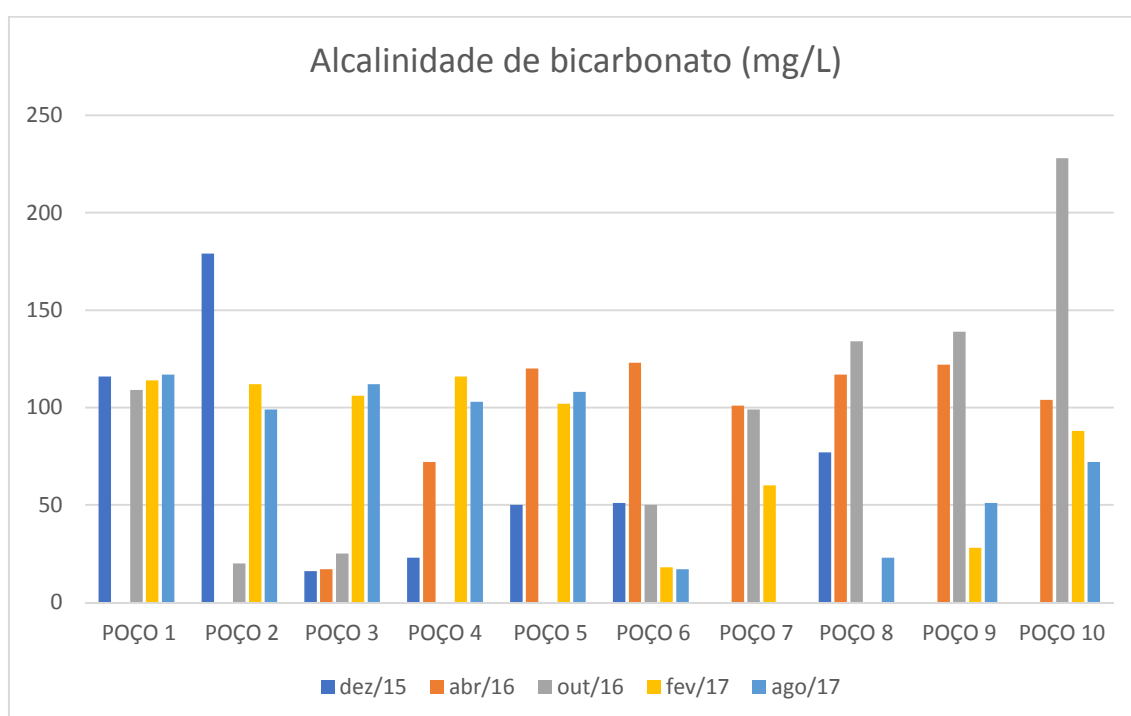


Gráfico 12 - Valores de alcalinidade bicarbonato determinados nas amostras de água de poço no entorno do cemitério Maria Rosa, 2015 – 2017

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

## 6 DISCUSSÃO

No presente trabalho foi verificado a prática comum do uso de poços rasos, especialmente nos bairros Robalo, Areia Branca e Mosqueiro, como única fonte para o consumo doméstico. Fato decorrente de dois fatores conjugados: facilidade de perfurar poços, devido ao lençol freático raso, como também problemas no abastecimento domiciliar com água tratada. Porém com um agravante, os poços são perfurados próximos a fossas e esgoto residencial, que drenam para a areia e os contaminam. Além desse fator se constituir um risco para a saúde dos moradores, ainda é peculiar a existência de vários cemitérios clandestinos na área. Kemerich et al. 2012, verificaram que os cemitérios são potenciais fontes de contaminação desses poços, por necrochourume. Na Zona de Expansão um dos bairros mais populosos é o de Areia Branca, e o crescimento exacerbado sem infraestrutura adequada dessa região, gerou uma panorama insuficiente para suprir as necessidades da população, inclusive com o fornecimento ineficiente de água tratada para consumo humano. O saneamento básico, contribui para a melhoria da qualidade de vida da população. No entanto, verificou-se que restam ainda vários obstáculos no estabelecimento de um balanço adequado entre as necessidades da população e o funcionamento dos diversos ecossistemas por falta de saneamento (GRASSI, 2001).

A Portaria 2.914/11, do Ministério da Saúde, que entrou em vigor em dezembro de 2011 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2011), em substituição à Portaria 518/04, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Neste trabalho também se utilizou a Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008, que “Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências”(CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 2008), estabelece também os parâmetros de potabilidade para as águas subterrâneas, com seus respectivos (VMP). A qualidade da água potável distribuída no Brasil deve atender 99 parâmetros físicos, químicos, organolépticos e microbiológicos,.

A falta de informação, de estrutura sanitária, a má conservação dos poços domésticos de abastecimento e, principalmente, o manejo inadequado de dejeções animais, no solo são fatores que podem resultar em problemas de saúde pública. Assim, na região do presente estudo, há evidências de que as fontes de contaminação nos entornos das residências são oriundas da prática de jogar o lixo a céu aberto, da presença de dejetos animais, da falta de esgotamento sanitário e da proximidade de cemitérios clandestinos. Tais fatores provocam a contaminação do solo e após algum tempo podem atingir a água subterrânea.

As análises microbiológicas das 45 amostras de água coletadas, no entorno do cemitério Maria Rosa no período de dezembro de 2015 a agosto 2017, apresentaram 26% resultados positivos para os coliformes totais e coliformes termotolerantes e 49% de resultados positivos para bactérias heterotrófica, sendo que 20% estão acima das 500 unidades de formação de colônia por mL (UFC/mL). Tais resultados estão em desacordo tanto com a Portaria Nº 2.914/11/MS quanto a Resolução CONAMA 396/08. De acordo com as mesmas, não é admitida a presença de coliformes termotolerantes na água para o consumo humano. Vale ressaltar que 30% das amostras apresentaram resultados positivos para *Staphylococcus aureus* e 20% de bactéria sulfitos redutores. Entretanto, não houve presença de bactérias do gênero *Salmonella* e *Clostridium*. As amostras que obtiveram resultados positivos para as análises microbiológicas foram coletados no período chuvoso, evidenciando a influência do período de cheia na contaminação microbiológica.

De acordo com a Portaria 2.914/11/MS e a Resolução CONAMA nº 396/08, os resultados físico-químicos medidos *in loco* com sonda multiparâmetro apresentou o pH com valores dentro dos limites para o padrão de potabilidade, variando entre 6,5 e 7,7, com uma média de 7,024. Referente à condutividade, 88,9% dos poços apresentavam uma condutividade abaixo do valor máximo permitido (500 µS/cm), enquanto 11,1% (amostras do poço controle) apresentaram valores maiores que 500 µS/cm. Os sólidos totais dissolvidos (STD) variaram entre 77 e 243 mg/L e a salinidade (SAL) variou entre 0,07 e 0,015 mg/L. Os últimos três parâmetros indicam que as águas dos poços são classificadas como água doce.

O aumento da salinidade é um indicador da presença de necrochorume na água, ou da proximidade com o mar. Yang *et al.* (2018) destacam a vulnerabilidade dos aquíferos costeiros com o risco de salinização das águas subterrâneas. De acordo com os autores, a salinização pode ser causada por fatores hidrogeológicos, incluindo propriedades de aquíferos, inundação do aumento do oceano e condições hidrológicas.

Os resultados físico-químicos medidos no laboratório nas amostras de água foram: Pb, Cd, Ca, Na, K, Fe, Cu, Zn, Ni, Mn e Cr. Destes, três não foram determinados em nenhuma das amostras são eles o Pb, Ni e Cr. O cádmio foi determinado somente no mês de abril de 2016 (Gráfico 1). Mas, em concentrações acima do valor máximo permissível (VMP) pela Resolução CONAMA nº 396/08 e a Portaria nº 2.914/11/MS. Observa-se que o valor determinado no poço 4 (0,840 mg/L) é 168 vezes maior que o VMP 0,005 mg/L de Cd e somente nas amostras dos poços 1 e 2 não foi determinado esse elemento. No poço controle também foi encontrado esse elemento na concentração de 0,181 mg/L de Cd. A média dos valores determinados foi  $0,176 \pm 0,241$  mg/L. De acordo com a literatura, a queima de combustíveis fósseis, o lixo urbano, sedimentos de esgotos e necrochorume são fontes de contaminação do solo por cádmio (KEMERICH, et al. ,2013).

O cobre foi determinado no mês de fevereiro de 2017 em todos os poços em concentrações na faixa de 4,0 – 8,0 µg/L que são bem abaixo do VMP (2,0 mg/L) estabelecidos pela Resolução CONAMA 396/08 e pela Portaria nº 2.914/11/MS.

O ferro foi determinado em 69% das amostras analisadas (Tabela 9, Gráfico 2), verifica-se que o poço 1 foi o que apresentou a maior contração deste elemento. As concentrações de Fe determinada no mês de janeiro de 2017 para todas as amostras são mais de dez vezes os VMP (0,3 mg/L) pela Resolução CONAMA 396/08.

No estudo de Ferrante et al. (2018), Fe foi ocasionalmente encontrado com valores superiores aos internacionais limiares fixados pela Organização Mundial da Saúde e pela Comissão Europeia para a água potável. As águas ricas em íons  $\text{Fe}^{+3}$ , podem apresentar uma elevação de sua turbidez quando entram em contato com o oxigênio do ar. O contato imediato do íon ferro com o oxigênio da atmosfera ocasiona uma reação química, e o íon ferro transforma-se em óxido de ferro substância esta que é responsável pela coloração amarronzada (CORCÓVIA; CELLIGOI, 2012).

O cálcio (Ca) determinado nas amostras variou na faixa de 2,05 – 93,95 mg/L (Tabela 10, Gráfico 3). Como os VMP determinados pela Portaria 2914/11 e pela Resolução CONAMA nº 396/08, estão dentro desta faixa pode-se dizer que as amostras estão de acordo com a concentração natural da região. Os íons Ca e Mg estão relacionados com a dureza da água quando associados aos ânions carbonato, bicarbonato e sulfato. Quando comparada com a literatura, a água da área de estudo pode ser classificada como mole, pois, considera-se água dura aquelas com teores acima de 150 mg/L de cálcio; no caso dos poços no entorno do cemitério Maria Rosa, todos se mantiveram no que a CETESB (2012) considera “água moderada”, ou seja, entre 40-100mg/L, mesmo somando os dois valores estão abaixo de 150 mg/L.

Para o Na, o valor máximo nas águas dos poços foi obtida no mês de fevereiro de 2017 no poço 8, chegando a um valor aproximado de 17mg/L (Tabela 12, Gráfico 5). Porém foi observado que nenhum dos valores dos poços ultrapassou os limites estabelecidos pela resolução CONAMA nº 396/08 e a portaria de potabilidade nº 2914/11/MS. Este cátion é controlado por atribuir sabor a água e o VMP é de 200 mg/L.

O potássio foi determinado em todos os meses, apresentando uma variação de 1,050 até 8,760mg/L, tendo como média geral 3,740mg/L (Tabela 13, Gráfico 6). Embora a Resolução CONAMA nº 396/08 e a Portaria de potabilidade nº 2.914/11/MS não contemplem o potássio nos parâmetros de qualidade de água, esse íon é importante na composição das células do corpo humano. Altas concentrações de potássio nas águas subterrâneas em áreas próximas a cemitérios podem estar relacionadas à decomposição dos corpos (ESPINDULA, 2004). Portanto, as concentrações obtidas nas amostras não indicam contaminação por necrochorume.

O magnésio apresentou variação de 1,640 até 21,730mg/L (Tabela 14, Gráfico 8). A literatura estabelece que a água subterrânea a concentração de Mg varia entre 31,347 – 65,367 mg/L (BRASIL, 2014). A concentração deste íon, encontrada nas análises no entorno do cemitério Maria Rosa não influenciam na saúde da população.

O zinco foi determinado na amostra dos poços P4 e P5 no mês de abril de 2016 e em todas as amostras do mês de outubro de 2016, exceto nos P 4 e no P5, onde não foram coletadas amostras (Gráfico 7). Todas as amostras do mês fevereiro de 2017 também apresentaram Zn com o valor máximo de 0,565mg/L. No mês de agosto de 2017, somente o P3 apresentou zinco na concentração 1,207 mg/L, embora seja a maior concentração determinada em relação a todas as amostras, aproximadamente, 3 vezes menor que o VMP (5,0 mg/L) pela legislação nacional e de acordo com a Agencia de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA, 2009).

O manganês não foi determinado apenas no mês de dezembro de 2015, apresentando uma variação de não detectado até 1,770mg/L, o perfil das amostras, 24,5% apresentaram valores acima do VMP pela legislação nacional (Tabela 14, Gráfico 8). O manganês está entre os parâmetros químicos alterados provenientes do desprendimento de tintas, vernizes e guarnições utilizadas nos ataúdes (ESPINDULA, 2004). Observou-se que o valor do P3 referente a fevereiro de 2016 apresentou-se 17,7 vezes maior que o estabelecido pelo CONAMA - Resolução nº 396/08. Os valores do P1. P6, P7, P8, P9 e o P10 deram mais elevados que o valor estabelecido. O grupo P10 (poço controle) apresentou-se 2,27 vezes maior que o registro aceito pela legislação.

Os cloretos foram determinados em todos os meses. As amostras das águas analisadas no entorno do cemitério Maria Rosa, provenientes de poços, apresentaram concentração numa variação de 7,0 até 160mg/L, tendo como média geral 41,5mg/L (Tabela 15, Gráfico 9). Os cloretos estão presentes em todas as águas naturais, em concentrações variáveis. As águas subterrâneas podem possuir quantidades apreciáveis, segundo a Portaria nº 2914 do MS de 12 de dezembro de 2011. Observa-se que nenhum dos valores dos poços ultrapassou os limites estabelecidos pelo CONAMA - Resolução nº 396/08. O valor máximo de cloretos nas águas dos poços foi obtido no mês de outubro de 2016 no poço 10, chegando a um valor de 160 mg/L.

A Resolução CONAMA nº. 396/08 prevê a máxima concentração permitida de nitrato para consumo humano, em águas subterrâneas, 10mg/L. Nessas águas esse elemento é originado principalmente da aplicação de fertilizantes nitrogenados, tanto inorgânicos, como proveniente de dejetos animal, esgoto doméstico, bem como lixiviação de áreas agrícolas, lixões, etc. (FRANCA, 2006). As amostras positivas analisadas neste estudo para os nitratos, ocorreram nos meses de abril/16 e fevereiro/17, respectivamente período chuvoso e seco, nos outros meses, apresentaram uma variação de 0,631 até

67,100 (Tabela 16, Gráfico 10). Segundo Resolução CONAMA nº. 396/08, esses valores servem de alerta de contaminação.

O íon sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) está presente em quase todos os tipos de águas, constituindo-se num dos maiores responsáveis pela qualidade dos recursos hídricos naturais. O valor máximo estabelecido pela Portaria nº 2.914/11 MS para o teor desse íon numa água destinada ao consumo humano é 250 mg/L. As maiores concentrações dos íons sulfato foram registrados para as amostras P2 (29,100mg/L), P4 (30,200mg/L), P6 (25,200mg/L), P7 (41,600mg/L), P8 (29,100mg/L), P10 (38,200mg/L) (Tabela 17, Gráfico 11). Portanto, dependendo da tolerância individual, deve-se ter cautela no uso dessas águas para consumo humano. As menores concentrações registradas foram para as amostras dos poços P1 (19,200mg/L), P3 (16,000mg/L), P5 (21,000mg/L) e P7 (13,000mg/L), em referência aos íons sulfato, essas águas não oferecem perigo à saúde humana.

A Alcalinidade total avaliada refere-se principalmente à presença de ânions bicarbonato obtido através da titulação mg/L. As amostras para alcalinidade total apresentaram valores que variaram entre 16,00 e 228,00 mg/L (Tabela 18, Gráfico 12). Em águas, a alcalinidade total raramente excede 500 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ . A alcalinidade tem uma finalidade especial e principal que é a de manter o pH estável. Em concentrações moderadas na água de consumo humano, a alcalinidade total não tem nenhum significado sanitário. Contudo, em níveis elevados, pode trazer sabor desagradável (MARINS et al., 2008). Observa-se que nenhum dos valores dos poços ultrapassou os limites estabelecidos pelo CONAMA - Resolução nº 396/08.

Os resultados das análises também possibilitaram observar o comportamento das concentrações desse parâmetro hidro-químico em função da variação climática da região. Somente estudos geológicos dos solos onde esses poços foram perfurados poderão revelar, com maior clareza, a natureza desses comportamentos. As águas subterrâneas desempenham um importante papel para a comunidade, complementando o fornecimento de água da rede pública e as vezes como único recurso utilizado

Ferrante *et al.* (2018) observaram a correlação entre a química da água e dos sedimentos com a proximidade do abastecimento de água com as fossas das residências. Identificaram ainda, a potencial toxicidade do abastecimento de água para as populações e o risco de desenvolver efeitos crônicos devido a alguns parâmetros físico-químicos, destacando assim, a importância do funcionamento do sistema de encanamento de água e de manter a distância adequada entre fossas e água potável.

O presente estudo avaliou a qualidade da água próximo a fossas e o cemitério clandestino Maria Rosa. Este estudo espera sensibilizar, os usuários desses poços, sobre a importância e a necessidade de cuidados com o tratamento dessas águas, da higiene nos

seus entornos com o intuito de melhorar a qualidade de vida, e promover a saúde da população.

## 7 CONCLUSÃO

O caso da Zona de Expansão de Aracaju permite observar o conflito entre a concepção e a execução das políticas públicas, pois não há cuidado em adequar as várias políticas existentes, nem há cuidado na execução de cada uma delas.

Este estudo permitiu, verificar a presença de uma forma desordenada de ocupação do espaço, que se caracteriza por apresentar um conjunto de condições socioeconômicas e sanitárias extremamente propícias à ocorrência e expansão de doenças, além de águas paradas, pluviais ou de esgoto, há muito lixo a céu aberto e também um grande número de animais domésticos no peridomicílio das residências, conferindo a esse espaço urbano uma característica de ruralização, com condições estruturais precárias.

Conforme a Portaria 2.914/11/MS e a Resolução CONAMA nº 335/08, parte das amostras de águas dos poços analisados, apresentam-se impróprias para consumo humano do ponto de vista bacteriológico, uma vez que foi evidenciado nível de contaminação bacteriana. As amostras de água apresentaram também alguns dos parâmetros químicos avaliados fora dos padrões de potabilidade. Verifica-se uma forte influência sazonal na contaminação, pois, a maioria das amostras com parâmetros fora dos valores máximos permissíveis foram coletadas nos períodos de cheia.

O estudo indicou que a contaminação das águas dos poços são provenientes das ações antrópicas e da falta de saneamento local. Pois, dentre as amostras fora dos padrões de potabilidade estão as do poço controle, que está 15 km de distância da área do cemitério, descartando-se a contaminação por necrochorume. Outro fator, é que estes parâmetros tem como fontes contaminação a queima de combustíveis fósseis, o lixo domésticos, a presença de dejetos fecais de animais e humano.

As águas provenientes de poços são a única fonte de abastecimento para a população pesquisada, o acesso do nível de esgotamento sanitário e do saneamento básico, em geral, é fundamental para a prevenção da transmissão de doenças de veiculação hídrica e, por conseguinte, para a garantia da potabilidade das águas subterrâneas.

É importante por parte da empresa distribuidora de água um esforço para levar a oferta de água até a entrada dos lotes e das casas já construídas, para que os moradores que desejem ter água encanada sejam atendidos. Como também, a fiscalização por parte da Prefeitura Municipal de Aracaju, evitando que poços sejam perfurados de forma indiscriminada e sem qualquer autorização do setor competente pela permissão do uso de água subterrânea.

No caso dos cemitérios clandestinos, deve ser providenciada a regularização do uso do solo, cumprindo a legislação vigente e específica, aprovada pelo Conselho Nacional de



Meio Ambiente (CONAMA), na Resolução nº 335, de 03 de abril de 2008, e nº 402, de 17 de novembro de 2008, que obriga as administrações de necrópoles a tomar providências quanto às adequações necessárias de ordem ambiental.

## 8 REFERÊNCIAS

ABDIN, Salih. Qanats a unique groundwater management tool in arid regions: The case of Bam Region in Iran. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GROUNDWATER SUSTAINABILITY (USGWAS) **Anais....** Unesco, México, janeiro de 2006.

ADMINISTRAÇÃO ESTADUAL DO MEIO-AMBIENTE – SERGIPE (ADEMA) 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Panorama da qualidade das águas superficiais do Brasil. Brasília, ANA, 2012.

AMARAL, L. A.; ROSSI JR, O. D.; NADER FILHO, A.; SOUZA, M. C. I.; ISA, H. Água utilizada em suinocultura como fator de risco à saúde humana e animal. **Arquivos Veterinária**, 2005, v. 21, nº1; p. 41-46.

ANJOS, R. M. dos. Cemitérios: uma ameaça à saúde humana? In: **CREA – SC**. Out. 2013. Disponível em: <<http://www.crea-sc.org.br/portal/index.php?cmd=artigosdetalhe&id=2635#.U2KuDWpdUpo>>. Acesso em: 13 jul. 2017.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22<sup>a</sup> ed. Washington: American Public Health Association/American Water Works Association/Water Pollution Control Federation, 2012.

AQUÍFERO GUARANI. Disponível em: <[www.oaquiferguarani.com.br](http://www.oaquiferguarani.com.br)>. Acesso em: 10 ago. 2016.

ARACAJU, Prefeitura Municipal. **Lei nº 873/82** de 01 de outubro de 1982. Estabelece nova delimitação dos Bairros de Aracaju e dá outras providências correlatas. Disponível em: <[http://www.aracaju.se.gov.br/userfiles/emurb/2011/08/Diversas\\_Lei0873\\_1982\\_DelimitacaoBairrosAracaju.pdf](http://www.aracaju.se.gov.br/userfiles/emurb/2011/08/Diversas_Lei0873_1982_DelimitacaoBairrosAracaju.pdf)>. Acesso em: 01 jan. 2018.

ARACAJU. Prefeitura Municipal. **Lei Complementar 042/2000**. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Aracaju, cria o sistema de planejamento e gestão urbana e dá outras providências. Disponível em <<http://w.w.w.aracaju.se.gov.br/legislação>>. Acesso em 14 set. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS (ABAS). **Poços tubulares profundos, uma alternativa viável**. Disponível em: <<http://www.abas.org/abasinforma/148/paginas/13.htm>>. Acesso em: 24 out. 2016.

BAIN, R.; CRONK, R.; WRIGHT, J.; YANG, H.; BARTRAM, J.. Fecal contamination of drinking water in developing countries: a systematic review and meta-analysis. **PLoS Medicine**. 2014;11:e1001644. [PMC free article] [PubMed]

BARROS, J. G. **Gestão Integrada dos recursos hídricos** – implementação do uso das águas subterrâneas. Brasília: MMA/SRH/OEA, 2000.

BASTOS, Rafael Kopschitz Xavier; BEVILACQUA, Paula Dias; MIERZWA, José Carlos. Análise de risco aplicada ao abastecimento de água para consumo humano. In: PÁDUA, V. L. (coord.). **Contribuição ao estudo da remoção de cianobactérias e microcontaminantes orgânicos por meio de técnicas de tratamento de água para consumo humano**. Rio de Janeiro: ABES-Projeto Prosab, 2009 (p. 327-360).

BEATO FILHO, C. C.; REIS, I. A. **Desigualdade, desenvolvimento sócio-econômico e crime**. Belo Horizonte: Centro de Estudos de Criminalidade e Segurança Pública, 2007

BENSON, A. S. (ed.). **El control de las enfermedades transmisibles en el hombre**. 15. ed.. Informe oficial de la Asociación Estadounidense de Salud Pública. Washington D. C.. Organização Pan-Americana de Saúde (OPAS); Organização Mundial da Saúde (OMS), 1992.

BGR/UNESCO. **Groundwater resources of the world: Transboundary aquifer systems**. 1:50.000.000. Special Edition for the 4 th World Water Fórum, México City, 2006.

BORGHETTI, N.; BORGHETTI, J. R; ROSA, E.F.F.. Aquífero Guarani – A verdadeira integração dos países do Mercosul. Curitiba: GIA: Fundação Roberto Marinho, 2004.

BÓS, S. M.. **Mapeamento da vulnerabilidade natural das águas subterrâneas do município de Sananduva – RS**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Universidade do Passo Fundo, Passo Fundo (RS), 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria Nº 518, de 25 de março de 2004. DOU. 2004, 59(1): 266.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Relatório da oficina de trabalho para aprimorar as atividades de prevenção de cólera nos municípios do Alto Solimões – Estado do Amazonas**. Brasília, 2011a.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Saúde ambiental: guia básico para construção de indicadores. Brasília, 2011b.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional dos Recursos Hídricos. In: **Ministério do Meio Ambiente**. Brasília, 2017. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: 25 ago. 2017.

CALHEIROS, D. F.; OLIVEIRA, M. D. Contaminação de corpos d'água nas áreas urbanas de Corumbá e Ladário. ADM – **Artigo de Divulgação na Mídia, Embrapa Pantanal**, Corumbá-MS, nov. 2005, v.89; p.1-4.

CAPPI, N.; CARVALHO, E. M.; PINTO, A. L. Influência de uso e ocupação do solo nas características químicas e biológicas das águas de poços na bacia do córrego Fundo, Aquidauana, **Geografia Ensino & Pesquisa** 2011, v. 16, nº 3; p. 77-92.

CARNEIRO, V. S. Impactos causados por necrochorume de cemitérios: meio ambiente e saúde pública 2009. **Revista Águas Subterrâneas**. 2009. Disponível em <<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/21956>>. Acesso em 07 nov. 2017.

CARVALHO, Eduardo. Ministério do Meio Ambiente estuda criar norma nacional de reuso de água. In: **G1**, 2015. Disponível em: <<http://g1.globo.com/natureza/noticia/2015/04/brasil->

discute-criar-normas-nacionaisde-reuso-de-agua-diz-ministra.html>. Acesso em: 12 set. 2015.

CEBALLOS, Beatriz Suzana Ovruski de; DANIEL, Luiz Antonio; BASTOS, Rafael Kopschitz Xavier. Tratamento de água para consumo humano: panorama mundial e ações do Prosab. In: PÁDUA, V. L. (coord.). **Contribuição ao estudo da remoção de cianobactérias e microcontaminantes orgânicos por meio de técnicas de tratamento de água para consumo humano**. Rio de Janeiro: ABES- Projeto, 2009, p. 21-43.

CEDERTROM, D. J. St. CGeology and ground-water resources of St. Croix, Virgin Islands: US. Geological Survey Water-Supply Paper 1950, 1067: 117.

CHRISTANTE, L. Poluição após a morte. **Unesp Ciência**. Novembro de 2011. Disponível em: <[http://www.unesp.br/aci\\_ses/revista\\_unespciencia/acervo/25/quem-diria](http://www.unesp.br/aci_ses/revista_unespciencia/acervo/25/quem-diria)>. Acesso em: 13 maio 2016.

COMBINATO, D. S.; QUEIROZ, M. S.. Morte: uma visão psicossocial. **Estudos de Psicologia**, 2006, v. 11, nº 2; p. 209-216 .

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas de amostragem**. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. 2012.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). 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. **Diário Oficial [da] União**, nº 66, de 7 de abril de 2008, Poder Executivo, Seção 1, páginas 64-68.2008a)

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 402, de 17 de novembro de 2008. Altera os artigos 11 e 12 da Resolução nº 335, de 3 de abril de 2003. Revoga o art. 3o da Resolução CONAMA no 368/06. **Diário Oficial [da] União**, nº 224, de 18 de novembro de 2008, Poder Executivo, Seção 1, página 66. (2008b).

CORCÓVIA, J. A.; CELLIGOI, A. Avaliação preliminar da qualidade da água subterrânea no município de Ibiaporã-PR. **Revista de estudos ambientais**, 2012, v. 4, nº 02; p. 39-48.

CORTECCI, G. Geologia e saúde. Tradução Wilson Scarpelli. PGAGEM. São Paulo. 2002. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/pgagem/artigoind.htm> [Acessado em 10 de ago de 2017].

COSTA, D.S.C. da. Os potenciais impactos ambientais causados pelos cemitérios: necessidades de políticas públicas adequadas. In: FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA, 3, 2007, São Carlos. **Anais...** São Carlos: IFSC, 2007.

COSTA, R. H. P. G. Reúso. In: TELLES, Dirceu D'Alkmin; COSTA, Regina H. P. G. **Reúso da água: conceitos, teorias e práticas**. 2 ed. São Paulo: Blucher, 2010 (p. 70-117).

DACACH, N. G.. **Sistemas urbanos de água**. Rio de Janeiro: LTC Editora, 1975.  
DENT, B. B.; FORBES, S. L.; STUART, B. H. Review of human decomposition processes in soil. **Environmental geology** 2004, v. 45; p. 576-585.

ESPÍNDULA, C. J. **Caracterização bacteriológica e físico-química das águas do aquífero freático do cemitério da Várzea – Recife**. 2004. 120p. Dissertação (Mestrado em Geociências). Recife, Universidade Federal de Pernambuco, 2004.

FERRANTE, M.; SIGNORELLI, S. S.; FERLITO, S. L.; GRASSO, A.; DIMARTINO, A.; COPAT, C. Groundwater-based water wells characterization from Guinea Bissau (Western Africa): A risk evaluation for the local population. *Science of the Total Environment* 619–620 (2018) 916–926

FERREIRA, L. R.; LACERDA, H.. **Notas sobre os solos da bacia hidrográfica do Ribeirão Joao Leite**, Anápolis, 2010.

FOFONKA, L.; KUNT, P. C. **Cemitérios**: potenciais fontes geradoras de impactos ambientais. Disponível em: <<http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=976&class=02>>. Acesso em 13 d maio d 2017.

FONSECA, V.; GONZAGA JÚNIOR, A. F. C. Mapeamento socioambiental dos bairros de Aracaju. **Relatório de pesquisa**. Aracaju: ITP/UNIT/CNPq, 2010.

FRANCA, R.M.; FRISCHKORN, H.. SANTOS, M.R.P.; MENDONÇA, L.A.R.; BESERRA, M.C. Contaminação de poços tubulares em Juazeiro do Norte/CE. **Engenharia Sanitária Ambiental**, vol.11 no.1 Rio de Janeiro Mar. 2006. Doi:< <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522006000100012> >. Acesso em 02 jan. 2018.

FRANÇA, S. L. A. **Os condomínios fechados na Zona de Expansão Urbana de Aracaju: uma nova modalidade de segregação sócio-espacial**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Tiradentes, Aracaju, 2011.

FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA (Unicef). **Progress on Sanitation and Drinking-Water**. 2015 updat and MDG Assessment. Unicef ; World Health Organization, 2015.

GASPAROTTO, F. A. **Avaliação ecotoxicológica e microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba-SP**. 2011. 89f. Dissertação (Mestrado em Ciências) Universidade de São Paulo, Piracicaba (SP), 2011.

GOMES, A. I.; VILAR, V. J. P.; BOAVENTURA, R. A. R. Synthetic and natural waters disinfection using natural solar radiation in a pilot plant with CPCs. **Catalysis Today** 2009, v.144; p. 55-61.

GOOGLE EARTH PRO. 2016. Disponível em <<https://www.google.com.br/earth/download/gep/agree.html>>. Acesso em 14 abr. 2016.

GRASSI, M.T. (2001). Águas no planeta Terra. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola. Edição especial: 31-40.

GREGORASHUK, J. de los S.. **Estúdio del uso actual y potencial del Acuífero Guaraní**. Enero, 2001. Disponível em <<http://w.w.w.sg-guarani.org.pdf>>. Acessado em: 02 maio 2016.

HAY, S. I.; GUERRA, C. A.; TATEM, A.J.; NOOR, A. M.; SNOW, R.W.. The global distribution and population at risk of malaria: past, present and future. **Lancet Infectious Diseases**, 2004; v. 4, nº 6; p. 327-336.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA - IBGE. Censo Demografico 2010.

KEMERICH, P. D. C.; BORBA, W. F.; SILVA, R. F.; BARROS, G.; GERHARDT, A. E.; FLORES, C. E. B.. Valores anômalos de metais pesados em solo de cemitério. **Revista Ambi-Agua**, Taubaté 2012, v. 7; p. 140-156.

LACERDA, F. M.; ROESER, H. M. P. Análise geoquímica e ambiental para descrição da Bacia do Rio Oratórios (MG). **Geochimica Brasiliensis**, 2014, v. 28: p. 227-236.

LELI, I.T.; ZAPAROLI, F.C.M.; SANTOS, V.C.; OLIVEIRA, M.; REIS, F.A.G.V. Estudos ambientais para cemitérios: indicadores, áreas de influência e impactos ambientais. **Bol. Geogr.**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 45-54, 2012.

MARINS B. R., JACOB, S. C., PERES, F. Avaliação qualitativa do hábito de leitura e entendimento: recepção das informações de produtos alimentícios. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** [online]. 2008, vol.28, n.3, pp. 579-585. ISSN 0101-2061.

MATOS, B. A. **Avaliação da ocorrência e do transporte de microrganismos no aquífero freático do cemitério de Nova Cachoeirinha, município de São Paulo**. 2001. 172f. Tese (Doutorado em Geociências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Coleta de dados**. (2015). Disponível em: <www.snis.gov.br>. Acesso em: 28 nov. 2017.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 284 p

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria no 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial [da] União**, Poder Executivo, Brasília, DF, Seção1: página 266.

MONTGOMERY, M. A.; ELIMELECH, M. Water and sanitation in developing countries: Including health in the equation. **Environmental Science & Technology**, 2007, v.1; p. 17-24.

MORGAN, S. M.; VESILIND, P. A.. **Introdução à engenharia ambiental**. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 456p.

OLIVEIRA, Luana Santos. Evolução da Paisagem Costeira da Zona de Expansão de Aracaju-SE. Scientia Plena. Vol, 8, Nº9. 2012.

ORGANIZAÇÃO DOS ESTADOS AMERICANOS (OEA); GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY (GEF). Projeto de proteção ambiental e desenvolvimento sustentável do Sistema Aquífero Guarani. **Programa Estratégico de Ação (PEA)**. [S.l.], 2009. (Manuais e Documentos Técnicos, 5).

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Agenda 2030. In: **ONUBR**. (2015). Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: 29 dez. 2017.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Conheça os novos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU. In: **ONUBR**. Publicado em 25/09/2015, atualizado em 12/04/2017. Disponível em: < <https://nacoesunidas.org/conheca-os-novos-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu/>>. Acesso em: 29 dez. 2017.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E CULTURA (Unesco). **Education for all 2000-2015: achievements and challenges**. Paris: Library of Congress Cataloging in Publication, 2015 (p.184-189). Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0023/002322/232205e.pdf>>. Acesso em: 03 set. 2017.

PERPETUO, E. A. **Parâmetros de caracterização da qualidade das águas e efluentes industriais**. Lab. Microbiologia. CEPEMA-USP. 2014.

PINTO, M. C. F. Manual medição in loco. **Site da CPRM**. 2007. Disponível em: [http://www.cprm.gov.br/pgagem/manual\\_medicoes\\_T\\_%20pH\\_OD.pdf](http://www.cprm.gov.br/pgagem/manual_medicoes_T_%20pH_OD.pdf). [Acessado em 15 de outubro de 2016].

PIUCI, J.. Elementos propedêuticos para compreensão das águas subterrâneas rasas ocorrentes na parte oriental da ilha de Marajó – Pará. **Revista Águas Subterrâneas**, 1986.

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. **Qualidade das águas e poluição: Aspectos físico-químicos**. São Paulo: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES), 2006.

PROASNE. Ministério de Minas e Energia. CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial. A água subterrânea no mundo. [Acessado em 07 de maio de 2017]. Disponível em: <http://proasne.net/PARSNETFinal.pdf>.

RAMINELLI, F. P.; THOMAS, S. D. SARA. O meio ambiente como direito humano fundamental na contemporaneidade. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM**, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 47-59, 2012.

REBOUÇAS, A. C. **Uso inteligente da água**. São Paulo: Escrituras Editora, 2011.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3.ed.- São Paulo: Escritura Editora. 2006.

RIBEIRO, Camila Guimarães. Tratamento e captação de água no campo. In: **Cursos CPT** 2008. Disponível em: <<http://www.cpt.com.br/cursos-meioambiente/artigos/tratamento-ecaptacao-de-agua-no-campo>>. Acesso em 15 nov. 2016.

RUPPENTHAL, Janis Elisa. **Toxicologia**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria ; Rede e-Tec Brasil, 2013.

SARAIVA F. A.. **Avaliação de métodos geofísicos no comportamento espacial de plumas de necrochorume**. 2010. 103f. Tese (Doutorado em Geociências). Universidade de São Paulo São Paulo, 2010.

SCHMIDT-NIELSEN, K. **Fisiologia animal**. Adaptação e meio ambiente. 8. ed. São Paulo: Livraria Santos, 2015.

SERGIPE. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH); Conselho Estadual do Meio Ambiente (CEMA). **Resolução CEMA Nº 33/2014** de 25 de Julho de 2014. Dispõe sobre o licenciamento ambiental e regularização de cemitérios, estabelece condições e dá outras providências. Disponível em: < [http://www.adema.se.gov.br/wp-content/uploads/2017/03/resolucao\\_cemiterio\\_-\\_2014.pdf](http://www.adema.se.gov.br/wp-content/uploads/2017/03/resolucao_cemiterio_-_2014.pdf)>. Acesso em: 30 dez. 2017.

SILVA, A. L. M. S. Águas Subterrâneas: critérios em seu uso. Fórum Internacional das Águas. [Acessado em 07 de dezembro de 2015]. 2003. Disponível em: [www.foruminternacionaldasaguas.com.br/artigo.asp?cod\\_pub=9](http://www.foruminternacionaldasaguas.com.br/artigo.asp?cod_pub=9).

SILVA, D. D.; MIGLIORINI, R. B.; SILVA, E. C.; LIMA, Z. M.; MOURA, I. B. Falta de saneamento básico e as águas subterrâneas em aquífero freático: região do Bairro Pedra Noventa, Cuiabá (MT). **Engenharia Sanitária e Ambiental** 2014, v.19, nº 1; p. 43-52.

SILVA, M. A.; MILEN JR., W.. **Eletrodeposição de cromo decorativo**. Edição totalmente revista, São Paulo, 2010.

SILVA, R. W. C.; MALAGUTTI FILHO, W. Geoelectrical mapping of contamination in the cemeteries: the case study in Piracicaba, São Paulo/Brazil. **Environ Earth Sci**. Original article, 2011. DOI 10.1007/s12665-011-1347-7.

SOARES, A. C. G. M. **Doenças de notificação compulsória: saúde e ambiente na zona de expansão urbana de Aracaju**. 2012. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente). Universidade Tiradentes, Aracaju, 2012.

SOTO, F. R. M.; FONSECA, Y. S. K; RISSSETO, M.; AZEVEDO, S. S. de. ARINO, M. L. B; RIBAS, M. A.; MOURA, C. R.V.; MACHETTE, D. S. Monitoramento da qualidade da água de poços rasos de escolas públicas da zona rural do Município de Ibiúna/SP: parâmetros microbiológicos, físico-químicos e fatores de risco ambiental. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, 2006, v. 65, nº 2; p.106-111.

TARDOCCHI, Clodoaldo F.T.; ZULLO, Lucas M.B.; CABRAL, Natália O.; SOUZA, Anne M. Avaliação microbiológica e físico-química da água para consumo humano do município de Itaperuna/RJ. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamago**, Campos dos Goytacazes/RJ, v.8 n.2, p. 33-46, jul./dez. 2014. Disponível em: < <http://www.essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/boletim>>. Acesso em 12 set. 2016.

TAUIL, P. L.. Controle de doenças transmitidas por vetores no Sistema Único de Saúde. **Informe Epidemiológico do SUS**, 2002; v.11, nº 2; p. 59-60.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais**. São Paulo: Atlas, 2012.

TUCCI, C. E. M. (org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 4.ed, Porto Alegre: UFRGS/ABRH, 2007, 943.

ÜÇISIK, A. S.; RUSHBROOK, P. **The impact of cemeteries on the environment and public health**. An introductory briefing. Regional Office for Europe European Centre for Environment and Health Nancy Project Office, 1998.

UNICEF/USA. Water and Sanitation de UNICEF - Progress on sanitation and drinking-water - 2014 update. [Acessado em 26 de dezembro de 2015]. 2014. Disponível em [apps.who.int/iris/bitstream/10665/112727/1/9789241507240\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/112727/1/9789241507240_eng.pdf).

USEPA, United States Environmental Protection Agency. Drinking Water Contaminants Regulations. 2009. Disponível em <<https://www.epa.gov/dwregdev/drinking-water-regulations-and-contaminants>> Acesso em 25 de janeiro de 2018.

VASCONCELOS, Mônica. Crise hídrica: São Paulo está preparada para enfrentar a estiagem? In: **BBC Brasil**, 2015. Disponível em: < [http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/05/150427\\_estiagem\\_sp\\_mv](http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/05/150427_estiagem_sp_mv)>. Acesso em: 30 jun. 2015.



WANDERLEY, Lílian de Lins ; WANDERLEY, Moacyr de Lins. Gestão ambiental e urbanização: o zoneamento ecológico-econômico da Zona de Expansão de Aracaju, Capital do Estado de Sergipe-Brasil. CONGRESSO SOBRE PLANEJAMENTO E GESTÃO DAS ZONAS COSTEIRAS DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA, II. CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, IX. CONGRESSO DO QUATERNÁRIO DOS PAÍSES DE LÍNGUA IBÉRICAS, II. **Anais....** Recife, 2013. Disponível em: <[http://www.abequa.org.br/trabalhos/gerenciamento\\_105.pdf](http://www.abequa.org.br/trabalhos/gerenciamento_105.pdf)>. Acesso em: 12 mar. 2017.

WENDLAND, E. C.. **Águas subterrâneas.** São Paulo 2015. Disponível em: <[www.bv.fapesp.br/pt/pesquisador/2474/edson-cezar-wendland/](http://www.bv.fapesp.br/pt/pesquisador/2474/edson-cezar-wendland/)>. Acesso em: 14 set. 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) Regional Office for Europe. **The impact of cemeteries on enviroment and public health.** 1998.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. WHO Library, Switzerland, 2009.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Progress on sanitation and drinking-water:** 2014 Update. Geneva/New York: World Health Organization/United Nations Children's Fund. 2014.

YAMAGUCHI, U.M.; CORTEZ, Lúcia E. R.; OTTONI, Lilian C. C.; OYAMA, Jully. Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR. **O Mundo da Saúde.** [Internet]. 2013 v. 37, nº 3; p. 312-320. Disponível em: <[http://www.saocamilo-sp.br/pdf/mundo\\_saude/106/1827.pdf](http://www.saocamilo-sp.br/pdf/mundo_saude/106/1827.pdf)>. Acesso em: 25 jul. 2016.

YANG, J.; ZHANG, H.; YU, X.; GRAF, T.; MICHAELC, H. A. Impact of hydrogeological factors on groundwater salinization due to oceansurge inundation. *Advances in Water Resources* 111 (2018) 423–434

ZOBY, J. L. G.; MATOS, B.. As águas subterrâneas no Brasil e sua inserção na política nacional de recursos hídricos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, XII. **Anais....** Florianópolis, 2002.

## **APÊNDICES**

**APÊNDICE A**  
**QUESTIONÁRIO ACERCA DOS CEMITÉRIOS E POÇOS ARTESIANOS**

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1.  | Nome                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1.  |
| 2.  | Idade                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2.  |
| 3.  | Sexo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 3.  |
| 4.  | Estado civil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 4.  |
| 5.  | Escolaridade                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 5.  |
| 6.  | Endereço                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 6.  |
| 7.  | Profissão:<br>Local de trabalho:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 7.  |
| 8.  | Carteira assinada ____ Autônomo ____ Aposentado ____ Benefício ____<br>Pensionista ____ Sem renda ____ Outros ____ (explicar)                                                                                                                                                                                                                                | 8.  |
| 9.  | Há quanto tempo a família mora no endereço? (detalhar anos/meses) ____<br>Quais as modificações no entorno da residência foram observadas desde então?<br>Construção civil (CC)____ Comércio(C)____ Indústria(I)____ Uso de área de preservação (UAP)____<br>Área desmatada ____ Área embrejada ____ Outros (explicar)____<br>Descrever o que foi observado: | 9.  |
| 10. | Condições da Moradia - Construção de:<br>Alvenaria (A)____ Madeira (M)____ Taipa (T)____ Palha (P)____ Papelão (PP)____ Plástico (PL)____<br>Descrever a moradia (número de cômodos, localização de sanitário, entorno da construção e outros aspectos que deem ideia do tipo de construção e classe social dos moradores)                                   | 10. |
| 11. | Acesso à água da Rede Pública: Sim ____ Não ____<br>Abastecimento é contínuo ou tem interrupções?<br>Paga taxa de esgoto? Sim ____ Não ____                                                                                                                                                                                                                  | 11. |
| 12. | Utiliza água de Poço? Sim ____ Não ____<br>Se sim, já mandou fazer algum tipo de análise da qualidade da água? Sim ____ Não ____<br>Resultado da análise:                                                                                                                                                                                                    | 12. |
| 13. | Se tem acesso à rede pública e utiliza água de poço, informar a finalidade de uso e por que utiliza o poço (abastecimento da residência, irrigação, preço do abastecimento e outros)?                                                                                                                                                                        | 13. |
| 14. | Tipo e localização do poço (comum, semiartesiano, distância da residência, do sanitário ou despejo de esgoto, forma da retirada da água, armazenamento em caixas, cuidados para evitar contaminação e outros fatores pertinentes):<br>Alguma vez sentiram mal cheiro ou gosto estranho na água que vocês utilizam do poço ?                                  | 14. |
| 15. | A água de poço, se utilizada pela família, recebe algum tipo de tratamento? Qual?                                                                                                                                                                                                                                                                            | 15. |
| 16. | Existe sanitário no domicílio? Sim (S)____ Não (N)____<br>Se existe, é ligado à: Rede de esgoto (E)____ Fossa (F) /Tipo____<br>Outros____<br>Descrever o local de despejo (proximidade da residência, do poço, de cursos de água e outros):                                                                                                                  | 16. |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 17. | Qual o destino do lixo da residência? (x/semana)<br>Coleta municipal (CM)___ Quantas vezes por semana? _____<br>Queima lixo (Q)___ Quantas vezes por semana: _____<br>Enterra o lixo (E):___ Quantas vezes por semana:___ O lixo fica à céu aberto? _____(S/N)<br>Em que local queima ou enterra ou despeja? (descrever detalhadamente o local e sua proximidade da residência, do poço, do sanitário): | 17. |
| 18. | Existe no entorno da residência:<br>Lagos (L) ___ Charcos (C) ___ Maré (M)___ Rio (R) ___ Outro (O)_____<br>Descreva:                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 18. |
| 19. | A família usa essa água para consumo? Sim (S)___ Não (N)___ (Se sim, descreva):<br>Para banho ou lazer? Sim ___ Não ___ (Se sim, descreva):                                                                                                                                                                                                                                                             | 19. |
| 20. | Conhece alguma doença relacionada à falta de saneamento básico? (S/N)<br>Qual? _____<br>Sabe como fazer para evitá-la? _____<br>Tem feito alguma coisa nesse sentido, o que? _____                                                                                                                                                                                                                      | 20. |
| 21. | Na família alguma pessoa já teve algum tipo de doença relacionada à falta de tratamento da água consumida? Sim (S)___ Não (N)___<br>Se sim, como foi identificado? _____<br>Foi atendido (a) pelo médico? _ (S/N) _____ Qual foi o procedimento realizado pela equipe de saúde que lhe atendeu?                                                                                                         | 21. |
| 22. | Conhece as causas de transmissão dessa doença? (S/N)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 22. |
| 23. | Reconhece no entorno de sua residência motivos que possam ser responsáveis pela sua doença? (S/N)                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 23. |
| 24. | Vem tentando modificar essa realidade? Como? (S/N)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 24. |
| 25. | O que a família tem feito para evitar que outras pessoas venham a ter a mesma doença?<br>Trata a água (T), Não tem feito nada (N), Utiliza outra água (OA)                                                                                                                                                                                                                                              | 25. |
| 26. | Existe no entorno da residência algum tipo de cemitério? Sim ___ Não ___<br>Que tipo?<br>Onde sua família enterra seus mortos?<br>De que forma é feito o traslado do corpo até o local do enterro?<br>Tiram o atestado de óbito ?<br>Quem faz a cova e a manutenção do local ?<br>No cemitério tem abastecimento de água e de onde vem ? (S/N); Rede Publica (RP) ou Poço (P)                           | 26. |
| 27. | OBSERVAÇÕES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 27. |

## APÊNDICE B

### TABELAS REFERENTES AOS VALORES ACERCA DAS SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS ENCONTRADAS EM CADA POÇO

Referente às substâncias químicas encontradas nas amostras, verificou-se que o poço 1 apresentou alteração de amostra de cádmio (na amostra de abril de 2016), ferro total (na amostra de fevereiro de 2017), manganês (nas amostras de abril e outubro de 2016) e nitratos (na amostra de fevereiro de 2017), segundo o CONAMA (Tabela 01 ).

**Tabela 01 - Ensaio do poço 1 referente à busca quantificada da presença de substâncias químicas**

| ENSAIOS                       | CONAMA | UNIDADE                     | POÇO 1 |        |        |        |        |
|-------------------------------|--------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                               |        |                             | Dez/15 | Abr/16 | Out/16 | Fev/17 | Ago/17 |
| Pb                            | 0.01   | mg/L                        | -      | 0,006  | 0,006  | 0,006  | NR     |
| Cd                            | 0.005  | mg/L                        | -      | 0,135  | <0,001 | <0,001 | NR     |
| Ca                            | -      | mg/L                        | -      | 49,78  | 7,48   | 16,24  | NR     |
| Mg                            | -      | mg/L                        | -      | 6,21   | 6,2    | 1,64   | NR     |
| Na                            | 200    | mg/L                        | -      | 4,21   | 5,59   | 6,94   | NR     |
| K                             | -      | mg/L                        | -      | 3,69   | 4,41   | 8,76   | NR     |
| Fe                            | 0.3    | mg/L                        | -      | <0,008 | 0,142  | 7,7    | NR     |
| Cu                            | 2      | mg/L                        | -      | <0,004 | <0,004 | 0,008  | NR     |
| Zn                            | 5      | mg/L                        | -      | <0,007 | 0,012  | 0,064  | NR     |
| Ni                            | 0.02   | mg/L                        | -      | <0,018 | <0,018 | <0,018 | NR     |
| Mn                            | 0.1    | mg/L                        | -      | 0,284  | 0,432  | 0,093  | NR     |
| Cr                            | 0.05   | mg/L                        | -      | <0,001 | <0,001 | <0,001 | NR     |
| Cl                            | 250    | mg/L                        | -      | 27,8   | 31,3   | 75,2   | NR     |
| N-NO <sub>3</sub>             | 10     | mg/L                        | -      | <0,10  | 1,26   | 22,2   | NR     |
| SO <sub>4</sub>               | 250    | mg/L                        | -      | 30,7   | 18,3   | 41,6   | NR     |
| Alcalinidade CO <sub>3</sub>  | -      | mg/L                        | -      | <8     | <8     | <8     | NR     |
| Alcalinidade HCO <sub>3</sub> | -      | mg/L                        | -      | 101    | 99     | 60     | NR     |
| DBO                           | -      |                             | -      | NR     | <1,6   | NR     | NR     |
| Turbidez campo                | -      | 1 Out após filtração rápida | -      | NR     | <0,5   | NR     | NR     |
| Cor verdadeira                | -      | 15 VMP cor aparente         | -      | NR     | <5,0   | NR     | NR     |

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

Enquanto o poço 2 apresentou alterações apenas na quantidade de ferro total (nas amostras de outubro de 2016 e fevereiro de 2017), segundo os índices de normalidade do CONAMA (Tabela 02).

**Tabela 02 - Ensaio do poço 2 referente à busca quantificada da presença de substâncias químicas**  
Continua

| ENSAIOS           | CONAMA | UNIDADE | POÇO 2 |        |        |        |        |
|-------------------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                   |        |         | Dez/15 | Abr/16 | Out/16 | Fev/17 | Ago/17 |
| Pb                | 0.01   | mg/L    | <0,006 | NR     | <0,006 | <0,006 | <0,006 |
| Cd                | 0.005  | mg/L    | <0,001 | NR     | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Ca                | -      | mg/L    | 47,52  | NR     | 6,85   | 93,95  | 8,41   |
| Mg                | -      | mg/L    | 2,45   | NR     | 4,2    | 21,66  | 4,1    |
| Na                | 200    | mg/L    | 1,45   | NR     | 5,23   | 12,81  | 4,58   |
| K                 | -      | mg/L    | 1,87   | NR     | 1,56   | 4,7    | 9,52   |
| Fe                | 0.3    | mg/L    | 0,025  | NR     | 0,675  | 7,15   | 0,348  |
| Cu                | 2      | mg/L    | <0,004 | NR     | <0,004 | 0,007  | <0,004 |
| Zn                | 5      | mg/L    | <0,007 | NR     | 0,565  | 0,014  | <0,007 |
| Ni                | 0.02   | mg/L    | <0,018 | NR     | <0,018 | <0,018 | <0,018 |
| Mn                | 0.1    | mg/L    | <0,004 | NR     | <0,004 | 0,01   | <0,004 |
| Cr                | 0.05   | mg/L    | <0,001 | NR     | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Cl                | 250    | mg/L    | 45,2   | NR     | 31,3   | 34,2   | 20,1   |
| N-NO <sub>3</sub> | 10     | mg/L    | NR     | NR     | 0,82   | <0,10  | <0,10  |

| Continuação                   |        |                             |        |        |        |        |        |
|-------------------------------|--------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ENSAIOS                       | CONAMA | UNIDADE                     | POÇO 2 |        |        |        |        |
|                               |        |                             | Dez/15 | Abr/16 | Out/16 | Fev/17 | Ago/17 |
| SO <sub>4</sub>               | 250    | mg/L                        | 29,1   | NR     | 16,9   | 11,5   | 8,2    |
| Alcalinidade CO <sub>3</sub>  | -      | mg/L                        | <8     | NR     | <8     | <8     | <8     |
| Alcalinidade HCO <sub>3</sub> | -      | mg/L                        | 179    | NR     | 20     | 112    | 99     |
| DBO                           | -      |                             | NR     | NR     | <1,6   | NR     | 1,7    |
| Turbidez campo                | -      | 1 Out após filtração rápida | NR     | NR     | 11,2   | NR     | <0,5   |
| Cor verdadeira                | -      | 15 VMP cor aparente         | NR     | NR     | 34,5   | NR     | 5,9    |

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

Já em relação às inadequações do poço 3, segundo o CONAMA, estavam presentes em relação as quantidades de cádmio (na amostra de abril de 2016), de ferro total (nas amostras de abril e outubro de 2016 e fevereiro de 2017), manganês (nas amostras de fevereiro e agosto de 2017) e nitratos (na amostra de abril de 2016) (tabela 10).

Tabela 03- Ensaio do poço 3 referente à busca quantificada da presença de substâncias químicas

| ENSAIOS                       | CONAMA | UNIDADE                     | POÇO 3 |        |        |        |        |
|-------------------------------|--------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                               |        |                             | Dez/15 | Abr/16 | Out/16 | Fev/17 | Ago/17 |
| Pb                            | 0.01   | mg/L                        | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 |
| Cd                            | 0.005  | mg/L                        | <0,001 | 0,109  | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Ca                            | -      | mg/L                        | 58,4   | 24,68  | 6,55   | 65,65  | 8,41   |
| Mg                            | -      | mg/L                        | 5,82   | 3,56   | 4,1    | 15,25  | 2,63   |
| Na                            | 200    | mg/L                        | 4,21   | 5,44   | 2,23   | 7,66   | 8,52   |
| K                             | -      | mg/L                        | 2,96   | 3,25   | 1,99   | 8,6    | 4,15   |
| Fe                            | 0.3    | mg/L                        | 0,02   | 0,034  | 0,67   | 6,92   | 0,271  |
| Cu                            | 2      | mg/L                        | <0,004 | <0,004 | <0,004 | 0,006  | <0,004 |
| Zn                            | 5      | mg/L                        | <0,007 | <0,007 | 0,016  | 0,02   | 1,207  |
| Ni                            | 0.02   | mg/L                        | <0,018 | <0,018 | <0,018 | <0,018 | <0,018 |
| Mn                            | 0.1    | mg/L                        | <0,004 | 0,006  | <0,004 | 1,77   | 0,463  |
| Cr                            | 0.05   | mg/L                        | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Cl                            | 250    | mg/L                        | 45,2   | 20,9   | 13,9   | 27,4   | 30,1   |
| N-NO <sub>3</sub>             | 10     | mg/L                        | INSUF. | 29,8   | 0,92   | <0,10  | <0,10  |
| SO <sub>4</sub>               | 250    | mg/L                        | 11     | 7,41   | 16     | 14,1   | 19,8   |
| Alcalinidade CO <sub>3</sub>  | -      | mg/L                        | <8     | <8     | <8     | <8     | <8     |
| Alcalinidade HCO <sub>3</sub> | -      | mg/L                        | 16     | 17     | 25     | 106    | 112    |
| DBO                           | -      |                             | NR     | NR     | <1,6   | NR     | <1,6   |
| Turbidez campo                | -      | 1 Out após filtração rápida | NR     | NR     | 35,9   | NR     | 0,5    |
| Cor verdadeira                | -      | 15 VMP cor aparente         | NR     | NR     | 81,5   | <5,0   | NR     |

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

Além do mais, as inadequações presentes no poço 4, segundo as normas da CONAMA, foram referentes as taxas de cádmio (na amostra de abril de 2016), ferro total (na amostra de fevereiro e agosto de 2017) e nitrato (na amostra de abril de 2016) (tabela 11).

Tabela 04 - Ensaio do poço 4 referente à busca quantificada da presença de substâncias químicas

| Continua |        |         |        |        |        |        |        |
|----------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|
| ENSAIOS  | CONAMA | UNIDADE | POÇO 4 |        |        |        |        |
|          |        |         | Dez/15 | Abr/16 | Out/16 | Fev/17 | Ago/17 |
| Pb       | 0.01   | mg/L    | <0,006 | <0,006 | NR     | <0,006 | <0,006 |
| Cd       | 0.005  | mg/L    | <0,001 | 0,84   | NR     | <0,001 | <0,001 |
| Ca       | -      | mg/L    | 60,13  | 48,02  | NR     | 44,65  | 8,36   |
| Mg       | -      | mg/L    | 6,23   | 5,23   | NR     | 8,77   | 2,65   |
| Na       | 200    | mg/L    | 5,42   | 3,26   | NR     | 6,64   | 4,1    |

Continuação

| ENSAIOS                       | CONAMA | UNIDADE                     | POÇO 4 |        |        |        |        |
|-------------------------------|--------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                               |        |                             | Dez/15 | Abr/16 | Out/16 | Fev/17 | Ago/17 |
| K                             | -      | mg/L                        | 5,23   | 4,21   | NR     | 1,43   | 6,32   |
| Fe                            | 0.3    | mg/L                        | 0,014  | <0,008 | NR     | 1,16   | 0,425  |
| Cu                            | 2      | mg/L                        | <0,004 | <0,004 | NR     | 0,005  | <0,004 |
| Zn                            | 5      | mg/L                        | <0,007 | 0,077  | NR     | 0,013  | <0,007 |
| Ni                            | 0.02   | mg/L                        | <0,018 | <0,018 | NR     | <0,018 | <0,018 |
| Mn                            | 0.1    | mg/L                        | <0,004 | 0,011  | NR     | 0,019  | <0,004 |
| Cr                            | 0.05   | mg/L                        | <0,001 | <0,001 | NR     | <0,001 | <0,001 |
| Cl                            | 250    | mg/L                        | 7      | 73     | NR     | 37,6   | 26,7   |
| N-NO <sub>3</sub>             | 10     | mg/L                        | NR     | 67,1   | NR     | <0,10  | <0,10  |
| SO <sub>4</sub>               | 250    | mg/L                        | <4,0   | 30,2   | NR     | 11,9   | 12,7   |
| Alcalinidade CO <sub>3</sub>  | -      | mg/L                        | <8     | <8     | NR     | <8     | <8     |
| Alcalinidade HCO <sub>3</sub> | -      | mg/L                        | 23     | 72     | NR     | 116    | 103    |
| DBO                           | -      |                             | NR     | NR     | NR     | NR     | <1,6   |
| Turbidez campo                | -      | 1 Out após filtração rápida | NR     | NR     | NR     | NR     | <0,5   |
| Cor verdadeira                | -      | 15 VMP cor aparente         | NR     | NR     | NR     | NR     | <5,0   |

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

Ademais, o poço 5 apresentou inadequações presente na quantidade de cádmio (amostra de abril/2016), ferro total ( amostra de fevereiro/2017) e de nitratos (amostra fevereiro/2017), segundo os valores de normalidade do CONAMA (Tabela 05).

**Tabela 05 - Ensaio do poço 5 referente à busca quantificada da presença de substâncias químicas**

| ENSAIOS                       | CONAMA | UNIDADE                     | POÇO 5 |        |        |        |        |
|-------------------------------|--------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                               |        |                             | Dez/15 | Abr/16 | Out/16 | Fev/17 | Ago/17 |
| Pb                            | 0.01   | mg/L                        | <0,006 | <0,006 | NR     | <0,006 | <0,006 |
| Cd                            | 0.005  | mg/L                        | <0,001 | 0,093  | NR     | <0,001 | <0,001 |
| Ca                            | -      | mg/L                        | 48,71  | 55,36  | NR     | 82,96  | 8,36   |
| Mg                            | -      | mg/L                        | 5,21   | 6,1    | NR     | 11,04  | 2,95   |
| Na                            | 200    | mg/L                        | 4,36   | 5,23   | NR     | 8,49   | 4,85   |
| K                             | -      | mg/L                        | 4,96   | 4,21   | NR     | 1,76   | 4,25   |
| Fe                            | 0.3    | mg/L                        | <0,008 | <0,008 | NR     | 2,89   | 0,35   |
| Cu                            | 2      | mg/L                        | <0,004 | <0,004 | NR     | 0,005  | 1,463  |
| Zn                            | 5      | mg/L                        | <0,007 | 0,056  | NR     | 0,016  | <0,007 |
| Ni                            | 0.02   | mg/L                        | <0,018 | <0,018 | NR     | <0,018 | <0,018 |
| Mn                            | 0.1    | mg/L                        | <0,004 | 0,015  | NR     | 0,021  | 0,026  |
| Cr                            | 0.05   | mg/L                        | <0,001 | <0,001 | NR     | <0,001 | <0,001 |
| Cl                            | 250    | mg/L                        | NR     | 31,3   | NR     | 23,9   | 16,7   |
| N-NO <sub>3</sub>             | 10     | mg/L                        | NR     | <0,10  | NR     | 20     | <0,10  |
| SO <sub>4</sub>               | 250    | mg/L                        | 21,9   | 12,3   | NR     | 6,01   | 8,9    |
| Alcalinidade CO <sub>3</sub>  | -      | mg/L                        | <8     | <8     | NR     | <8     | <8     |
| Alcalinidade HCO <sub>3</sub> | -      | mg/L                        | 50     | 120    | NR     | 102    | 108    |
| DBO                           | -      |                             | NR     | NR     | NR     | NR     | <1,6   |
| Turbidez campo                | -      | 1 Out após filtração rápida | NR     | NR     | NR     | NR     | 0,7    |
| Cor verdadeira                | -      | 15 VMP cor aparente         | NR     | NR     | NR     | NR     | 6,7    |

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

Já referente ao poço 6, as inadequações mais presentes, segundo os critérios da CONAMA, estavam no cádmio (amostra abril/ 2016), ferro total (nas amostras de outubro

de 2016 e fevereiro e agosto de 2017), manganês (amostras de abril e outubro/2016) e nitratos (amostras de fevereiro e agosto/2017) (Tabela 06).

Tabela 06 - Ensaio do poço 6 referente à busca quantificada da presença de substâncias químicas

| ENSAIOS                       | CONAMA | UNIDADE                     | POÇO 6 |        |        |        |        |
|-------------------------------|--------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                               |        |                             | Dez/15 | Abr/16 | Out/16 | Fev/17 | Ago/17 |
| Pb                            | 0.01   | mg/L                        | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 |
| Cd                            | 0.005  | mg/L                        | <0,001 | 0,14   | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Ca                            | -      | mg/L                        | 42,3   | 55,48  | 6,66   | 35,8   | 8,36   |
| Mg                            | -      | mg/L                        | 8,54   | 5,21   | 4,12   | 6,71   | 2,85   |
| Na                            | 200    | mg/L                        | 7,12   | 3,69   | 3,25   | 5,8    | 0,478  |
| K                             | -      | mg/L                        | 4,23   | 3,54   | 1,05   | 1,51   | 1,23   |
| Fe                            | 0.3    | mg/L                        | <0,008 | <0,008 | 0,773  | 5,23   | 0,355  |
| Cu                            | 2      | mg/L                        | <0,004 | <0,004 | <0,004 | 0,008  | <0,004 |
| Zn                            | 5      | mg/L                        | <0,007 | <0,007 | 0,017  | 0,032  | <0,007 |
| Ni                            | 0.02   | mg/L                        | <0,018 | <0,018 | <0,018 | <0,018 | <0,018 |
| Mn                            | 0.1    | mg/L                        | <0,004 | 0,316  | 0,323  | 0,038  | 0,008  |
| Cr                            | 0.05   | mg/L                        | <0,01  | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Cl                            | 250    | mg/L                        | NR     | 38,3   | 10,4   | 17,1   | 20,1   |
| N-NO <sub>3</sub>             | 10     | mg/L                        | NR     | <0,10  | 0,69   | 26,7   | 36,2   |
| SO <sub>4</sub>               | 250    | mg/L                        | 19,3   | 22,5   | 7,25   | 25,2   | 12     |
| Alcalinidade CO <sub>3</sub>  | -      | mg/L                        | <8     | <8     | <8     | <8     | <8     |
| Alcalinidade HCO <sub>3</sub> | -      | mg/L                        | 51     | 123    | 50     | 18     | 17     |
| DBO                           | -      |                             | NR     | NR     | <1,6   | NR     | 1,1    |
| Turbidez campo                | -      | 1 Out após filtração rápida | NR     | NR     | 0,968  | NR     | 9,8    |
| Cor verdadeira                | -      | 15 VMP cor aparente         | NR     | NR     | <5     | NR     | -      |

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

Quando referente às substância química encontrada na água dos poços, verificou-se que o poço 7, apresentou alteração de amostra de cádmio (abril/2016), ferro total (outubro/2016; fevereiro/2017), manganês (abril; outubro/2016) e nitratos (fevereiro/2017), segundo as normas da CONAMA (Tabela 07).

Tabela 07 Ensaio do poço 7 referente à busca quantificada da presença de substâncias químicas

| ENSAIOS                       | CONAMA | UNIDADE                     | POÇO 7 |        |        |        |        |
|-------------------------------|--------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                               |        |                             | Dez/15 | Abr/16 | Out/16 | Fev/17 | Ago/17 |
| Pb                            | 0.01   | mg/L                        | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 | NR     |
| Cd                            | 0.005  | mg/L                        | <0,001 | 0,135  | <0,001 | <0,001 | NR     |
| Ca                            | -      | mg/L                        | 41,2   | 49,78  | 7,48   | 16,24  | NR     |
| Mg                            | -      | mg/L                        | 5,21   | 6,21   | 6,2    | 1,64   | NR     |
| Na                            | 200    | mg/L                        | 4,85   | 4,21   | 5,59   | 6,94   | NR     |
| K                             | -      | mg/L                        | 7,21   | 3,69   | 4,41   | 8,76   | NR     |
| Fe                            | 0.3    | mg/L                        | 0,035  | <0,008 | 0,142  | 7,7    | NR     |
| Cu                            | 2      | mg/L                        | <0,004 | <0,004 | <0,004 | 0,008  | NR     |
| Zn                            | 5      | mg/L                        | <0,007 | <0,007 | 0,012  | 0,064  | NR     |
| Ni                            | 0.02   | mg/L                        | <0,018 | <0,018 | <0,018 | <0,018 | NR     |
| Mn                            | 0.1    | mg/L                        | <0,004 | 0,284  | 0,432  | 0,093  | NR     |
| Cr                            | 0.05   | mg/L                        | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 | NR     |
| Cl                            | 250    | mg/L                        | NR     | 27,8   | 31,3   | 75,2   | NR     |
| N-NO <sub>3</sub>             | 10     | mg/L                        | NR     | <0,10  | 1,26   | 22,2   | NR     |
| SO <sub>4</sub>               | 250    | mg/L                        | 36,4   | 30,7   | 18,3   | 41,6   | NR     |
| Alcalinidade CO <sub>3</sub>  | -      | mg/L                        | NR     | <8     | <8     | <8     | NR     |
| Alcalinidade HCO <sub>3</sub> | -      | mg/L                        | NR     | 101    | 99     | 60     | NR     |
| DBO                           | -      |                             | NR     | NR     | <1,6   | NR     | NR     |
| Turbidez campo                | -      | 1 Out após filtração rápida | NR     | NR     | <0,5   | NR     | NR     |
| Cor verdadeira                | -      | 15 VMP cor aparente         | NR     | NR     | <5,0   | NR     | NR     |

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)



Além do mais, referente ao poço 8, as inadequações estavam em volta dos valores inadequados, segundo o CONAMA, de cádmio (abril de 2016), manganês (abril e outubro de 2016) e nitrato (agosto de 2017) (Tabela 08).

Tabela 08 - Ensaio do poço 8 referente a busca quantificada da presença de substâncias químicas

| ENSAIOS                       | CONAMA | UNIDADE                     | POÇO 8 |        |        |        |        |
|-------------------------------|--------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                               |        |                             | Dez/15 | Abr/16 | Out/16 | Fev/17 | Ago/17 |
| Pb                            | 0.01   | mg/L                        | <0,006 | <0,006 | <0,006 | NR     | <0,006 |
| Cd                            | 0.005  | mg/L                        | <0,001 | 0,122  | <0,001 | NR     | <0,001 |
| Ca                            | -      | mg/L                        | 47,52  | 53,44  | 4,25   | NR     | NR     |
| Mg                            | -      | mg/L                        | 2,45   | 3,69   | 4,01   | NR     | 2,36   |
| Na                            | 200    | mg/L                        | 1,45   | 4,21   | 6,32   | NR     | 6,32   |
| K                             | -      | mg/L                        | 1,87   | 2,36   | 3,22   | NR     | 5,36   |
| Fe                            | 0.3    | mg/L                        | 0,025  | <0,008 | 0,06   | NR     | 0,262  |
| Cu                            | 2      | mg/L                        | <0,004 | <0,004 | <0,004 | NR     | 0,026  |
| Zn                            | 5      | mg/L                        | <0,007 | <0,007 | 0,065  | NR     | <0,007 |
| Ni                            | 0.02   | mg/L                        | <0,018 | <0,018 | <0,018 | NR     | <0,018 |
| Mn                            | 0.1    | mg/L                        | <0,004 | 0,229  | 0,288  | NR     | <0,004 |
| Cr                            | 0.05   | mg/L                        | <0,001 | <0,001 | <0,001 | NR     | <0,001 |
| Cl                            | 250    | mg/L                        | 45,2   | 31,3   | 48,7   | NR     | 26,7   |
| N-NO <sub>3</sub>             | 10     | mg/L                        | NR     | <0,10  | 1,04   | NR     | 25     |
| SO <sub>4</sub>               | 250    | mg/L                        | 29,1   | 15,6   | 22,8   | NR     | 23,5   |
| Alcalinidade CO <sub>3</sub>  | -      | mg/L                        | 55     | <8     | <8     | NR     | <8     |
| Alcalinidade HCO <sub>3</sub> | -      | mg/L                        | 77     | 117    | 134    | NR     | 23     |
| DBO                           | -      |                             | NR     | NR     | <1,6   | NR     | <1,6   |
| Turbidez campo                | -      | 1 Out após filtração rápida | NR     | NR     | <0,5   | NR     | 11,7   |
| Cor verdadeira                | -      | 15 VMP cor aparente         | NR     | NR     | <5,0   | NR     | 19,5   |

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

No poço 9, os valores do cádmio (abril/2016), ferro total (fevereiro; agosto/2017) e manganês (abril; outubro/2016) apresentaram inadequações, segundo critérios do CONAMA (Tabela 09).

Tabela 09 - Ensaio do poço 9 referente à busca quantificada da presença de substâncias químicas

| ENSAIOS                       | CONAMA | UNIDADE                     | POÇO 9 |        |        |        |        |
|-------------------------------|--------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                               |        |                             | Dez/15 | Abr/16 | Out/16 | Fev/17 | Ago/17 |
| Pb                            | 0.01   | mg/L                        | NR     | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 |
| Cd                            | 0.005  | mg/L                        | NR     | 0,139  | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Ca                            | -      | mg/L                        | NR     | 49,18  | 4,56   | 2,05   | 9,36   |
| Mg                            | -      | mg/L                        | NR     | 3,65   | 2,36   | 10,91  | 2,74   |
| Na                            | 200    | mg/L                        | NR     | 2,24   | 4,02   | 17,02  | 4,85   |
| K                             | -      | mg/L                        | NR     | 3,65   | 3,56   | 8,36   | 4,85   |
| Fe                            | 0.3    | mg/L                        | NR     | <0,008 | 0,03   | 1,11   | 0,501  |
| Cu                            | 2      | mg/L                        | NR     | <0,004 | <0,004 | <0,007 | <0,008 |
| Zn                            | 5      | mg/L                        | NR     | <0,007 | <0,018 | <0,028 | <0,007 |
| Ni                            | 0.02   | mg/L                        | NR     | <0,018 | <0,018 | <0,018 | <0,018 |
| Mn                            | 0.1    | mg/L                        | NR     | 0,593  | 0,124  | 0,062  | 0,005  |
| Cr                            | 0.05   | mg/L                        | NR     | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Cl                            | 250    | mg/L                        | NR     | 20,9   | 34,8   | 10,3   | 3,3    |
| N-NO <sub>3</sub>             | 10     | mg/L                        | NR     | <0,10  | 0,9    | 3,19   | <0,10  |
| SO <sub>4</sub>               | 250    | mg/L                        | NR     | 5,55   | 13,5   | 4,5    | 14,4   |
| Alcalinidade CO <sub>3</sub>  | -      | mg/L                        | NR     | <8     | <8     | <8     | <8     |
| Alcalinidade HCO <sub>3</sub> | -      | mg/L                        | NR     | 122    | 139    | 28     | 51     |
| DBO                           | -      |                             | NR     | NR     | <1,6   | NR     | <1,6   |
| Turbidez campo                | -      | 1 Out após filtração rápida | NR     | NR     | <0,5   | NR     | 1,4    |
| Cor verdadeira                | -      | 15 VMP cor aparente         | NR     | NR     | <5,0   | NR     | 5,1    |

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

O poço 10 apresentou inadequações, segundo o CONAMA, na taxa de cádmio (abril de 2016), ferro total (outubro de 2016 e fevereiro de 2017), manganês (outubro de 2016) e nitratos (fevereiro e agosto de 2017) (Tabela 10).

Tabela 10 - Ensaio do poço 10 referentes à busca quantificada da presença de substâncias químicas

| ENSAIOS                          | CONAMA | UNIDADE                        | POÇO 10 |        |        |        |        |
|----------------------------------|--------|--------------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|
|                                  |        |                                | Dez/15  | Abr/16 | Out/16 | Fev/17 | Ago/17 |
| Pb                               | 0.01   | mg/L                           | NR      | <0,006 | <0,006 | <0,006 | <0,006 |
| Cd                               | 0.005  | mg/L                           | NR      | 0,181  | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Ca                               | -      | mg/L                           | NR      | 83,22  | 7,89   | 9,19   | 4,87   |
| Mg                               | -      | mg/L                           | NR      | 4,85   | 8,52   | 0,96   | 2,49   |
| Na                               | 200    | mg/L                           | NR      | 3,77   | 10,12  | 3,41   | 4,12   |
| K                                | -      | mg/L                           | NR      | 3,21   | 5,59   | 0,655  | 4,23   |
| Fe                               | 0.3    | mg/L                           | NR      | <0,008 | 0,032  | 7,55   | 0,277  |
| Cu                               | 2      | mg/L                           | NR      | <0,004 | <0,004 | <0,004 | <0,004 |
| Zn                               | 5      | mg/L                           | NR      | <0,007 | 0,012  | 0,011  | <0,007 |
| Ni                               | 0.02   | mg/L                           | NR      | <0,018 | <0,018 | <0,018 | <0,018 |
| Mn                               | 0.1    | mg/L                           | NR      | 0,098  | 0,227  | 0,028  | 0,007  |
| Cr                               | 0.05   | mg/L                           | NR      | <0,001 | <0,001 | <0,001 | <0,001 |
| Cl                               | 250    | mg/L                           | NR      | 111    | 160    | 103    | 86,9   |
| N-NO <sub>3</sub>                | 10     | mg/L                           | NR      | 0,631  | 2,45   | 16,6   | 32,8   |
| SO <sub>4</sub>                  | 250    | mg/L                           | NR      | 26,6   | 3,35   | 38,2   | 49,6   |
| Alcalinidade<br>CO <sub>3</sub>  | -      | mg/L                           | NR      | <8     | <8     | <8     | <8     |
| Alcalinidade<br>HCO <sub>3</sub> | -      | mg/L                           | NR      | 104    | 228    | 88     | 72     |
| DBO                              | -      |                                | NR      | NR     | <1,6   | NR     | 1,6    |
| Turbidez<br>campo                | -      | 1 Out após<br>filtração rápida | NR      | NR     | 32,7   | NR     | 40,3   |
| Cor verdadeira                   | -      | 15 VMP cor<br>aparente         | NR      | NR     | 72,4   | NR     | 35,4   |

Fonte: Elaborada pela pesquisadora com resultado das amostras analisadas pelo ITP (2017)

## APÊNDICE C – ÁREAS DOS CEMITÉRIOS ESTUDADOS



Figura 01 – Cemitério do Robalo  
Fonte: Arquivo Pessoal, 2014



Figura 02 – Poço dentro do cemitério Maria Rosa  
Fonte: Arquivo Pessoal, 2014



Figura 03 – Cemitério do Mosqueiro  
Fonte: Arquivo Pessoal, 2014



Figura 04 – Cemitério Maria Rosa – Bairro Areia Branca  
Fonte: Arquivo Pessoal, 2014



Figura 05– Área embrejada no entorno do cemitério.  
Fonte: Arquivo Pessoal, 2014

## **ANEXOS**



**ANEXO A**

**LOCALIZAÇÃO GERAL DA ÁREA COM O ESTABELECIMENTO DE LIMITES DE 500 METROS NO ENTORNO DOS CEMITÉRIOS IDENTIFICADOS**

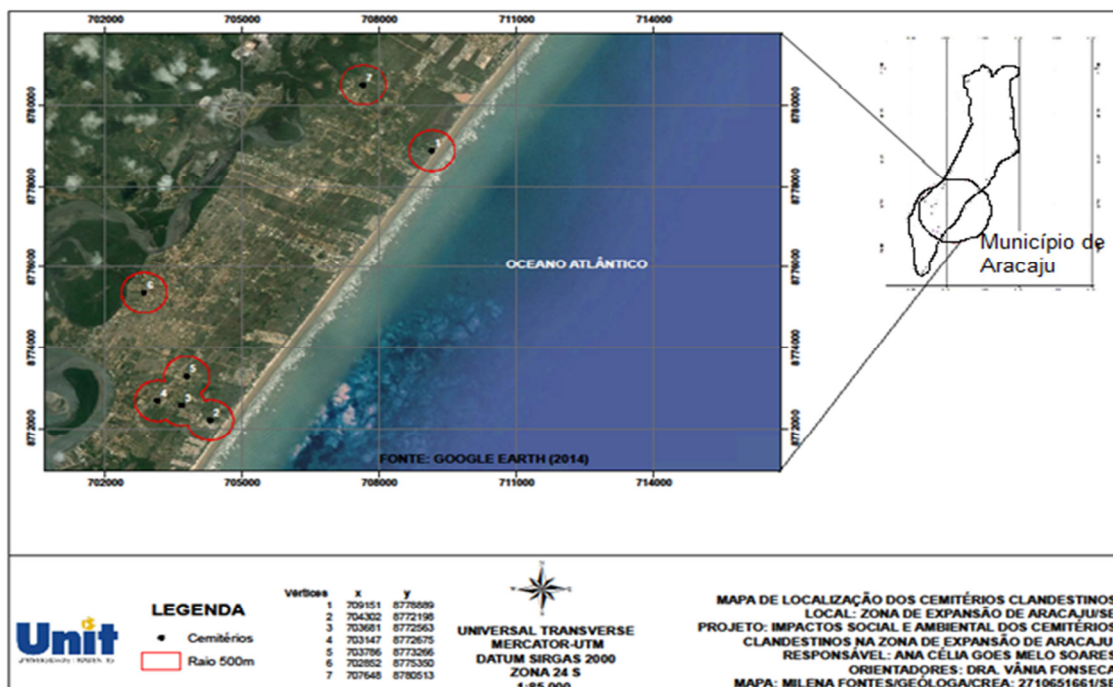


Figura 01 – Mapa de localização dos cemitérios clandestinos  
Fonte: Arquivo Pessoal, 2014



Figura 02 – Área de Fragilidade Ambiental da área de estudo.  
Fonte: Prefeitura de Aracaju, 2004

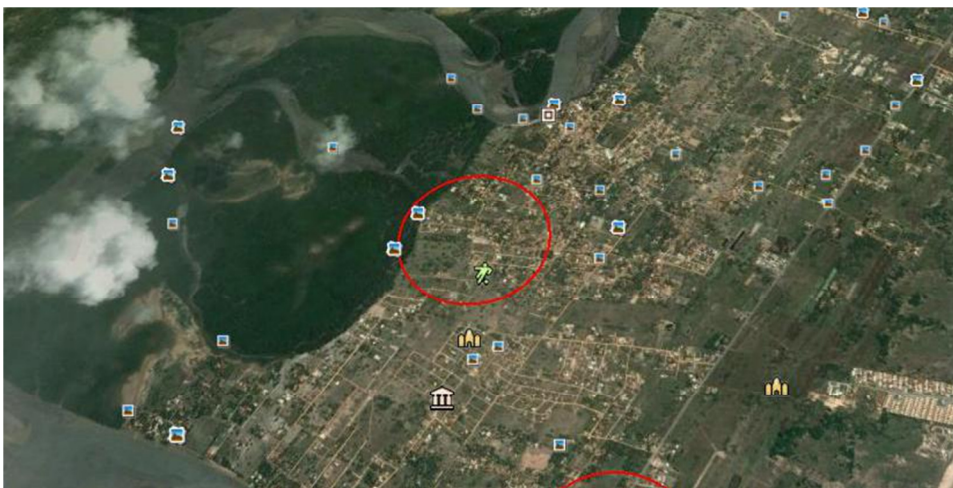


Figura 03 – Identificação dos cemitérios clandestinos  
 Fonte: Arquivo Pessoal, 2014

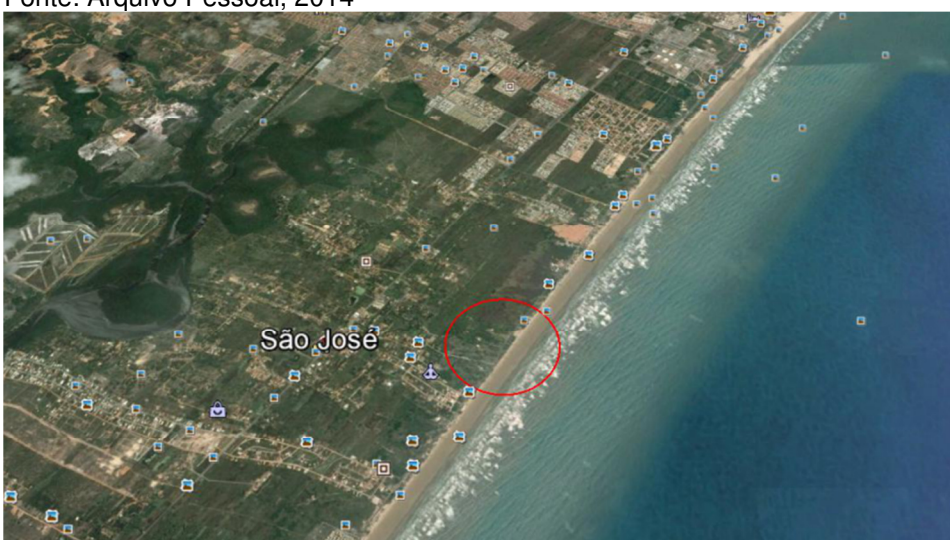


Figura 04 – Identificação dos cemitérios clandestinos  
 Fonte: Arquivo Pessoal, 2014

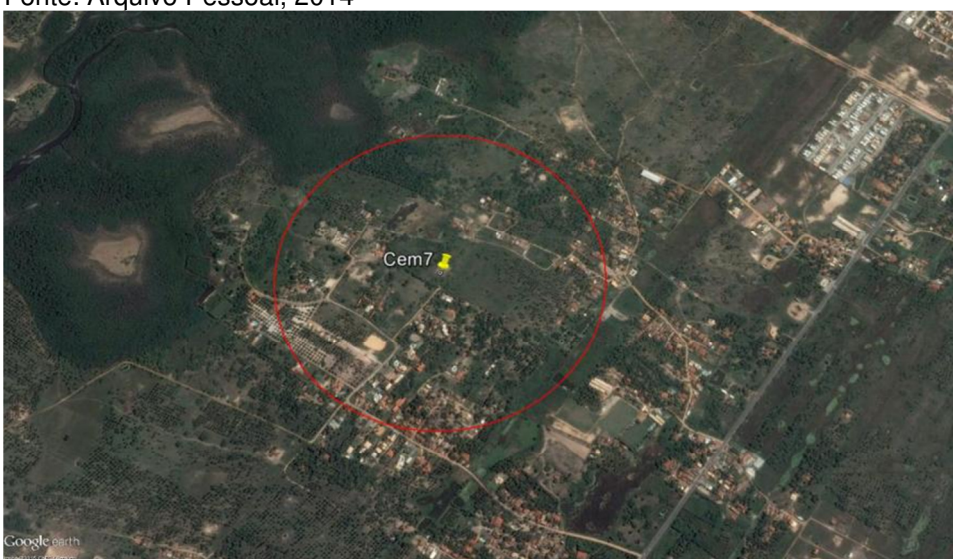


Figura 05 – Identificação dos cemitérios clandestinos  
 Fonte: Arquivo Pessoal, 2014