

UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE  
ESCOLA DE ENGENHARIA INDUSTRIAL METALÚRGICA DE VOLTA REDONDA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA AMBIENTAL

CLAUDECI MARTINS DA SILVA

RELAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DO USO DE ÁGUAS DE NASCENTES NO  
MUNICÍPIO DE BARRA MANSA

VOLTA REDONDA

2017

CLAUDECI MARTINS DA SILVA

**RELAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DO USO DE ÁGUAS DE NASCENTES NO  
MUNICÍPIO DE BARRA MANSA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós  
Graduação em Tecnologia Ambiental da  
Universidade Federal Fluminense, como  
requisito parcial à obtenção do título de  
Mestre em Tecnologia Ambiental.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Danielle da Costa Rubim Messeder dos Santos

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. D. Dr<sup>a</sup>. Ana Alice De Carli

VOLTA REDONDA

2017

S586 Silva, Claudeci Martins da.  
Relação socioambiental do uso de águas de nascentes no  
Município de Barra Mansa / Claudeci Martins da Silva. – Volta  
Redonda, 2017.  
105 f. : il

Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) –  
Universidade Federal Fluminense  
Orientador: Danielle da Costa Rubim Messeder dos Santos  
Coorientador: Ana Alice De Carli

1. Nascentes. 2. Recursos hídricos. 3. Relação  
socioambiental. 4. Uso sustentável. I. Santos, Danielle da Costa  
Rubim Messeder. II. Carli, Ana Alice de. III. Título.

CDD 628.114

CLAUDECI MARTINS DA SILVA

RELAÇÃO SOCIOAMBIENTAL DO USO DE ÁGUAS DE NASCENTES NO  
MUNICÍPIO DE BARRA MANSA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós  
Graduação em Tecnologia Ambiental da  
Universidade Federal Fluminense, como  
requisito parcial à obtenção do título de  
Mestre em Tecnologia Ambiental.

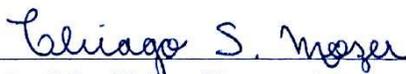
Aprovada em 21 de fevereiro de 2017.

BANCA EXAMINADORA



---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Danielle da Costa Rufim Messeder dos Santos - UFF  
(Orientadora)



---

Prof. Dr. Thiago Simonato Mozer – UFF



---

Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Andrea Auad Moreira - UGB

*“Se o homem é um gesto  
A água é a história  
Se homem o é um sonho  
A água é o rumo  
Se o homem é um povo  
A água é o mundo  
Se o homem é lembrança  
A água é a memória...”*

Joan Manuel Serrat

*A Deus, razão de tudo,  
e, aos meus filhos Carlos Eduardo e Felipe.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por minha vida e por ter me dado saúde e forças para superar as dificuldades e por me manter de pé todos os dias.

À minha família pelo incentivo, suporte e compreensão nos momentos críticos.

Aos meus amigos de curso, que dividiram essa jornada comigo, em especial Daniele e André por me ouvirem e por todo incentivo nas horas de desespero.

À minha orientadora Danielle da Costa Rubim Messeder dos Santos, pelo empenho dedicado à elaboração deste trabalho.

À professora Ana Alice Di Carli, pelo incentivo e carinho.

À professora Andrea Auad Moreira e ao Professor Thiago Simonato Mozer pelas sugestões que ajudaram aprimorar esse trabalho.

Agradeço à Universidade Federal Fluminense, pela oportunidade de realização do curso de Mestrado em Tecnologia Ambiental.

Agradeço a todos os professores que me proporcionaram conhecimento durante essa trajetória e todos que, de alguma forma contribuíram para a minha formação.

## RESUMO

Localizado na região Sul Fluminense, o município de Barra Mansa dispõe de um cenário privilegiado por fazer parte do complexo da Bacia Hidrográfica do Médio Paraíba. Dentro do seu território encontram-se rios, córregos e várias nascentes tornando-o rico em recursos hídricos. Dados têm demonstrado uma redução do volume de água e um aumento de nascentes condenadas pelos órgãos responsáveis pelo controle de qualidade. Tal informação, embora não comprometa a distribuição de água no Município, é preocupante, considerando a escassez de água e a crise que tem assolado várias regiões do país e está relacionada diretamente a ações antrópicas. Mudanças de atividades econômicas no tempo e no espaço, poluições urbanas e industriais, ocupação desordenada, redução de mata ciliar e desmatamento no entorno das nascentes, são alguns exemplos dessas ações. A compreensão sobre os fatores que tem contribuído para o presente perfil poderão indicar estratégias para o uso sustentável e ações mitigatórias. Nesta perspectiva, o presente estudo visa investigar os sistemas de abastecimento das águas que atendem a população do Município de Barra Mansa, caracterizando a qualidade hídrica de três nascentes, bem como avaliar as relações socioambientais relacionadas aos recursos hídricos subterrâneos, estabelecendo formas de percepção, relação social e impactos antrópicos sobre os mesmos. O estudo justifica-se pela necessidade de obtenção de dados que avaliem a disponibilidade e a demanda hídrica dentro de uma perspectiva de sustentabilidade na utilização do recurso natural água e do aumento crescente de sua utilização, em função do expressivo crescimento demográfico do Município de Barra Mansa nos últimos anos.

**Palavras-chave:** Nascentes. Recursos Hídricos. Relação socioambiental. Uso sustentável.

## **ABSTRACT**

Barra Mansa city, located in the south of Rio de Janeiro state, has an advantageous scenario because it is part of the Middle Paraíba basin complex. Within its territory, there are rivers, streams and several water outcrops, making this region very rich in water resources. Data have shown a reduction in water volume and an increase of water outcrops condemned by the agencies responsible for quality control. Such information, although it does not compromise the distribution of water in the Municipality, is worrisome, considering the water scarcity and the crisis that has devastated several regions of the country and is directly related to anthropic actions. Changes in economic activities in time and space, urban and industrial pollution, disordered occupation, reduction of riparian forest and deforestation around the water sources are some examples of these actions. Understanding the factors that have contributed to the present profile may indicate strategies for sustainable use and mitigating actions. In this perspective, the present study aims to investigate the water supply systems that serve the population of Barra Mansa city, characterizing the water quality of three sources, as well as to evaluate the socio-environmental relations related to underground water resources, establishing forms of perception, social relationship and human impacts on them. The study is justified by the need to obtain data that assess water availability and demand within a perspective of sustainability in the use of the natural resource water and the continuous increase of its use, due to the expressive population growth of Barra Mansa city in the last years.

**Keywords:** Socio-environmental relationship. Sources. Sustainable use. Water resources.

# SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

1. INTRODUÇÃO, p.15
2. OBJETIVOS, p.19
  - 2.1. OBJETIVO GERAL, p.19
  - 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS, p.19
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA, p.20
  - 3.1. ÁGUA, p.20
    - 3.1.1. Importância e propriedades, p.20
    - 3.1.2. Normas e padrões de qualidade e potabilidade da água, p.22
    - 3.1.3 A escassez de água no Brasil, p.25
  - 3.2. A BACIA DO RIO PARAIBA DO SUL, p.29
  - 3.3. ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, p.33
    - 3.3.1. Vulnerabilidade das águas subterrâneas, p.39
    - 3.3.2. Qualidade da água subterrânea, p.43
    - 3.3.3. Legislação dos recursos hídricos subterrâneos, p.45
  - 3.4. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO, p. 49
    - 3.4.1. Histórico do Município de Barra Mansa, p. 49
    - 3.4.2. Características Geográficas, p.51
      - 3.4.2.1. Extensão e limites, p.51
      - 3.4.2.2. Clima, p.52
      - 3.4.2.3. Relevo, p.52
      - 3.4.2.4. Bacia Hidrográfica do Município, p.52
      - 3.4.2.5. Dados demográficos, p.54
4. SUPORTE TEÓRICO METODOLÓGICO, p.55
  - 4.1. DA COLETA E ANÁLISE DE AMOSTRAS DE ÁGUA DAS NASCENTES, p.55
  - 4.2. ENTREVISTAS E ANÁLISE DE CONTEÚDOS, p.58

- 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO, p.59
    - 5.1. SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO DE BARRA MANSA, p.59
    - 5.2. CARACTERIZAÇÃO DAS NASCENTES ANALISADAS, p.64
      - 5.2.1. Nascente do Bairro Vila Maria, p.65
      - 5.2.2. Nascente do Bairro Vila Ursulino, p.66
      - 5.2.3. Nascente do Bairro Santa Clara, p.67
    - 5.3. RESULTADOS REFERENTES À POTABILIDADE DAS NASCENTES, p.68
    - 5.4. ANÁLISE SÓCIOAMBIENTAL, p.74
    - 5.5. ESTRATÉGIAS DE GESTÃO PARA USO SUSTENTÁVEL, p.79
  - 6. CONCLUSÕES, p.85
  - 7. REFERÊNCIAS, p.87
- ANEXOS

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 3.1 - Divisão Hidrográfica por Unidade Federativa, f. 30
- Figura 3.2 - Dominialidade dos Rios na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul, f. 31
- Figura 3.3 - Representação dos três tipos de aquíferos, f. 33
- Figura 3.4 - Representação da distribuição da água no Planeta, f.34
- Figura 3.5 - Representação da águas subterrâneas no Brasil, f.35
- Figura 3.6 - Processos comuns de poluição da água subterrânea, f.41
- Figura 3.7 - Composição do SINGREH, f.46
- Figura 3.8 - Lançamento da pedra fundamental da siderúrgica Barra Mansa em 1937, f. 50
- Figura 3.9 - Linha do tempo: Atividades econômicas da cidade de Barra Mansa f.51
- Figura 3.10 – Projeção demográfica de 1980 a 2010, f.54
- Figura 4.1 - Imagem da coleta de amostras e verificação do pH e temperatura, f.56
- Figura 5.1 - Estado de degradação de nascentes. A direita bairro Piteira e a esquerda Rialto, f. 64
- Figura 5.2 - Pontos de captação de água da nascente do Bairro Vila Maria, f. 66
- Figura 5.3 - Ponto de captação da nascente do Bairro Vila Ursulino, f. 67
- Figura 5.4 - Ponto de captação da nascente do Bairro Santa Clara, f. 68
- Figura 5.5 - Parâmetros de elaboração estratégica no planejamento ambiental, f.82

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 3.1 - Tipo de manancial utilizado no abastecimento hídrico urbano no Brasil f.38
- Tabela 3.2- Demandas médias para abastecimento urbano por região f.39
- Tabela 3.3 - Relação de Análise Bacteriológica da Água, f.53
- Tabela 4.1 Metodologia empregada para as análises de qualidade das amostras de água das nascentes, f. 57
- Tabela 5.1 - Sistema de Abastecimento de Água - Barra Mansa (julho/2015), f.59
- Tabela 5.2 - Relação de nascentes analisadas pelo SAAE de Barra Mansa (abril/2015), f.61
- Tabela 5.3 - Potabilidade das nascentes analisadas pelo SAAE de Barra Mansa durante o período de 2012 a 2015, f. 62
- Tabela 5.4 - Dados obtidos para dureza, cloreto e pH das amostras de água das nascentes analisadas, f. 69
- Tabela 5.5 - Dados obtidos para DBO e DQO nas amostras de água das nascentes analisadas, f. 70
- Tabela 5.6 - Dados obtidos para nitrito, nitrato e amônia nas amostras de água das nascentes analisadas, f. 71
- Tabela 5.7 - Dados obtidos para cor aparente e turbidez nas amostras de água das nascentes analisadas, f. 72
- Tabela 5.8 - Dados obtidos para Contagem de *Escherichia coli* e Contagem de Coliformes Totais nas amostras de água das nascentes analisadas, f. 73

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AAE	Avaliação Ambiental Estratégica
ABAS	Associação Brasileira de Águas Subterrâneas
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AC	Análise de Conteúdo
AGEVAP	Agência da Bacia do Rio Paraíba do Sul
Adi	Adimensional
ANA	Agência Nacional de Águas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância em Sanitária
CEIVAP	Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
CERH	Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CNUMAD	Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
°C	Graus Celsius
CONAMA	Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente
CSN	Companhia Siderúrgica Nacional
DBO	Demanda bioquímica de Oxigênio
DNPM	Departamento Nacional da Produção Mineral
DRM	Departamento de Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro
DQO	Demanda Química de Oxigênio
ETA	Estação de tratamento de água
FCIHS	Fundação Centro Internacional de Hidrología Subterránea.
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IQA	Índice de Qualidade da Água
L	Litro
mg/L	Miligramas por litro
mL	Mililitros

MMA	Ministério do Meio Ambiente
NMP/100mL	Número mais Provável por 100 mL
OH <sup>-</sup>	Hidróxidos
OMS	Organização Mundial de Saúde
OPS	Organización Panamericana de la Salud.
pH	Potencial Hidrogeniônico
PPPs	Políticas, Planos e Programas
SAAE-BM	Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Barra Mansa
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
SRHAU	Secretaria de Recursos hídricos e Ambiente Urbano
TCE-RJ	Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro
uH	Unidades de Cor Hazem
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação a Ciência e a Cultura
UNT	Unidades Nefelométricas de Turbidez
ZEE	Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil
UFC/ml	Unidades Formadoras de Colônias
WHO	World Health Organization

## 1. INTRODUÇÃO

Sem água não há vida, tampouco desenvolvimento econômico! Com esta afirmação de Ana Alice De Carli (CARLI, 2013) inicia-se o presente trabalho acadêmico, que tem o objetivo de estudar aspectos socioambientais do potencial hídrico de nascentes do Município de Barra Mansa.

Em meio à crise hídrica e ameaças de racionamento, Barra Mansa pode ser considerado um Município privilegiado, por fazer parte do complexo da bacia hidrográfica do Médio Paraíba. Em seu território encontra-se rico manancial de água composto pelos Rios Paraíba, Barra Mansa, Bananal, de córregos e das várias nascentes que emergem do solo e são canalizadas para uso subsequente da população.

Entretanto, toda essa abundância de água favorece a cultura do desperdício e da banalização do uso desta riqueza finita e vital, resultando em escassez e crise, que tem assolado o país.

Variadas são as externalidades, as quais comprometem a qualidade das águas. Nesse sentido tem-se: falta de cuidado associado ao desmatamento na região em função das mudanças de atividades econômicas no tempo e no espaço; conjunto de elementos poluidores, devido o acentuado crescimento urbano e industrial; ocupações irregulares e desordenadas; redução de mata ciliar. Tal fato é percebido na redução do volume de água nas nascentes e no número de nascentes condenadas pelos órgãos responsáveis pelo controle de qualidade. Surge daí a necessidade de interferências socioambientais (SAAE-BM, 2015).

A partir da segunda metade do século XX, a água passou a ter sua integridade ameaçada, devido à crescente pressão de sobreuso e mau uso, além da falta de tratamento adequado (BERNADO & ZEE, 2014). Como consequência desses fatores, vem sendo observada a gradual alteração da composição dos elementos dissolvidos e/ou dispersos nos corpos d'água naturais. Soma-se a este fato o crescimento urbano desordenado e o aumento das demandas públicas, motivados pela concentração demográfica, que podem trazer impactos negativos sobre a água utilizada para o abastecimento público nos aportes desse recurso, como é o caso de Barra Mansa (RIBEIRO & PIZZO, 2011).

O Relatório Mundial sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos da UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação a Ciência e a Cultura) ressalta que a demanda hídrica global é fortemente influenciada pelo crescimento da população, urbanização, políticas de

segurança alimentar e energética; processos macroeconômicos tais como a globalização do comércio – além de mudanças na dieta, pela crescente utilização de agricultura irrigada e o aumento do consumo de água. Verifica-se ainda uma previsão para aumento da demanda hídrica mundial – que atualmente é de 55% – para o ano de 2050, principalmente devido à crescente solicitação do setor industrial, dos sistemas de geração de energia termoelétrica e dos usuários domésticos. (UNESCO, 1992).

A escassez de água dos últimos anos aliada ao desperdício e aos grandes impactos ambientais causados aos mananciais, tornam a temática sobre gerenciamento dos recursos hídricos alvo das discussões quando se trata de desenvolvimento sustentável. Carli (2015) ressalta que a preservação dos rios e de mais mananciais hídricos (lagos e águas subterrâneas) revelam-se ainda mais importantes nestes períodos de crise e de estiagem, impondo a articulação conjunta de uma série de instrumentos.

Dissertando acerca de governança da água e cidadania ambiental, Wolkmer & Pimmel (2013) ressaltam que o primeiro imperativo é mudar a cultura do desperdício e o entendimento de que a água é um recurso inexaurível, ressaltando-se, nesse contexto, a importância estratégica das águas subterrâneas e da gestão colaborativa. Senthilkumar *et al.* (2014) sustentam a ideia que a prevenção da contaminação é fundamental nos processos de gestão das águas subterrâneas e que para gerenciar e proteger esse recurso hídrico é importante determinar as áreas mais vulneráveis à contaminação.

De acordo com a ANA (Agência Nacional de Águas) a importância política e econômica do Rio Paraíba do Sul, no contexto nacional, vem exigindo ações do Governo, bem como a mobilização de diversos setores da sociedade para a recuperação de sua bacia que, em decorrência da poluição, dentre outros fatores, tem registrado acelerado processo de degradação dos seus recursos hídricos (ANA, 2015).

O enunciado do *caput* do art. 225 da Constituição Federal de 1988 diz que: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. Daí a necessidade de preservação dos recursos hídricos. Por esse motivo a OMS (Organização Mundial de Saúde) estabelece como saneamento o controle de todos os fatores do meio físico do homem que exercem ou podem exercer efeito deletério sobre seu bem-estar físico, mental e social. Segundo o artigo, os sistemas de

abastecimento de água e de coleta e tratamento de águas residuárias são algumas das atividades que compõem o saneamento, de modo que surge uma preocupação, tanto com a qualidade como com a disponibilidade de água para atender às demandas sociais (OMS, 2015).

De acordo com Freitas *et al.* (2001), a água subterrânea, além de ser um bem econômico, é considerada mundialmente uma fonte imprescindível de abastecimento para consumo humano, para as populações que não têm acesso à rede pública de abastecimento ou para aqueles que, tendo acesso a uma rede de abastecimento, mas com o fornecimento ocorrendo com frequência irregular. Diante disso, não se pode ignorar esse importante recurso.

As águas subterrâneas e superficiais são consideradas um recurso ambiental. Portanto, as águas que emergem na forma de nascentes, em todo o Município de Barra Mansa são recursos ambientais que necessitam de cuidado e responsabilidade quanto ao uso (BRASIL, 1981).

O Município de Barra Mansa dispõe de diversas nascentes as quais são exploradas regularmente tornando-se necessário o desenvolvimento de pesquisa que contribuam para a implementação de medidas para atenuação dos impactos ambientais e que atenda o que propõe o capítulo 18, tópico 2 da *Agenda 21\**:

*“A água é necessária em todos os aspectos da vida. O objetivo geral é assegurar que se mantenha uma oferta adequada de água de boa qualidade para toda a população do planeta, ao mesmo tempo em que se preserve as funções hidrológicas, biológicas e químicas dos ecossistemas, adaptando as atividades humanas aos limites da capacidade da natureza e combatendo vetores de moléstias relacionadas com a água”* (CNUMAD, 1992).

O desenvolvimento urbano e industrial, associado às questões climáticas vigentes, tem sido apontado como o agente causador de impactos sobre os mananciais subterrâneos, provocando a redução do volume hídrico, contaminação e/ou poluição de mananciais e, em alguns, casos até o esgotamento dos mesmos.

O presente trabalho está estruturado em sete partes. No item 1, discorre-se acerca do tema buscando atrair a atenção para o uso de águas subterrâneas no atendimento às demandas sociais.

---

\* A **Agenda 21** pode ser definida como um instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis, em diferentes bases geográficas, que concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica. Fonte: <http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21>

No item 2 são apresentados os objetivos (geral e específicos). O item 3 correspondente a revisão de literatura está subdividido em tópicos, o primeiro fala-se sobre a água, apontando para sua importância e suas propriedades; além disso, apresenta-se as normas e padrões de qualidade e potabilidade e da problemática que envolve a escassez de água. O segundo faz uma abordagem de forma específica sobre as águas subterrâneas (definição, formação e importância) e a sua vulnerabilidade frente aos impactos antrópicos, a legislação que rege sua exploração, conservação, bem como seus parâmetros de qualidade e potabilidade. No tópico em sequência, a Bacia do Rio Paraíba do Sul é apresentada. O último, apresenta o Município de Barra Mansa, através de um panorama histórico, social e geográfico. A metodologia compõe o item 4 que descreve como foi desenvolvido o estudo, o delineamento da pesquisa, o objeto estudado, a coleta e tratamento dos dados e a definição das variáveis trabalhadas. O item 5, dedicado aos resultados, está organizado em quatro tópicos. O primeiro apresenta os sistemas de abastecimento utilizados no Município de Barra Mansa, ressaltando a importância das águas subterrâneas para o atendimento às demandas sociais. O segundo faz uma caracterização das três nascentes analisadas, apresentando suas particularidades dentro de uma perspectiva ambiental. No terceiro, estão os resultados referentes à análise socioambiental. No quarto são mostrados as estratégias de gestão para o uso sustentável das nascentes. No item 6, são apresentadas as conclusões das questões envolvidas, enquanto no item 7 são mostradas as referências usadas na elaboração do trabalho.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

Identificar o sistema de abastecimento de água que atende a população do Município de Barra Mansa e investigar as relações socioambientais quanto ao uso dos recursos hídricos subterrâneos, estabelecendo formas de percepção, relação social e levantamento dos impactos antrópicos sobre os mesmos.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar os sistemas de abastecimento das águas que atendem a população do Município de Barra Mansa;
- Monitorar três nascentes escolhidas dentro do Município;
- Analisar as condições ambientais do entorno das nascentes;
- Coletar amostras de água e realizar as análises de qualidade bacteriológica e físico-química das mesmas;
- Analisar as relações socioambientais estabelecidas com uso da água;

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1. ÁGUA**

##### **3.1.1. Importância e propriedades**

A água é um componente essencial para os sistemas ecológicos e para o funcionamento da fisiologia de todos os seres vivos. Bruni (1993) enfatiza que não pode existir vida sem água. Todo ser vivo - plantas, animais, o homem - precisa de água para viver e que todo ser vivo é constituído principalmente por água. A relação dos seres vivos com a água atravessa as eras geológicas uma vez que evolutivamente a vida surgiu no ambiente aquático. Para os seres vivos a água apresenta uma infinidade de funções, das quais podemos destacar: hidratação de compostos celulares, fonte de hidrogênio para a realização da fotossíntese, solvente nas reações químicas, movimento de solutos na célula, turgescências celulares e estabilidade térmica.

Quanto aos estados físicos da matéria, pode ser encontrada naturalmente na forma sólida, por exemplo, formando as geleiras nos polos; na forma líquida, seu estado mais comum e abundante, presentes nos corpos d'água e na forma de vapor, observada na atmosfera. Cada um desses compartimentos possui importância dentro da dinâmica do ciclo hidrológico, sendo fortemente impactados por interferências climáticas. O planeta é formado por 70 % de água e sua distribuição é variável. Cerca de 97,5 % deste montante encontra-se nos oceanos e apenas 2,5% constitui toda a água doce do planeta, sendo que 69,8% dessa parcela estão indisponíveis na forma de geleiras. Tratando da importância da água doce, a Agenda 21 destaca que esses recursos constituem um componente essencial da hidrosfera da Terra e parte indispensável de todos os ecossistemas terrestres (CNUMAD, 1992). Bacci e Pataca (2008) apresentam a água dentro da perspectiva ambiental inferindo que:

A água tem fundamental importância para a manutenção da vida no planeta, e, portanto, falar da relevância dos conhecimentos sobre a água, em suas diversas dimensões, é falar da sobrevivência da espécie humana, da conservação e do equilíbrio da biodiversidade e das relações de dependência entre seres vivos e ambientes naturais.

Toda essa importância atribuída à água está atrelada às suas características químicas, físicas e biológicas. Porém, fatores externos podem interferir nas suas propriedades e promover alterações de diversas naturezas. Compreender a água dentro da perspectiva ambiental é compreender as interações que esse recurso interpõe com outros elementos da natureza, seja biótico ou abiótico.

Quimicamente a água é formada por uma molécula bipolar, característica essa adquirida pela combinação dos seus átomos e pela distribuição assimétrica de seus elétrons que lhe confere cargas positiva e negativa na sua superfície molecular. Essa característica é de grande importância tanto para os sistemas vivos, como também para os processos produtivos, visto que a bipolaridade e a natureza de seus átomos permitem a formação de forte interação intermoleculares, sendo essa propriedade necessária para diversas funções nestes sistemas. Em sistemas vivos, por exemplo, permite a formação de camada de hidratação para moléculas orgânicas como as proteínas, carboidratos e ácidos nucléicos. Já em sistemas produtivos tem grande importância em processos hidráulicos.

Outra propriedade de grande relevância é o seu elevado calor específico, que confere à água grande estabilidade térmica. Além desta, apresenta altos pontos de ebulição e fusão. Sendo, portanto, uma substância que apresenta uma faixa confortável na manutenção do seu estado físico. Em sistemas biológicos essa característica permite a manutenção da temperatura interna dos organismos vivos, aspecto essencial para manutenção da vida. Para processos industriais, permite o emprego da água, por exemplo, em torres de resfriamento.

Considerada um solvente universal, a água possui inúmeras funções tanto no aspecto biológico quanto em cadeias produtivas. Atua na dissolução e transporte de substâncias. Em processos bioquímicos promove o transporte de substâncias essenciais dentro de compartimentos minúsculos como as células e as suas organelas, permitindo o desencadeamento de reações necessárias à fisiologia dos seres vivos. Na indústria torna-se insumo essencial para a realização de inúmeros produtos e processos. Porém, sob a ótica ambiental, a solubilidade da água pode configurar um problema, quando nela estão dissolvidos contaminantes de qualquer natureza, visto que diluídos tem seu o potencial contaminante ampliado. Num estudo sobre micropoluentes, Boger *et al.* (2015) ressaltam que a eliminação de produtos como medicamentos em si, através do esgoto ou nos ambientes aquáticos, representa um problema tão preocupante quanto os produtos de excreção do

organismo advindos do uso desses fármacos. Carvalho & Mozer (2016) dentro da mesma perspectiva, inferem sobre a necessidade de impermeabilização de aterros sanitários para impedir que o chorume gerado pela decomposição de lixo contamine fontes subterrâneas e águas superficiais. Os mesmos autores ainda destacam o fato do chorume ser constituído por compostos altamente solúveis. Portanto um contaminante em potencial de corpos d'água.

Dentro das cadeias produtivas água é insumo essencial. Pode ser considerada matéria prima; ser utilizada em processos de resfriamento; é um importante solvente em reações químicas; tem papel fundamental dentro de matrizes enérgicas, tanto em hidroelétricas quanto em usinas térmicas; os agronegócios dependem diretamente desse recurso. Estes exemplos, supracitados são apenas uma parcela das possibilidades do emprego da água no setor produtivo. Pereira (2004) alerta que cada atividade emite poluentes característicos, e cada um destes contaminantes causa um efeito, com diferentes graus de poluição nos corpos hídricos. De acordo com a FAO (1998) a irrigação é o setor que mais consome água mundialmente e também o menos eficiente as perdas médias em torno de 50 e 70%. Apesar do potencial hídrico brasileiro, Goldemberg & Lucon (2007) ressaltam que o Brasil possui uma forte base hidráulica em sua matriz elétrica.

### **3.1.2. Normas e padrões de qualidade e potabilidade da água**

A água é um bem de extrema importância para a saúde pública, em virtude da posição e papel de desempenha na manutenção da vida, necessitando atenção quanto a sua qualidade. A portaria 2.914/11 do Ministério da Saúde serve de aparato legal que abaliza a qualidade da água, estabelecer os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano bem como seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2011a).

O capítulo II da portaria 2.914/11 apresenta a definição de água potável como àquela que atende ao padrão de potabilidade estabelecido na mesma e que não ofereça riscos à saúde (BRASIL, 2011a).

Para consumo humano a água potável é utilizada para ingestão, preparação e produção de alimentos e higiene pessoal. Porém quando não atende as especificações exigidas pode torna-se um veículo de doenças, adquirindo relevância médico-sanitária. Conhecimentos de

que a água pode ser um meio de transmissão de vírus, bactérias e outros organismos, já era conhecida desde a antiguidade. Segundo Freitas e Freitas (2005). Técnicas como a fervura e filtragem eram utilizadas para melhorar a qualidade da água.

Para Haddad & Magalhães Jr. (2010) o conhecimento do estado das águas permite auxiliar na definição de usos pretendidos, avaliar sua qualidade e indicar quais atividades humanas causam ou podem causar sua degradação. De modo que as avaliações através de análise são essenciais para essa identificação. Os resíduos acumulados ao longo do curso das águas provocam alterações de natureza químicas, físicas e biológicas. Porém, através de parâmetros de qualidade das águas, mediante análise é possível identificá-los. Carmo *et al.*, (2008) chama atenção para o fato de que:

Quando aplicada à qualidade da água para consumo humano, o caráter preventivo torna-se um desafio para os profissionais da vigilância, já que a qualidade da água é dinâmica no tempo e no espaço, sendo o monitoramento realizado ao mesmo tempo em que a água é captada, distribuída e consumida.

Em 1970 foi criado nos Estados Unidos, pela *National Sanitation Foundation* o (IQA) (Índice de Qualidade da Água). De acordo com a ANA é um indicador composto por nove parâmetros físico-químicos e biológicos: temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais e turbidez. O IQA varia de 0 a 100, sendo seus valores categorizados em cinco faixas de qualidade. CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) adotou o IQA a partir de 1975. Nas décadas seguintes, outros Estados brasileiros adotaram o IQA, que hoje é o principal índice de qualidade da água utilizado no país (ANA, 2015).

A despeito dos padrões microbiológicos, a Portaria nº 2914/11 estabelece que em água para consumo humano, incluindo fontes subterrâneas, não seja detectado a presença de *Escherichia coli* em 100 ml da água. Quanto à presença de coliformes totais, o artigo 27, §1º, da mesma, determina que no controle da qualidade da água, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que sejam obtidos resultados aceitáveis (BRASIL, 2011a). Além de parâmetros microbiológicos a referida Portaria estabelece diversos outros fatores que podem comprometer a saúde.

Dutra *et al.* (2010) chamam a atenção para o fato de que a preocupação com a qualidade da água ainda é incipiente, e ressaltam que o maioria dos trabalhos científicos visavam o aspecto quantitativo, todavia com o crescimento populacional, acompanhado com o desenvolvimento industrial e a super utilização dos recursos hídricos, o fator qualidade passou a ser importante. Contaminação da água é uma questão de saúde pública, Segundo Karataş & Karataş (2016) o setor doméstico representa 10% do consumo total de água. Os mesmos autores relatam que em todo o mundo, cerca de 748 milhões de pessoas permanecem sem acesso água tratada e 2,5 bilhões permanecem sem acesso a saneamento básico.

A água fornecida coletivamente deve ser tratada, mesmo que o tratamento seja restrito ao processo de desinfecção. A portaria nº 2914/11 do Ministério da saúde enfatiza que a adoção de limites de presença de substâncias e organismos potencialmente nocivos à saúde humana na água para consumo, embora necessária, não é suficiente para garantir a desejável proteção à saúde. Além do acompanhamento desses limites, procedimentos complementares são essenciais, como a promoção de boas práticas em todo o abastecimento de água (BRASIL, 2011a).

Uma das principais características para que água seja considerada potável é que seu consumo seja seguro para os usuários, tornando o processo de controle de qualidade fundamental. O controle de qualidade envolve análise e avaliações de parâmetros, a partir dos quais medidas e procedimentos poderão ser adotados para a garantia de fornecimento de água potável para os usuários. De modo geral esses procedimentos são realizados em Estações de Tratamento e Abastecimento de Água e Esgoto, e exigem o uso de substâncias químicas ou até mesmo processos físicos que visam o extermínio de organismos patógenos e a remoção de outros resíduos que podem acarretar algum problema para a saúde humana. Porém outros tratamentos podem ser adotados com objetivo da melhoria da qualidade de vida e bem estar da população, como a fluoretação da água dos sistemas públicos de abastecimento, produzindo a prevenção de carie dental. De acordo FUNASA (Fundação Nacional da Saúde):

Historicamente sabe-se que a Organização Mundial de Saúde desenvolveu um programa para a promoção da fluoretação de água de abastecimento de comunidades, apresentado na 25ª Assembléia Mundial de Saúde, em 1975, que enfatizou a importância de se utilizar o flúor nas concentrações adequadas na água de abastecimento. (BRASIL, 2012).

Um estudo realizado pela pesquisadora Josephine Fogden, contrada pela companhia de purificação de água de renome mundial Halo Source, destaca que nas últimas três décadas, tem havido um esforço internacional para aumentar o acesso à água potável. Esses esforços envolvem Fóruns Mundiais, o estabelecimento de metas e investimento por parte do Banco Mundial e Países com potencial de investimento (FOGDEN, 2009).

A OMS através do Guia para Qualidade da Água de Consumo Humano (WHO, 2004) traz como recomendação a utilização da metodologia de Avaliação de Risco, que consiste na caracterização e estimativa, quantitativa ou qualitativa, de potenciais efeitos adversos à saúde devido à exposição de indivíduos e populações a fatores de risco (físicos, químicos e agentes microbianos, ou situações). De acordo com o PNQA (Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas) o monitoramento e a avaliação da qualidade das águas superficiais e subterrâneas são fatores primordiais para a adequada gestão dos recursos hídricos, permitindo a caracterização e a análise de tendências em Bacias Hidrográficas, sendo essenciais para várias atividades de gestão, tais como: planejamento, outorga, cobrança e enquadramento dos cursos de água (ANA, 2017)

### **3.1.3 A escassez de água no Brasil.**

A escassez de água é um dos maiores desafios da humanidade. Atinge diversas regiões do planeta e compromete demandas para as gerações futuras. Sobre esta questão Kanae (2009) afirma que a crise hídrica é reconhecida como um dos principais problemas ambientais e sociais enfrentados pelo mundo e por sociedades locais.

A Declaração Universal dos Direitos da Água de 22 de março de 1992 diz que: “A água não é uma doação gratuita da natureza; ela tem um valor econômico: precisa-se saber que ela é, algumas vezes, rara e dispendiosa e que pode muito bem escassear em qualquer região do mundo” (CNUMAD, 1992).

Apesar do Brasil ser considerado como o país de maior reserva de água doce do planeta. Tem vivenciado um cenário de crise hídrica. Já é de conhecimento nacional que umas das regiões brasileiras que mais sofre com a escassez de água é a região nordeste devido suas características geográficas e climáticas. Constantemente, o nordeste brasileiro é alvo de reportagens, onde se apresenta um quadro de calamidade pública. Porém, nos últimos

anos regiões brasileiras que não faziam parte da zona territorial da seca, vivenciou situação de escassez e racionamento de água

Em termos globais o Brasil possui grande oferta de água. Esse recurso natural, entretanto, encontra-se distribuído de maneira heterogênea no território nacional. Passam pelo território brasileiro em média cerca de 260.000 m<sup>3</sup>/s de água, dos quais 205.000 m<sup>3</sup>/s estão localizados na bacia do rio Amazonas, restando para o restante do território 55.000 m<sup>3</sup>/s de vazão média. (ANA, 2016).

Rebouças (1997) afirma que o Brasil reúne as condições geoambientais altamente favoráveis ao desenvolvimento da vida e ao ciclo da água. A jornalista Ceratti (2016) em sua reportagem que tem por título, “O Brasil tem sede, embora seja o dono de 20% da água de todo o mundo”, questiona como um país com grande capacidade hídrica como o Brasil sofre com a falta de água. A diferença na maneira de como a água é geograficamente distribuída, a degradação ambiental, mudanças climáticas e infraestrutura deficiente, são apontadas pela autora como possíveis respostas. Galvão & Bermann, (2015) trazendo a questão para uma perspectiva de produção de energia inferem que a crise hídrica recente, e que ainda está sendo vivenciada no país, evidenciou os conflitos entre a geração de energia e o uso múltiplo das águas.

Segundo Carmo (2001), 23% de toda água doce do planeta esta na América do Sul, desta, 12% se encontra no Brasil, mas apesar da disponibilidade de água ser relativamente grande no país, a distribuição de água ocorre de forma desigual. Como exemplo pode-se citar a Bacia Amazônica, que dispõe de grande capacidade hídrica contrastando com regiões semi-áridas importantes do país, grande parte encontradas na região Nordeste. O autor ainda salienta que,

Considerando as grandes bacias hidrográficas brasileiras, constata-se que, mesmo em áreas com menor disponibilidade hídrica, em média o volume de água disponível por pessoa é bem superior ao mínimo considerado como adequado. Entretanto essa média esconde profundas diferenças de sazonalidade e de distribuição dessa água dentro de cada bacia (CARMO, 2001).

Corroborando com Carmo (2001), Rebouças (1997) afirma que, “a descarga média anual nos rios brasileiros representa oferta segura da ordem de 38 mil m<sup>3</sup>/hab/ano para

atendimento de uma demanda total média da ordem de 300 m<sup>3</sup>/hab/ano”. (REBOUÇAS, 1997). O autor ainda infere que esses valores são mascarados pela distribuição desigual desses potenciais hídricos e a localização das demandas. Isso se deve ao fato de que 70% dos recursos hídricos brasileiros se encontrarem na Região Norte, onde habitam apenas 7% do total da população brasileira; 3,3% da água disponível está na Região Nordeste que abriga 28,1% da população total do Brasil, e, 6% na Região Sudeste onde se encontra o maior percentual populacional, 42,3%. (PICCOLI *et al.*, 2016). Apesar dessa distribuição desigual da água ao longo do território brasileiro, há outros fatores que agravam o problema da escassez da água no país. Assim,

De fato, é de origem social o comportamento humano que agrava os efeitos da seca ou da enchente – pelo desmatamento, pela ocupação das várzeas dos rios, pela impermeabilização do solo no meio urbano, pelo lançamento de esgoto não-tratado nos rios, pelo desperdício da água disponível. É também de origem social a atitude político-científica diante da questão, na qual pode prevalecer ótica enviesada de unilateralização física ou social. (REBOUÇAS, 1997)

Segundo Martín (2015a), o estado de São Paulo protagonizou, no ano de 2014 e 2015, a maior crise hídrica dos últimos 84 anos. Isso devido a uma série de fatores como índices pluviométricos abaixo do esperado, a falta de gestão e planejamento urbano e ainda a contaminação de águas superficiais e subterrâneas que comprometeu o abastecimento de alguns municípios do Estado. O Estado do Rio de Janeiro também vem sentindo a falta de água, vários municípios do Estado como Teresópolis, Niterói, Ilha de Paquetá e Angra dos Reis sofreram com racionamento de água. (MARTIN, 2015b). No último ano, quatorze cidades do Estado do Espírito Santo sentiram a falta de água, muitas delas tiveram que ser abastecidas com caminhões pipa. (SANTANA, 2016).

De acordo com Boff (2015) a população brasileira não tem sabedoria na hora de usar esse bem precioso, 37% da água tratada no Brasil é desperdiçada, o que daria pra abastecer a França, a Suíça, a Bélgica e o norte da Itália. Segundo Piccoli *et al.* (2016) cerca de 40% a 60% da água tratada é desperdiçada no caminho que a água percorre entre a captação e as moradias, isso se deve a tubulações precárias, vazamentos, tecnologias ultrapassadas e

ligamentos clandestinos. O desmatamento exacerbado de florestas também está relacionado a seca em diversos locais do país.

Barbosa (2014) ressalta que 80% da mata nativa da região do Cantareira, onde fica o principal reservatório de água do estado de São Paulo, foi desmatado nos últimos 30 anos. O que está diretamente ligado à falta de água dos últimos anos. A falta da mata nativa reduz a recarga das águas subterrâneas, pois sem árvores pouca água é absorvida pelo solo. Rebouças (1997), ainda aponta como fatores importantes para as questões de escassez de água, o crescimento urbano desordenado, a degradação dos mananciais pelo lançamento de esgotos domésticos e industriais não tratados e a insuficiência dos serviços de saneamento básico. Segundo o autor:

A avaliação do problema da água de uma dada região já não pode se restringir ao simples balanço entre oferta e demanda. Deve abranger também os inter-relacionamentos entre os seus recursos hídricos com as demais peculiaridades geoambientais e sócio culturais, tendo em vista alcançar e garantir a qualidade de vida da sociedade, a qualidade do desenvolvimento socioeconômico e a conservação das suas reservas de capital ecológico (REBOUÇAS, 1997)

Lall *et al.* (2008) destacam que três tipos de crises hídricas aparecem proeminentemente em discurso acadêmico e profissional. O Primeiro está relacionado à crise de acesso à água potável. Nele está incluso a incapacidade de fornecer a infraestrutura básica para armazenar, tratar e entregar suprimentos de água para grande parte da população mundial. O segundo refere-se à crise da poluição que é análoga à mudança climática, no que se refere ao impacto dos subprodutos do uso do recurso. Já o terceiro trata da crise de escassez ou esgotamento de recursos, que para os autores é análogo ao medo de ficar sem petróleo.

Outro aspecto a ser considerado em relação à escassez hídrica está na interferência negativa sobre o IQA (Índice de Qualidade da Água), uma vez que o volume de água disponível para a diluição dos poluentes é menor nesta condição (ANA, 2015).

Silva *et al.* (2015) afirma que, o abastecimento de água potável de uma cidade deve priorizar tanto a qualidade como a quantidade, de modo que esse abastecimento seja contínuo e suficiente para garantir à população conforto, higiene, prevenção de doenças, recreação,

desenvolvimento turístico, industrial e comercial. Piccoli *et al.* (2016) também aponta para o gerenciamento dos recursos naturais, de forma que se torne um patrimônio comum e seja alvo da agenda política pública. Corroborando com essa perspectiva Silva *et al.* (2015) inferem que o gerenciamento dos recursos naturais é necessário para assegurar às futuras gerações, sua disponibilidade, tanto em quantidade como em qualidade.

### 3.2. A BACIA DO RIO PARAÍBA DO SUL

Sob o aspecto estrutural Tucci (1997) conceitua bacia hidrográfica como uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. Sendo composta de um conjunto de superfícies vertentes e por uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório. A ANA (Agência Nacional de Águas) apresenta a dinâmica de uma bacia hidrográfica da seguinte forma:

A água superficial escoar até um curso d'água (rio principal) ou um sistema conectado de cursos d'água afluentes; essas águas, normalmente, são descarregadas por meio de uma única foz (ou exutório) localizada no ponto mais baixo da região. Da parte infiltrada, uma parcela escoar para os leitos dos rios, outra parcela é evaporada por meio da transpiração da vegetação e outra é armazenada no subsolo compondo os aquíferos subterrâneos (ANA, 2011).

Para Yassuda (1993) a bacia hidrográfica é o palco unitário de interação das águas com o meio físico, o meio biótico, o meio social, econômico e cultural. Tundisi (2013) apresenta a bacia hidrográfica como uma unidade biogeofisiográfica, segundo o autor essa nova abordagem no processo de gestão de recursos hídricos, constitui um dos principais avanços conceituais na governança desses recursos.

O art. 1º Parágrafo único da Resolução nº 32/03 considera como região hidrográfica o espaço territorial brasileiro compreendido por uma bacia, grupo de bacias ou sub-bacias hidrográficas contíguas com características naturais, sociais e econômicas homogêneas ou similares, com vistas a orientar o planejamento e o gerenciamento dos recursos hídricos. O CNRH (Conselho Nacional de Recursos Hídricos) desta Resolução determinou a Divisão Hidrográfica Nacional, em 12 regiões hidrográficas conforme figura 3.1 (BRASIL, 2003a).



Figura 3.1: Divisão Hidrográfica Nacional por Unidade Federativa  
(Fonte: BRASIL, 2013.)

Dentro do campo investigativo, para Tundisi *et al.* (1988) é unidade de investigação científica, treinamento e uso integrado de informações para demonstração, experimentação, observação em trabalho real de campo. Segundo os mesmos autores uma bacia pode ser utilizada como laboratório natural em que a contínua e reforçada atividade estimula o desenvolvimento de interfaces e aumenta progressivamente a compreensão de processos e fenômenos de uma forma globalizada e não compartimentalizada.

Porto & Porto (2008) destacam que no Brasil, os recursos hídricos têm sua gestão organizada por bacias hidrográficas em todo o território nacional, seja em corpos hídricos de titularidade da União ou dos Estados.

No âmbito nacional, o rio Paraíba do Sul juntamente com o rio Doce compõe a Bacia do Atlântico Sudeste. De acordo com o Ministério do Meio Ambiental:

Por ser a mais populosa do país, o Sudeste também possui o maior pólo econômico e industrial do Brasil. Por isso, a região hidrográfica do Atlântico Sudeste – distribuída pelos Estados do Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo e o litoral do Paraná possui grande importância no cenário econômico nacional. Com uma área de 229.972 km<sup>2</sup>, equivalente a 2,7% do território brasileiro, seus principais rios são o Paraíba do Sul e Doce, com respectivamente 1.150 e 853 km. Além desses, vários outros rios de menor porte formam as seguintes bacias: São Mateus, Santa Maria, Reis Magos, Benevente, Itabapoana, Itapemirim, Jacu, Ribeira e litorais do Rio de Janeiro e de São Paulo. Por ser a mais populosa e industrializada, a região tem uma grande demanda de água (10% do total nacional), sendo 41% para a área urbana e 15% para a área industrial. (BRASIL, 2009)

A Bacia do Rio Paraíba do Sul com uma área de drenagem de cerca de 55.500 km<sup>2</sup>, localiza-se na Região Sudeste entre os Estados de São Paulo (13.900 km<sup>2</sup>), Minas Gerais (20.700 km<sup>2</sup>) e Rio de Janeiro (20.900 km<sup>2</sup>) (ANA, 2001). A figura 3.2, apresenta o domínialidade dos rios na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CEIVAP, 2006).

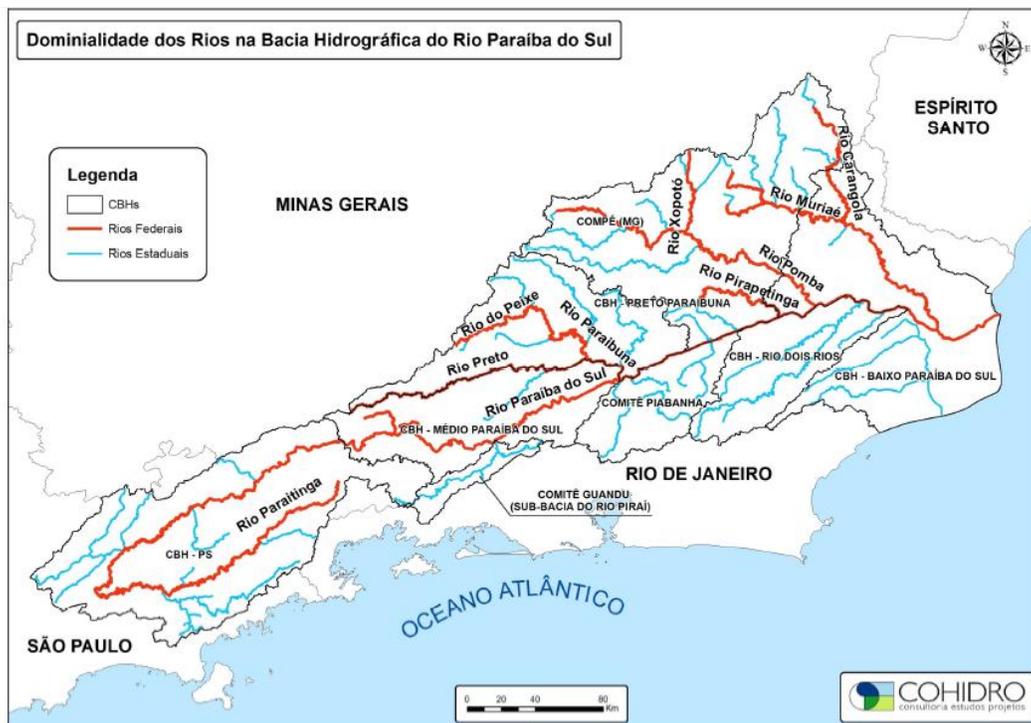


Figura 3.2. Domínialidade dos rios na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (Fonte: CEIVAP, 2014.)

O Rio Paraíba do Sul é formado pela união dos Rios Paraibuna e Paraitinga, na Serra da Bocaina, no Estado de São Paulo, a 1.800 m de altitude. O seu comprimento é calculado a partir da nascente do Paraitinga até o seu deságue no norte fluminense, no município de São João da Barra, alcançando mais de 1.100 km. Os principais afluentes da margem esquerda são: Jaguari, Buquira, Paraibuna Mineiro, Pomba e Muriaé. Os principais afluentes da margem direita são: Una, Bocaina, Bananal, Piraí, Piabanha, Paquequer e Dois Rios (ANA, 2010).

De acordo com o CEIVAP (Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul) a bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, se comparada ao restante do País, é privilegiada no que diz respeito à sua rede hidrométrica, por estar localizada na região mais rica e industrializada, suas águas são usadas na agricultura, indústrias locais, atendimento ao comércio e consumo humano (CEIVAP, 2014). Outros aspectos importantes são destacados por Moreira (2014) ao salientar que:

Algumas questões mostram-se importantes para a reflexão sobre a relevância do Rio Paraíba do Sul como elemento substancial na construção da imagem e identidade de seu médio vale: as representações e funções do rio na história; o rio e a ocupação urbana de sua várzea; o rio e a construção da paisagem urbana; as relações institucionais e o quadro legal e normativo que orienta a sua presença em áreas urbanas.

Quando se pensa na região Sul Fluminense dentro da perspectiva de utilização da água do rio Paraíba do Sul, verifica-se que a presença do mesmo foi determinante para a implantação das cidades que a compõem. Moreira (2014) ao relatar a importância do rio Paraíba do Sul para o Município de Resende como recurso hídrico, destaca que tal fato ocorreu expressivamente durante o século XX (1915-2000), quando se verifica o adensamento populacional e o crescimento da cidade sobre o território, demonstrando com isso a importância do rio para consolidação do Município.

O CEIVAP (2014) em um relatório de diagnóstico verificou que a bacia do rio Paraíba do Sul possuía na época uma disponibilidade hídrica média de 13,5 l/s.km<sup>2</sup> em sua foz, ressaltando que esse valor, no entanto, poderia variar ao longo da bacia, podendo alcançar valores máximos da ordem de 26 l/s.km<sup>2</sup>, como na sub-bacia do rio Piabanha, e valores mínimos em torno dos 8 l/s.km<sup>2</sup> na sub-bacia do Médio Vale do Paraíba.

No mesmo relatório consta que as áreas com maior potencial para água subterrânea no interior da bacia do rio Paraíba do Sul correspondem às bacias sedimentares, e ainda que na região que acompanha o rio Paraíba do Sul, tanto na porção paulista quanto na fluminense da Bacia, pode se identificar dois aquíferos de origem sedimentar: o aquífero superior e o aquífero inferior (CEIVAP, 2014). Esses dados ressaltam a importância da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e da necessidade de gestão integrada dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Quanto aos impactos ambientais sofridos, dados da ANA revelam que a erosão constitui grave problema na bacia, tendo em vista que ocorre de forma generalizada em praticamente todos os municípios e está relacionada a diversas causas, bem como a diversas consequências, dificultando muito a implantação de ações de controle de efeito mais extenso e duradouro (ANA, 2001).

### 3.3. ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Por definição, água subterrânea é toda a água que ocorre abaixo da superfície da terra, preenchendo os poros ou vazios intergranulares das rochas sedimentares, ou as fraturas, falhas e fissuras das rochas compactas e que, sendo submetida a duas forças (de adesão e de gravidade) desempenha um papel essencial na manutenção da umidade do solo, do fluxo dos rios, lagos e brejos (Figura 3.3). Além disso, as águas subterrâneas cumprem uma fase do ciclo hidrológico, uma vez que constituem uma parcela da água precipitada.

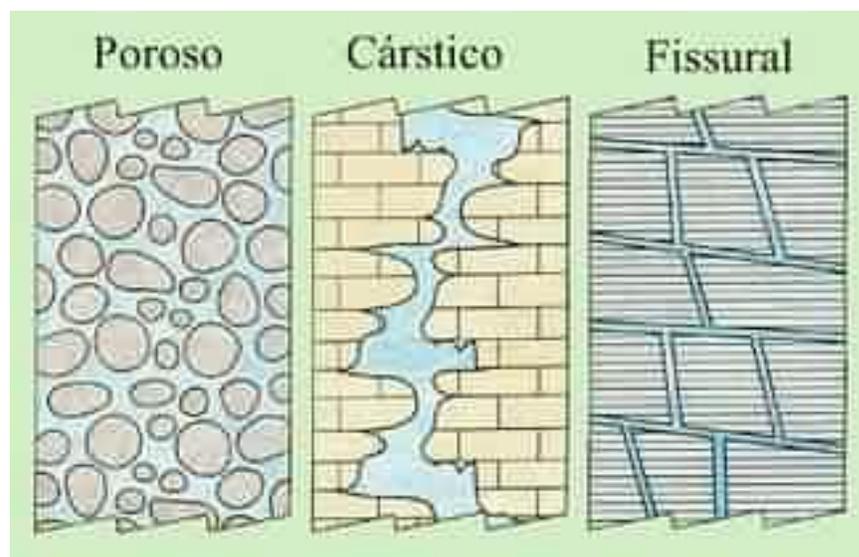


Figura 3.3 - Representação dos três tipos de aquíferos  
(Fonte: UNESCO, 1992.)

O Estado do Rio de Janeiro, em sua constituição, é predominantemente formado por rochas cristalinas. Por este motivo, as águas subterrâneas estão espacialmente mais distribuídas em aquíferos fissurais, posto que os aquíferos porosos estão nas planícies litorâneas e bacias sedimentares cobrindo apenas 20% do Estado (MARTINS *et al.*, 2006).

O total estimado de água doce no planeta corresponde a 2,5 %, conforme apresentado na Figura 3.4, a seguir. Se levarmos em conta que as águas armazenadas na forma de geleiras não estão disponíveis para uso, e que as águas subterrâneas representam 29,9% da água doce do planeta, se considerarmos apenas os demais compartimentos, poderemos verificar que as águas subterrâneas representam mais de 96% da água doce disponível para uso efetivo no planeta.

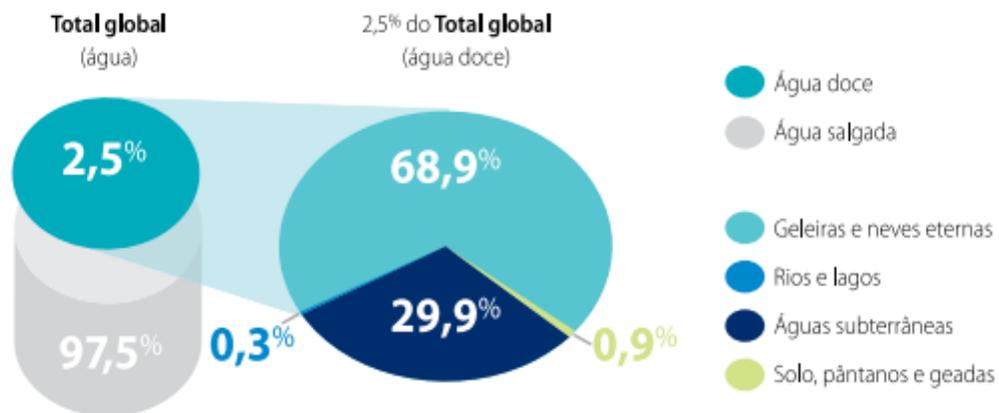


Figura 3.4 - Representação da distribuição da água no Planeta  
(Fonte: PNRH – SRH/MMA, 2011.)

Albuquerque Filho *et al.* (2010) afirmam que a água subterrânea constitui uma fonte de água doce importante para a vida e que pode contribuir para o desenvolvimento de um país. Ressaltam ainda, que tal fonte, pode ser escassa ou de má qualidade em alguns lugares. De acordo com Freitas (2001), a água subterrânea, além de ser um bem econômico, é considerada mundialmente uma fonte imprescindível de abastecimento para consumo humano, para as populações que não têm acesso à rede pública de abastecimento ou para aqueles que, tendo acesso a uma rede de abastecimento, têm o fornecimento com frequência irregular.

Para Sarala & Ravi Babu (2012) a água subterrânea pode ser considerada como uma das mais preciosas fontes básicas para a existência humana e a sobrevivência da humanidade

proporcionando-lhe os luxos e confortos, além de satisfazer em suas necessidades básicas de vida bem como para o desenvolvimento industrial e agrícola, sendo assim um constituinte muito importante para o ecossistema. Mande *et al.* (2011) corroboram com a ideia ao afirmarem que a água subterrânea como recurso hídricos apresenta ampla distribuição na Terra, tem grande importância no abastecimento de cidades, atividades agrícolas e industriais. Além de desempenhar relevante papel sob o aspecto ambiental.

O Brasil dispõe de uma rede de aquíferos demonstrando com isso um grande potencial hídrico subterrâneo conforme representado na Figura 3.5. O banco de dados do cadastro mineiro do DNPM (Departamento Nacional da Produção Mineral) no ano de 2003 identificou áreas de concentração de produção de água mineral em todo território nacional, identificando e caracterizando cada uma das cinco regiões brasileiras, através do mapeamento de suas bacias hidrográficas, permitindo a diferenciação dos processos ativos e inativos de água mineral e potável de mesa (BRASIL, 2004).

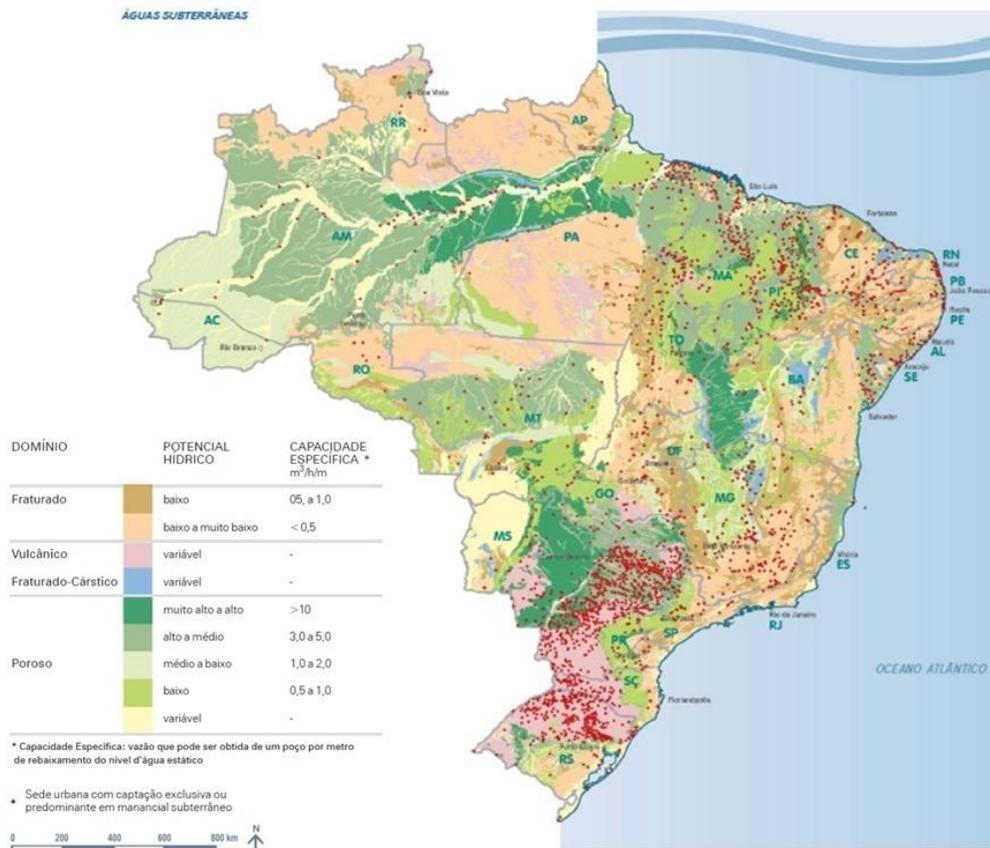


Figura 3.5 - Representação da águas subterrâneas no Brasil  
(Fonte: ANA, 2010)

Apesar do mapeamento e identificação de aquíferos e mananciais, os estudos ainda são incipientes no cenário nacional, exigindo maiores investigações e aprofundamento sobre a temática.

Borsoi *et al.* (2001) definem aquífero como uma formação geológica capaz de armazenar água nos seus espaços vazios, possibilitando seu aproveitamento econômico, bem como a circulação desse líquido, conforme seja a permeabilidade da formação.

Comparativamente com as águas superficiais, a água subterrânea apresenta algumas propriedades que tornam o seu uso mais vantajoso em relação às águas dos rios, considerando que são filtradas e purificadas naturalmente através da percolação, determinando excelente qualidade e dispensando tratamentos prévios. Não ocupa espaço em superfície e sofre menor influência nas variações climáticas. Ersoy & Gültekin (2013) corroboram com a ideia ao afirmarem que a água subterrânea tem sido considerada uma importante fonte de abastecimento de água devido à sua relativamente baixa suscetibilidade à poluição comparada à água de superfície.

Afzali *et al.* (2014) ressaltam a importância das águas subterrâneas como recurso para consumo humano, e, o seu papel ecológico na manutenção do fluxo de rios. De acordo com o Programa de Águas Subterrâneas, a interação das águas superficiais e subterrâneas é dinâmica e tem dupla via. Se as ligações entre os sistemas forem rompidas pelo uso inadequado do solo e do ambiente, correr-se-á o risco de não se ter os rios perenizados nas secas ou as catástrofes aumentadas nas cheias (BRASIL, 2001).

Hespanhol (2010) ressalta que quando há disponibilidade local, a tendência é se preferir águas subterrâneas que, pelo fato de terem geralmente melhor qualidade, podem ser utilizadas após serem submetidas a sistemas de tratamento relativamente simples. Hirata *et al.* (2010) ao inferir sobre o assunto afirmam que:

“A matriz hídrica do país não contempla, de forma correta, esse recurso e faz perder oportunidades de uso eficiente, o que permitiria reduzir custos na instalação e operação de sistemas de abastecimento de água e torná-la mais protegida em eventos associados à mudança climática”.

As águas subterrâneas, como recurso, fornecem oportunidades de desenvolvimento de subsuperfície e emergem como uma alternativa para atender demandas por água potável, principalmente em situações de crise hídricas. Bertolo *et al.* (2015) afirmam que, as águas subterrâneas não representam a solução da crise hídrica, mas são uma fonte importante, principalmente para o abastecimento público e consumo humano. Medidas de governanças e gestão são necessários para a utilização desse importante recurso.

As nascentes acabam sendo uma alternativa de exploração econômica e viável. Felipe (2009) apresenta o conceito de nascente como um sistema ambiental em que o afloramento da água subterrânea ocorre naturalmente de modo temporário ou perene, integrando à rede de drenagem superficial, sendo portanto, um recurso possível no atendimento de demandas.

De acordo com a FCIHS (Fundação Centro Internacional de Hidrologia Subterrânea) a gestão dos recursos hídricos das águas subterrâneas se baseia em uma série de princípios básicos:

- As águas subterrâneas têm uma resposta lenta às ações externas, sendo menos afetadas pelos fatores extremos de seca que as águas superficiais;
- A água subterrânea é praticamente ubíqua, de modo que se pode encontrar próximo a necessidade;
- De modo geral, as águas subterrâneas são de boa qualidade ou de qualidade aceitável. Porém suscetível de contaminação ligada a ações naturais e antrópicas (FCIHS, 2009).

Segundo a ANA (2010), no Brasil, 47% dos municípios são abastecidos exclusivamente por mananciais superficiais, enquanto 39% das sedes municipais (2.153 municípios) são integralmente abastecidos por água subterrânea e outros 14% são abastecidos tanto por água superficial com o por água subterrânea, conforme a Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Tipo de manancial utilizado no abastecimento hídrico urbano no Brasil

SEDES URBANAS ABASTECIDAS POR TIPO DE MANANCIAL						
Região geográfica	Estados	Tipos de Abastecimento			Sem informação	Total de municípios na UF
		Misto	Subterrâneos	Superficial		
Norte	AC	2	4	16	0	22
	AM	8	44	10	0	62
	AP	2	4	10	0	16
	PA	13	108	21	1	143
	RO	5	10	37	0	52
	RR	5	9	1	0	15
	TO	10	84	45	0	139
	Sub-total	45	263	140	1	449
Nordeste	AL	11	16	75	0	102
	BA	32	78	307	0	417
	CE	12	64	108	0	184
	MA	11	58	43	5	217
	PB	17	34	165	7	223
	PE	14	17	153	1	185
	PI	8	174	40	2	224
	RN	3	76	85	3	167
	SE	8	20	47	0	75
	Sub-total	116	637	1023	18	1794
Centro-Oeste	DF	1	0	0	0	1
	GO	38	56	152	0	246
	MS	8	62	8	0	78
	MT	20	58	61	2	141
	Sub-total	67	176	221	2	466
Sudeste	ES	7	0	71	0	78
	MG	171	170	512	0	853
	RJ	11	1	77	3	92
	SP	126	331	184	4	645
	Sub-total	315	502	844	7	1668
Sul	PR	89	221	86	3	399
	RS	67	286	134	9	496
	SC	58	68	165	2	293
	Sub-total	214	575	385	14	1188
Total do Brasil		757	2153	2614	41	5565

(Fonte: ANA 2010.)

A mesma Agência ainda ressalta que considerando todos os domínios, as reservas renováveis de águas subterrâneas no País atingem cerca 42,3 mil m<sup>3</sup>/s, ou 24% do escoamento médio dos rios em território nacional e 46% da disponibilidade hídrica superficial. Demonstrando a importância do recurso no atendimento de demandas públicas e necessidade de interferências sócio-políticas.

Outro aspecto que precisa ser considerado é o fato que como recurso ambiental é preciso considerar demandas para as gerações futuras. Essas demandas são ambiciosas, segundo a ONU, a cada ano a população mundial aumenta em 80 milhões de pessoas, um resultado equivalente à população da Alemanha. No Brasil as expectativas não são diferentes: a estimativa para abastecimento da população urbana brasileira no período de 2005 a 2025 poderá apresentar um crescimento de 28% segundo a Tabela 3.2 (ANA, 2010).

Tabela 3.2- Demandas médias para abastecimento urbano por região.

DEMANDAS MÉDIAS PARA ABASTECIMENTO URBANO						
Ano	Demanda por Regiões Geográficas (m <sup>3</sup> /s)					Total Brasil (m <sup>3</sup> /s)
	Norte	Nordeste	Centro- Oeste	Sudeste	Sul	
2005	34	115	33	247	65	494
2015	45	136	39	275	75	570
2025	54	151	44	298	83	630

(Fonte: ANA 2010.)

### 3.3.1. Vulnerabilidade das águas subterrâneas

As águas subterrâneas como qualquer outro corpo d'água estão sujeitas à contaminação e degradação. Portanto, são vulneráveis a fatores externos, como por exemplo, fossas sépticas infiltração de efluentes industriais, tubulação rompida na rede de esgoto e galerias de águas pluviais, vazamentos de postos de serviços decorrentes do chorume proveniente de aterros

sanitários e lixões, necrochorumes,<sup>1</sup> uso indevido de fertilizantes nitrogenados e depósitos de lixo próximos dos poços mal construídos ou abandonados. Num estudo realizado em Portugal Rodrigues & Pacheco (2003) ao abordarem a problemática da contaminação de águas subterrâneas com necrochorume ressaltam que os cemitérios geralmente não são visto como sendo contaminante potencial para o ambiente.

De acordo com Hall (1984) existe uma série de impactos decorrentes da urbanização em um sistema hídrico. O autor resume esses impactos em dois grupos, o primeiro está relacionado ao aumento da densidade demográfica, que responde pela ampliação de demandas de recursos hídricos e, concomitantemente, compromete a sua qualidade; o segundo indica o aumento da densidade de construções, que tende a impermeabilizar o solo e modificar o sistema de drenagem, alterando as características do balanço hidrológico local. Para Furriela (2001), a falta de água e sua poluição causam problemas graves de saúde pública, limitando o desenvolvimento econômico e agrícola, prejudicando os ecossistemas.

A deteriorização do potencial de águas subterrâneas nos centros urbanos são atribuídos à explosão demográfica, à urbanização, à industrialização e às distribuições irregulares de chuvas (ASHIYANI *et al.*, 2015 e PATIL *et al.*, 2013). Ainda dentro da perspectiva das pressões das ocupações urbanas, Felipe & Magalhães Jr (2012) destacam que em espaços metropolitanos do Brasil, as redes fluviais encontram-se intensamente modificadas de modo que as nascentes são drenadas ou aterradas, em sua maioria. Celligoi (1999) destaca a degradação das águas subterrâneas nas atividades antrópicas em áreas urbanas e rurais:

Embora as águas subterrâneas sejam naturalmente mais protegidas dos agentes contaminantes do que as superficiais, a grande expansão das atividades antrópicas, nas áreas urbanas e rurais, tem provocado a poluição pontual das águas subterrâneas, sobretudo em locais com deposição inadequada de resíduos sólidos (industriais e domiciliares) armazenamento, manuseio e descarte inadequados de produtos químicos, efluentes, incluindo o uso indiscriminado de agrotóxicos e fertilizantes.

A Figura 3.6 ilustra os principais processos da poluição das águas subterrâneas, sendo a contaminação por produtos químicos a mais preocupante, visto que pode acarretar danos irreversíveis ou muito dispendiosos para serem remediados.

---

<sup>1</sup> Dá-se o nome de necrochorume ao líquido produzido pela decomposição dos cadáveres nos cemitérios, composto sobretudo pela cadaverina, uma amina ( $C_5H_{14}N_2$ ) de odor repulsivo, subproduto da putrefação. Fonte: <http://www.dicionarioinformal.com.br/> acesso em: 08 jul 2016.

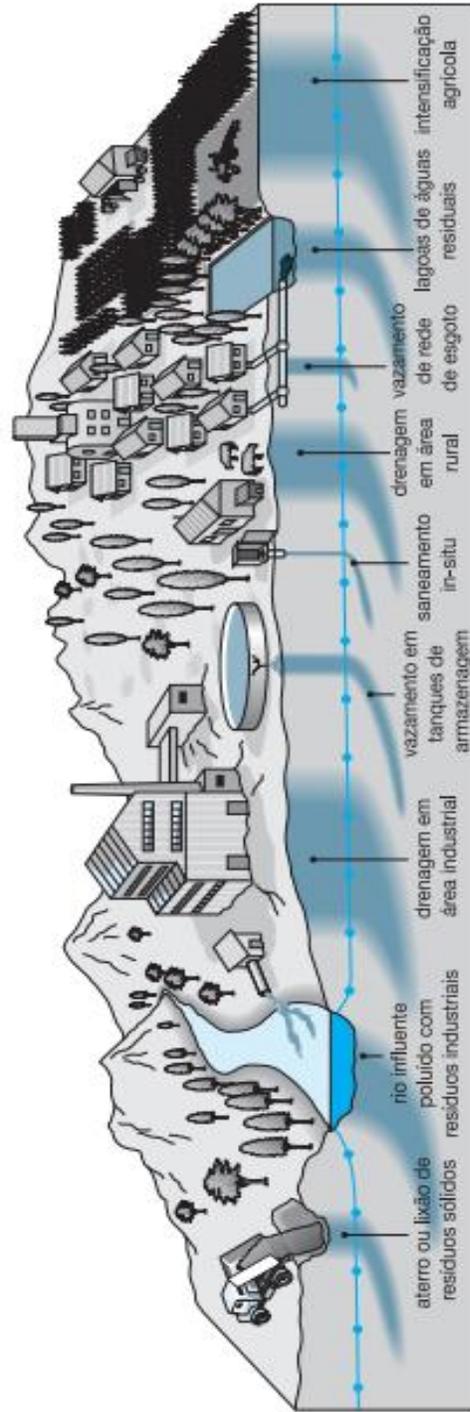


Figura 3.6 - Processos comuns de poluição da água subterrânea  
(Fonte: FOSTER et al., 2006)

A literatura traz diversas definições para a vulnerabilidade das águas subterrâneas. Segundo Hirata & Suhogusoff (2004) constitui como a maior ou menor susceptibilidade de um meio aquífero ser afetado por uma carga poluente imposta. A ASTM American Society for Testing & Materials, uma das mais conceituadas organizações de desenvolvimento de normas técnicas do mundo, define vulnerabilidade das águas subterrâneas como a facilidade com a qual um dado contaminante pode migrar para as águas subterrâneas ou para um aquífero em determinadas situações de uso do solo (ASTM, 1996). Sobre a contaminação por uso do solo Iritani & Ezakia (2012) apontam que:

A infiltração de contaminantes no solo pode ter inúmeras causas e formas de ocorrência, sejam acidentais, intencionais ou por negligência e desconhecimento (vazamentos de substâncias, explosões, descartes/despejos de resíduos etc.). As fontes de poluição podem ser pontuais (por exemplo: vazamento de tanques, disposição de resíduos no solo etc.), poluindo um local restrito de forma concentrada; ou difusas (aplicação de fertilizantes e pesticidas, vazamentos da rede coletora de esgoto etc.), com extensa distribuição em área.

Para dimensionar a vulnerabilidade das águas subterrâneas é preciso considerar diversos aspectos ambientais e sociais que podem comprometer de forma positiva ou negativa os mananciais. KROGULEC (2013) num estudo sobre interpretação dos resultados de vulnerabilidade ressalta que cada caso exige uma abordagem individual, levando em conta as especificidades da área de estudo.

Possíveis mudanças climáticas e forma do uso da terra podem modificar os processos hidrológicos e, conseqüentemente, provocar impactos na quantidade e qualidade das águas subterrâneas (PULIDO-VELAZQUEZ *et al.*, 2015).

Moura (1994) infere que a emergência da questão de proteção das nascentes, está particularmente presente em espaços urbanos/metropolitanos visto que a legislação específica para a maior parte das zonas urbanas brasileiras não garantiu a necessária proteção das nascentes ao longo do tempo devido, em parte, à falta de operacionalização do aparato legal, mas também aos diversos interesses especulativos e imobiliários do espaço urbano.

Uma importante entidade que se destaca quanto às medidas protetivas das águas subterrâneas é a Associação Brasileira de Águas Subterrâneas ABAS, fundada oficialmente 1978. Um dos objetivos dessa associação é congregar entidades, técnicos e simpatizantes interessados

em estudo, pesquisa, tecnologia, preservação e desenvolvimento de águas subterrâneas. O pensar coletivo favorece ações positivas e a proposições de soluções, para atender demandas frente aos fatores de risco e de vulnerabilidade dos recursos hídricos subterrâneos.

### **3.3.2. Qualidade da água subterrânea**

A qualidade da água é compreendida como o estado no qual a água se encontra e é caracterizada pela sua composição físico-química e biológica. Este estado deve permitir a sua utilização, sem causar danos à saúde e se baseia em dois aspectos: deve ser livre de substâncias e microorganismos nocivos para os consumidores e livre de substâncias que provoquem sensações desagradáveis, percebidas através da alteração da cor, turbidez, odor e sabor (BRASIL 2014).

A qualidade da água é representada por parâmetros que refletem seus aspectos físicos, químicos e biológicos (FERREIRA & SARON, 2013). Essa qualidade é determinada por parâmetros estabelecidos por órgão internacionais e nacionais. Existem diferentes critérios, dependendo do emprego e destinação da água. Os principais parâmetros físicos e químicos da água são: cor, turbidez, sabor e odor, temperatura, pH, alcalinidade, acidez, dureza, ferro e manganês, cloretos, nitrogênio, fósforo, oxigênio dissolvido, matéria orgânica, micropoluentes inorgânicos e orgânicos (VAN SPERLING, 1996).

O CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) classificou as águas do território nacional em três tipos de categoria: doces, salinas e salobras, sendo as mesmas divididas em treze diferentes classes de qualidade de acordo com seu uso preponderante, visando assegurar os níveis de qualidade para atender às necessidades da comunidade, a saúde e o bem-estar humano, o equilíbrio ecológico/aquático e o controle da poluição. É importante ressaltar que um mesmo corpo d'água pode servir para diversos usos. Para assegurar a manutenção da qualidade dos corpos d'água, o mesmo também definiu padrões de lançamento para efluentes, os quais se relacionam diretamente aos padrões de qualidade definidos para as classes de corpos receptores (BRASIL, 2005). Adicionalmente, o lançamento de tais efluentes não deve ultrapassar condições e padrões de qualidade estabelecidos para cada um dos tipo de classes das águas (BRASIL, 2011).

A FUNASA alerta que tanto o controle da qualidade da água, exercido pela entidade responsável pela operação do Sistema de Abastecimento de Água ou Soluções Alternativas

Coletivas, quanto a sua vigilância, por meio dos órgãos de saúde pública, são instrumentos essenciais para a garantia da proteção a saúde dos consumidores.

Quando se trata de água para consumo humano, os quesitos que definem qualidade elevam-se. Assim critérios para avaliar a potabilidade são mais rígidos e devem atender às Portarias estabelecidas pelo Ministério da Saúde. A Portaria Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e estabelece que sejam aferidos os coliformes totais e termotolerantes, de preferência *Escherichia coli*, além de contagem de bactérias heterotróficas. A mesma Portaria recomenda que a contagem padrão de bactérias não deve exceder a 500 unidades formadoras de colônias por 1 mililitro de amostra (500/UFC/ml) (BRASIL, 2004). De acordo com a ANVISA (Agência Nacional de Vigilância em Sanitária ) a água utilizada para o consumo direto ou no preparo dos alimentos deve ser proveniente de abastecimento público, sendo permitida a utilização de soluções alternativas, tais como água de poço, nascente e outras fontes, após a licença de outorga de uso concedida pelo órgão competente. A mesma deve ser tratada e a qualidade controlada por análise laboratorial na periodicidade determinada pela legislação específica vigente. Botkin e Keller (2011) alertam que

A água para o uso doméstico deve ser livre de constituintes nocivo à saúde, como sedimentos finos, inseticidas, pesticidas, micróbios patogênicos, concentrações de metais pesados; não deve ter sabor desagradável e nem odores, e não pode causar danos ao encanamento ou eletrodomésticos.

De acordo com Afzali *et al.* (2014) a composição química das águas subterrâneas constitui um importante instrumento para determinar a sua aptidão como fonte de abastecimento para o consumo humano, animal, irrigação e para os outros empregos. Segundo o MS (Ministério da Saúde) a avaliação da qualidade de uma água deve ser feita de forma integrada, considerando-se o conjunto das informações de caráter físico, químico e biológico (BRASIL,2006).

Sobre contaminantes patogênicos Giglio *et al.* (2016) ressaltam que para entender a dinâmica que controla a contaminação patogênica das águas subterrâneas, diversos fatores devem ser levados em conta. Dentro dessa mesma perspectiva O'Dwyer *et al.* (2014) destacam que tanto a sobrevivência como a persistência dos microorganismos nas águas subterrâneas são

influenciadas pelo clima, pela precipitação pluvial e pela temperatura, além disso, essas influências são específicas para o microorganismo envolvido.

Diversos problemas de saúde podem estar associados à ingestão de água contaminada por agentes biológicos ou físico-químicos. Várias epidemias de doenças gastrointestinais têm como via de transmissão água contaminada. Segundo a OPS (Organización Panamericana de la Salud) algumas dessas infecções respondem por elevada taxa de mortalidade em indivíduos com baixa resistência, atingindo especialmente idosos e crianças menores de cinco anos (OPS, 2000). Daí a atenção que deve ser atribuída à qualidade da água ingerida.

### **3.3.3. Legislação dos recursos hídricos subterrâneos**

A Constituição Federal em seu art. 26 considera as águas subterrâneas, como um dos bens dos Estados. A Política Nacional de Recursos Hídrica instituída pela Lei Nº 9.433/97, mais conhecida como “Lei das Águas”, foi um marco importante na legislação brasileira. Wolkmer & Pimmel (2013) ressaltam que, no Brasil, a governança como aparato conceitual que abarca uma nova concepção da água é implementada a partir desse momento.

Silva & Sambuichi (2016) relatam que a partir da edição da Lei no 9.433/97, houve uma divisão de responsabilidade entre os órgãos pela emissão da outorga do direito de uso da água e pela emissão das licenças. A outorga passou a ser de responsabilidade da ANA, e a licença, de responsabilidade do órgão ambiental competente, que no nível federal é o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

A referida lei está fundamentada em alguns princípios, a saber: A água é um bem de domínio público; é um recurso limitado e dotado de valor econômico; em situação de escassez o uso prioritário é o consumo humano e dessedentação dos animais; a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas; a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e para atuação do SINGREH (Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos), A gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada, democrática e contar com a participação do poder público, dos usuários e de toda comunidade. A matriz de planejamento e gerenciamento do SINGREH encontra-se representada no organograma da Figura 3.7.

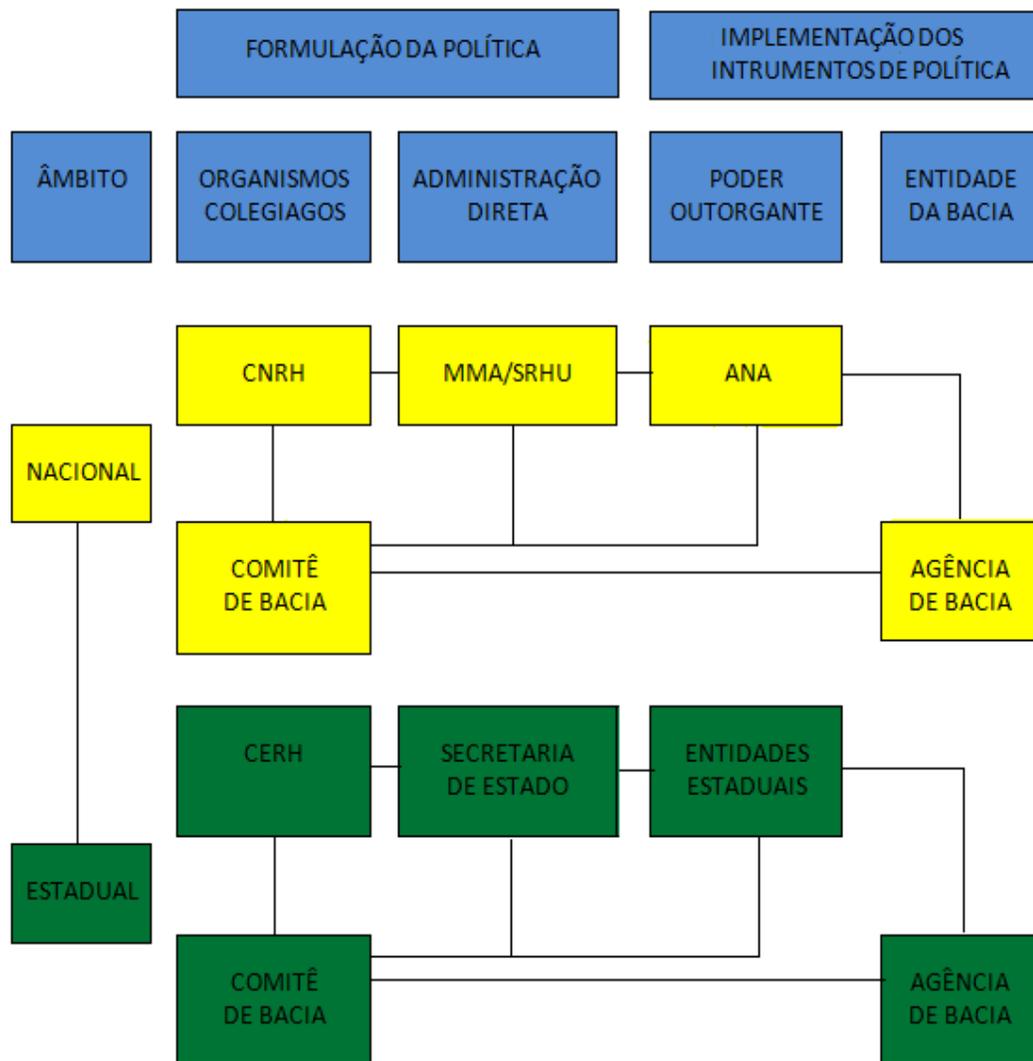


Figura 3.7 - Composição do SINGREH

(Fonte: BRASIL 1997.)

O SINGREH como matriz propõe e resume o principal objetivo da Lei das Águas no tocante a criação de gestão descentralizada, democrática e participativa. Em análise simples dessa malha verifica-se a presença do Governo Federal representado pelo CNRH (Conselho Nacional de Recursos Hídricos), pelo MMA-SRHAU (Ministério do Meio Ambiente representado pela Secretaria de Recursos hídricos e Ambiente Urbano) e pela ANA (Agência Nacional de Água), já a nível Estadual os CERH (Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos), as Secretarias de Meio Ambiente e Órgãos gestores Estaduais; e no âmbito de Bacia Hidrográfica estão presentes os Comitês de Bacia e Agências de Bacia. De acordo Moura (2016) existem cerca

de 150 Comitês de Bacia Estaduais e Interestaduais em diferentes regiões do país, os quais deliberam, no âmbito destas Bacias, sobre os planos de recursos hídricos e as prioridades de ações requeridas. De acordo com a ANA, os comitês de bacia hidrográfica diferem de outras formas de participação previstas nas demais políticas públicas, pois têm como atribuição legal deliberar sobre a gestão da água fazendo isso de forma compartilhada com o poder público (ANA, 2011).

Além da Lei supracitada, entre as principais legislações ambientais que podem e devem ser aplicadas às águas subterrâneas estão:

- Lei nº 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação;
- Decreto nº 4.297/02 que regulamenta o inciso II do art. 9 desta Lei, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil – ZEE;
- Lei nº 9.605/98 - Leis dos Crimes Ambientais - Trata das sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, regulamentada pelo Decreto nº 3.179, de 21 de setembro de 1999;
- Lei nº 9.795/99 – Lei de Educação Ambiental. – que dispõe sobre a educação ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental;
- Lei nº 9.985/00 - Lei do SNUC (Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza) - esta regulamenta o art. 225 § 1, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal/88, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.

O Poder Executivo no seu exercício estabeleceu diversas Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente, as denominadas CONAMA(s). Algumas delas aplicadas às águas subterrâneas. Dentre elas estão: A Resolução CONAMA nº 303, de 2002 que dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente, inclusive conceituando nascentes como exutório de águas subterrâneas; já a Resolução CONAMA nº 335, de 2003 dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. Em 2005 foi aprovada a Resolução CONAMA nº 357 que dispõe sobre a classificação dos corpos de água superficial e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de efluentes.

No entanto está ultima revogou a Resolução nº 20/86 deixando de abordar a influência da infiltração de efluentes no solo o que afeta diretamente as águas subterrâneas, tal fato provocou a

discussão e a aprovação da Resolução nº 396/08 que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas.

Vale ressaltar que a ANA implementa desde 2007 a Agenda Nacional de Águas Subterrâneas, cujo foco central, considerando o papel da Agência como um dos órgãos responsáveis pela implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, é fortalecer a gestão integrada de águas subterrânea e superficial no país, voltada, sobretudo, para dotar os órgãos gestores de recursos hídricos estaduais de conhecimento hidrogeológico, técnico-gerencial e de capacitação específica em águas subterrâneas, de forma que possam desempenhar adequadamente a gestão sistêmica e integrada dos recursos hídricos Outra importante instituição

Quantos aos recursos hídricos subterrâneos Uma importante entidade que se destaca quanto às questões relativas às águas subterrâneas é a ABAS (Associação Brasileira de Águas Subterrâneas) foi fundada oficialmente em 10 outubro de 1978. Essa associação visa:

- Congregar entidades, técnicos e simpatizantes interessados em estudo, pesquisa, tecnologia, preservação e desenvolvimento de águas subterrâneas.
- Manter intercâmbio e cooperação com sociedades congêneres e com entidades públicas e privadas cujas atividades se relacionem com águas subterrâneas.
- Promover e divulgar estudos, pesquisas e trabalhos de qualquer natureza, que se refiram às águas subterrâneas através de publicações e noticiários.
- Realizar congressos, simpósios, seminários e conferências com o propósito de difusão de trabalhos técnicos.
- Constituir comissões e promover reuniões específicas para a análise e debate de assuntos que se relacionem com águas subterrâneas.
- Estudar e propor aos órgãos apropriados os procedimentos, normas, padronizações, regulamentos e legislação de interesse para o desenvolvimento e a preservação das águas subterrâneas (ABAS, 2015).

A integração dos atores dentro da Política pública dos recursos é essencial para o desenvolvimento do uso sustentável dos mananciais subterrâneos

### 3.4. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE BARRA MANSA

#### 3.4.1. Histórico do Município de Barra Mansa

A História de Barra Mansa possui uma relação estreita com os seus recursos hídricos. Moreira (2014) relata que a ocupação urbana do território de Barra Mansa, desde os primórdios (1774), foi induzida pela presença marcante do Rio Paraíba do Sul. O Município de Barra Mansa tem sua origem associada à capela de São Sebastião construída nas proximidades da foz do Rio Barra Mansa, antes de 1820. Toda essa região servia de rotas de tropas de viajantes que seguiam de Minas Gerais, São Paulo e Goiás. Devido à sua localização estratégica, o desenvolvimento social foi inevitável. Inicialmente, servia apenas de pousada e ponto de apoio. Mas logo teve o cenário mudado pelo intenso afluxo de mercadorias e estabelecimentos de comércio. As terras férteis da região atraíram colonos e a atividade agrícola foi estabelecida (BARRA MANSA, 2015).

Posteriormente Barra Mansa foi elevado à categoria de vila com a denominação de São Sebastião da Barra Mansa pelo Decreto Provincial de 03 de outubro de 1832, sendo desmembrada da cidade de Resende. Alguns anos depois, o Distrito foi criado com a denominação de São Sebastião da Barra Mansa, pela Lei Provincial nº 170, de 15 de maio de 1839, subordinado ao município de Resende (BARRA MANSA, 2015).

De acordo com dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), um dos nomes de maior relevância para o desenvolvimento do Município foi o Conde d'Eu. Relatos contam que, em 1871, foi inaugurado um trecho da Estrada de Ferro D. Pedro II, com a presença do Conde, fato de extrema importância para o progresso do município. No ano de 1900, foi construído outro trecho ferroviário pertencente à Estrada de Ferro Oeste de Minas. Esta ferrovia muito contribuiu para a retomada econômica de Barra Mansa que, com a promulgação da Lei Áurea, teve atingido a sua economia em virtude do êxodo das lavouras (GIESBRECHT, 2013).

Segundo o autor, a construção da linha ferroviária proporcionou maior incremento na economia do Município, inicialmente por servir como principal meio de transporte coletivo, facilitando o ingresso de pessoas na região. Segundo, por facilitar a entrada de produtos e mercadorias para atender aos armazéns da região e a própria população. Outra grande importância das estradas de ferro foi a realização do transporte de café retirado das diversas fazendas em todo território Municipal. Em relação à implantação da ferrovia, Davidovck (2000) relata que, apesar de Barra Mansa ter sua origem ligada ao café e à produção leiteira, seu

crescimento se deu partir da posição de entroncamento ferroviário, que até hoje marca sua paisagem urbana. A metalurgia também introduziu uma nova conotação à cidade, que se ampliou com a criação da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), na cidade vizinha, Volta Redonda, e com a conurbação que se formou entre os dois centros.

Com o fim do Ciclo do Café, o Município substituiu a lavoura pela pecuária extensiva de corte e posteriormente pela pecuária de leite, com redução eminente da mão de obra utilizada. Barra Mansa, em seu crescente progresso, passou da pecuária à indústria. Foi a partir de 1920 que começaram a surgir na região as primeiras indústrias extrativas e de transformação, com destaque para as de cerâmica, papel e têxtil. No entanto, somente na década de 30 começaram a aparecer no Município atividades de siderurgia e indústrias mecânicas (BARRA MANSA, 2015).

No final da década de 30, teve início o desenvolvimento industrial do Município, com a implantação de setores ligados às indústrias alimentares. Por volta de 1937, o mesmo ingressa na expansão industrial quando a Siderúrgica Barra Mansa começa a ser construída, ganhando um desenvolvimento incomum com a chegada de milhares de pessoas em busca de trabalho. Entre os anos 30 e 50 foram instaladas no Município grandes indústrias, como a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), o Moinho Barra Mansa, a Companhia Nestlé, a Dupont do Brasil, a Eletrometalúrgica Saudade e a Companhia Metalúrgica Barbará (IBGE, 2015). A Figura 3.8, a seguir, ilustra o lançamento da pedra fundamental da Siderúrgica Barra Mansa, em 1937.



Figura 3.8 - Lançamento da pedra fundamental da siderúrgica Barra Mansa em 1937  
(Fonte: Acervo particular)

Uma breve linha do tempo, com as atividades econômicas do Município de Barra Mansa é apresentada na Figura 3.9, a seguir:

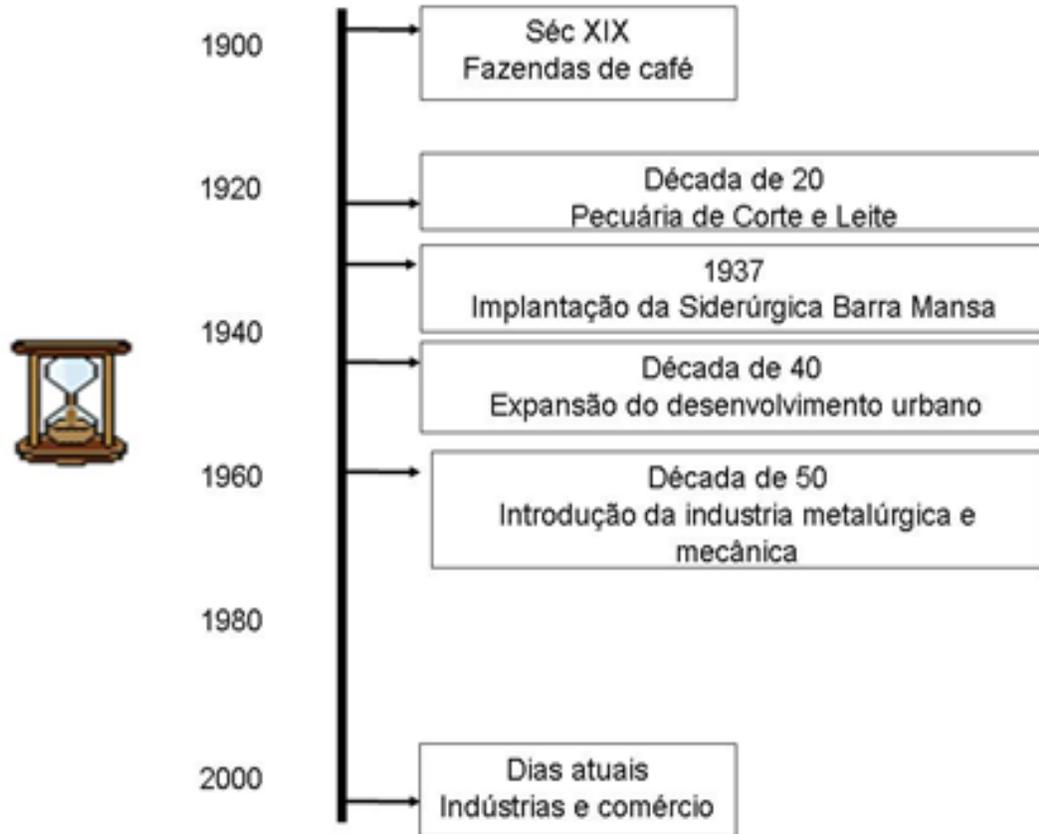


Figura 3.9- Linha do tempo: Atividades econômicas da cidade de Barra Mansa

### 3.4.2. Características Geográficas

#### 3.4.2.1. Extensão e limites

Barra Mansa, no Estado do Rio de Janeiro, está localizada às margens do rio Paraíba do Sul, na região Sul Fluminense do Médio Vale do Paraíba, entre as Serras do Mar e da Mantiqueira. O município apresenta uma área de 601,90 km<sup>2</sup>. Nessa extensão estão distribuídos cinco distritos: Barra Mansa propriamente dita, que apresenta 301,55 km<sup>2</sup>; Floriano, com 71,50 km<sup>2</sup>; Rialto, com 54,85 km<sup>2</sup>; Nossa Senhora do Amparo, com 127,00 km<sup>2</sup> e Antônio Rocha, com 47,00 km<sup>2</sup> (BARRA MANSA, 2015).

Barra Mansa possui ainda limite ao norte com o Município de Valença e Quatis; ao sul com Rio Claro, Piraí, Bananal (SP); a leste com Volta Redonda, Barra do Piraí e Piraí e a oeste com Resende, Quatis e Porto Real.

#### 3.4.2.2. *Clima*

O clima de Barra Mansa é do tipo mesotérmico, apresentando verões quentes e chuvosos e inverno frio e seco. A umidade relativa do ar é de 77% e a média da temperatura anual varia entre 16°C e 28°C. O período de chuvas está entre os meses de novembro a março com pluviosidade de 1380 mm/ano (BARRA MANSA, 2015).

#### 3.4.2.3. *Relevo*

O Município apresenta relevo de planalto, com altitude média de 381 m, descendo em direção ao Rio Paraíba do Sul para formar a planície aluvial que é contornada pelo "mar de morros" com nível topográfico mais elevado. O ponto culminante encontra-se a 1.305m na Serra Rio Bonito, no distrito de Nossa Senhora do Amparo (BARRA MANSA, 2015).

#### 3.4.2.4. *Bacia Hidrográfica*

A estrutura hidrográfica do Município é marcada pela presença do Rio Paraíba do Sul. Sua bacia hidrográfica é considerada uma das três maiores do Brasil apresentando extensão 61.307 km<sup>2</sup>. Além disso, está localizado na região de maior desenvolvimento econômico do país, atendendo três estados, São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais (AGEVAP, 2012).

Essa Bacia dentro do município de Barra Mansa drena vasta região através de uma grande quantidade de rios e córregos espalhados por toda a superfície. Pela margem direita, os principais afluentes são os Rios Bananal, Barra Mansa, Bocaina e os córregos Cotiara e Brandão; pela margem esquerda tem-se o Rio Turvo e os córregos Ano Bom e Água Comprida. Dados dos SAAE-BM revelam que para atender a toda a população de Barra Mansa:

O SAAE trata em média 12 milhões de m<sup>3</sup> de água por ano. Toda essa água vem da captação que acontece nos rios Paraíba do Sul e Bananal, represas Vista Alegre, Floriano e Amparo e em poços artesianos perfurados em Rialto e Santa Rita de Cássia. Ao todo,

seis Estações de Tratamento de Água (ETA) e três poços artesianos são utilizados para abastecer quase 180mil habitantes (SAAE-BM, 2017).

Além disso, o município dispõe de 18 nascentes espalhadas por doze de seus bairros. (BARRA MANSA, 2015; SAAE-BM, 2015). A relação das nascentes presentes no município está representada na Tabela 3.3, a seguir.

Tabela 3.3 - Relação de Análise Bacteriológica da Água

Endereço:	Bairro	COLIMETRIA NMP/100ml				
		C.totais	* C. T	Colônias	Fungos	Classificação
Rua: F. Próximo Posto de Saúde	Vila Ursulino	ZERO	ZERO	10	Presente	ÁGUA POTÁVEL
Rua: A nº 5 (Délio Sampaio)	Santa Clara	ZERO	ZERO	01	Ausente	ÁGUA POTÁVEL
Rua: Maria Irene Rezek nº 95	Santa Clara	ZERO	ZERO	01	Ausente	ÁGUA POTÁVEL
Mina da Elevatória	Rialto	ZERO	ZERO	ZERO	Presente	ÁGUA POTÁVEL
Rua: Estrada Rialto	Rialto	ZERO	ZERO	ZERO	Presente	ÁGUA POTÁVEL
Rua: Ariovaldo da Rocha Pimentel	Vila Elmira	3.6	ZERO	03	Presente	ÁGUA POTÁVEL
Rua: São Marcos, 70	Boa Vista II	ZERO	ZERO	02	Ausente	ÁGUA POTÁVEL
Estrada dos Mineiros – 1ª Mina (Mangote Preto)	Vista Alegre	ZERO	ZERO	02	Ausente	ÁGUA POTÁVEL
Estrada dos Mineiros – 2ª Mina	Vista Alegre	ZERO	ZERO	12	Presente	ÁGUA POTÁVEL
Rua: Antônio Graciano da Rocha, 72	Vila Maria	3.6	ZERO	12	Ausente	ÁGUA POTÁVEL
Rua: São Pedro, 1700	Vista Alegre	ZERO	ZERO	02	Presente	ÁGUA POTÁVEL
Rua: São Benedito, nº 19	Vila Coringa	460	9.1	09	Presente	ÁGUA NÃO POTÁVEL
Rua: Zico Horta, 170	Vila Nova	1.100	21	02	Ausente	ÁGUA NÃO POTÁVEL
Rua: São Pedro, 420	Vista Alegre	9,1	9,1	01	Presente	ÁGUA NÃO POTÁVEL
Rua: Em frente à Igreja J. Cristo, nº 1241	Siderlandia	23	3,6	05	Ausente	ÁGUA NÃO POTÁVEL
Rua: Major José Bento, 715	Vila Nova	9,1	3,6	02	Ausente	ÁGUA NÃO POTÁVEL
Mina do Beco	Rialto	240	ZERO	ZERO	Ausente	ÁGUA NÃO POTÁVEL
Rua: Manoel Domingos da Silva	Piteira	460	150	13	Presente	ÁGUA NÃO POTÁVEL

\*C.T. - Coliformes Termotolerantes

Observação:

1 Classificação Água Potável = A amostra analisada encontra-se DE ACORDO com os padrões estabelecidos pela Portaria 518/MS.

2 Classificação Água não Potável = A amostra analisada encontra-se EM DESACORDO com os padrões estabelecidos pela Portaria 518/MS

(FONTE: SAAE-BM 2015)

A relação descrita na tabela acima apresenta valores obtidos em relação a parâmetros biológicos que definem a potabilidade da água proveniente das nascentes monitoras pelo SAAE-BM. Esses dados encontram-se disponíveis no site da autarquia para que os usuários possam identificar a condição de potabilidade e assim não correr o risco de consumir água contaminada.

#### 3.4.2.5. Dados demográficos

De acordo com informações do IBGE (2015), Barra Mansa teve uma evolução demográfica intensa a partir de meados do século passado.

Em 1996, segundo a Contagem da População do IBGE, o município abrigava cerca de 1,2% da população do Estado e cerca de 22% da população da Região do Médio Paraíba. No Censo de 2010, a taxa de urbanização correspondia a 99% da população. Segundos dados do TCE-RJ (Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro) em comparação com a década anterior, a população do município aumentou 4,1%, o 70º maior crescimento no Estado (TCERJ, 2011). A figura 3.10 apresenta a projeção que houve no Período entre 1980 a 2010 em relação ao número de domicílios e residentes no município. Barra Mansa é o segundo maior município da Região em termos populacionais, depois de Volta Redonda. O IBGE (2017), em seu site, informa que a população estimada para 2016 foi de 180.126 habitantes.

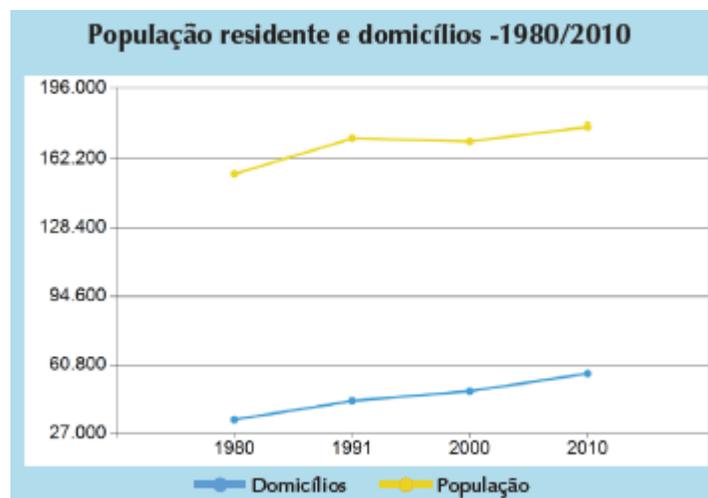


Figura 3.10 – Projeção demográfica de 1980 a 2010

(Fonte: IBGE, 2010)

#### 4. SUPORTE TEÓRICO METODOLÓGICO

A metodologia adotada para este trabalho é a pesquisa exploratória e descritiva, compilando informações atualizadas sobre o uso de águas de nascentes dentro do espaço urbano no município de Barra Mansa para o desenvolvimento de estratégias sustentáveis.

Por meio da análise de literatura publicada, foi realizada uma revisão bibliográfica histórica sobre o Município de Barra Mansa, evidenciando a importância das águas subterrâneas no cenário hídrico brasileiro bem como a qualidade das águas de nascentes da região e sua importância socioambiental.

A coleta de dados baseou-se em levantamento bibliográfico, documental, eletrônico e presencial, com utilização das seguintes fontes: SAAE-BM, biblioteca digital de Teses e Dissertações (Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Biblioteca Digital – USP) e acesso on-line de outras instituições; periódicos científicos; livros; e-books; repositórios acadêmicos e biblioteca virtual (Portal Capes).

Os dados coletados foram reduzidos em um processo contínuo de seleção, simplificação e abstração, que contribuirão para o diagnóstico socioambiental e compreensão de medidas e gestão para uso sustentável.

Três nascentes localizadas dentro do Município de Barra Mansa no Estado do Rio de Janeiro serviram como objeto de estudo. Todas elas são utilizadas regularmente pela população para captação de água para consumo. A escolha das nascentes se deu após visita prévia às 18 nascentes gerenciadas pelo órgão responsável (SAAE-BM). Os critérios estabelecidos para a escolha das nascentes estudadas foram a importância do manancial para atender a população, bem como a localização estratégica e as benfeitorias realizadas para a exploração. As nascentes escolhidas foram: a primeira localizada no bairro Vila Maria, a segunda no Bairro da Vila Ursulino e a terceira no Bairro Santa Clara. Para cada um dos mananciais foram realizadas análises de qualidade da água e diagnóstico socioambiental.

##### 4.1. DA COLETA E ANÁLISE DE AMOSTRAS DE ÁGUA DAS NASCENTES

A coleta, preservação, transporte das amostras e as análises seguiram as orientações descritas no Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (BRANDÃO *et al.*, 2011) e no

Manual de Procedimentos de Amostragem e Análise Físico Química da Água (PARRON *et al.*, 2011).

A Figura 4.1, a seguir, ilustra a coleta das amostras e a verificação de pH e temperatura *in locus*.



Figura 4.1 - Imagem da coleta de amostras e verificação do pH e temperatura

Para proceder as análises de nitrato e amônia as amostras foram coletadas em frascos em vidro âmbar, com capacidade para 1L, preservado com 2 ml de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ). Para a análise dos demais parâmetros físico-químicos as amostras foram coletadas em frascos plásticos com capacidade de dois litros. Para análises bacteriológicas, as coletas foram realizadas utilizando frasco de vidro tipo snapcap, com capacidade de 125 ml, esterilizados a 180 °C por 1:30h.

Os parâmetros avaliados para as análises da qualidade bacteriológica e físico-química das amostras de água das nascentes foram: coliformes totais e fecais; amônia; cloretos; cor; dureza; nitrato; nitrito; pH, temperatura e turbidez.

As análises tiveram como referências normativas a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, como descrito na Tabela 4.1 (SMEWW, 2012). Os Ensaio de pH a 25°C e de temperatura foram executados *in loco*. As demais análises foram realizadas pela AMPRO Laboratório e Engenharia Ltda.

Tabela 4.1 - Metodologia empregada para as análises de qualidade das amostras de água das nascentes

Parâmetros	Unidade de Medida	Metodologia
pH a 25°C	Adi	SM 4500-H B
Dureza	mg/L	SM2340 C
Cloretos	mg/L	SM 4500-Cl- B
Nitrogênio Nitrito	mg/L	SM 4500-NO2 B
Turbidez	UNT	SM 2130
Cor Aparente	uH	SM 2120 C
Demanda Química de Oxigênio	mg/L	SM 5220 D
Nitrogênio Nitrato	mg/L	NBR12620
Amônia	mg/L	SM 4500-NH3 C
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	SM 5210 B
Temperatura	°C	Não Aplicável
Contagem de Coliformes Totais	NMP/100mL	SM 9221 B,C,E e F
Contagem de <i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	SM 9221 B,C,E e F

Para obtenção de dados socioambientais foram realizadas pesquisas de campo através de entrevistas entre as pessoas que utilizam a água das três nascentes selecionadas; foram também analisados laudos bacteriológicos e de potabilidade emitidos nos últimos cinco anos pelo SAAE-

BM (órgão responsável pelo monitoramento das mesmas) bem como a verificação das condições ambientais das nascentes selecionadas.

#### 4.2. ENTREVISTAS E ANÁLISE DE CONTEÚDOS

As entrevistas ocorreram através de questionários (ANEXO I), verificando-se a frequência de uso da nascente, o destino empregado para água coletada, o tempo que faz uso desse recurso e a atribuição das alterações que o manancial sofreu dentro do tempo e do espaço. Tais entrevistas ocorreram num período de 180 dias, sendo realizadas duas visitas semanais para cada nascente intercalando os bairros. Após a coleta todos os dados foram devidamente organizados e analisados. A análise dos questionários seguiu a metodologia e técnica de Análise de Conteúdo (AC) conforme modelo de Bardin.

O método da AC, segundo Bardin (2009) consiste em tratar a informação a partir de um roteiro específico, iniciando com (a) pré-análise, na qual se escolhe os documentos, se formula hipóteses e objetivos para a pesquisa; (b) exploração do material, na qual se aplicam as técnicas específicas segundo os objetivos; (c) tratamento dos resultados e interpretações. Cada fase do roteiro segue regras bastante específicas, podendo ser utilizado tanto em pesquisas quantitativas quanto em pesquisas qualitativas. Esse método se aplica a discursos diversificados principalmente na área das ciências sociais, com objetivos bem definidos e que servem para desvelar o que está oculto no texto, mediante decodificação da mensagem. Diante do disposto, as respostas obtidas dos questionários da pesquisa foram analisadas e discutidas a fim de se obter melhor compreensão acerca das relações socioambientais enredadas dentro do contexto proposto na pesquisa.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DO MUNICÍPIO DE BARRA MANSA

A exploração de água subterrânea no Município de Barra Mansa não é uma atividade recente e tem sido intensificada em decorrência da expansão urbana e pelo nível de poluição das águas superficiais. Dados do SAAE revelam que dos 12 sistemas de abastecimento utilizados pelo município, seis contam com águas provenientes de fontes subterrâneas para atender a população no que tange às necessidades de consumo diário, conforme descrito na Tabela 5.1, a qual demonstra a importância desse recurso dentro do contexto municipal. Os dados fornecidos pelo SAAE-BM que possibilitaram parte dessa investigação estão descritos no Anexo VI. Rebouças (2006) atribui à qualidade das águas subterrâneas como um dos fatores para o uso dos aquíferos e ainda ressalta que a prática encontra-se em expansão.

Tabela 5.1 - Sistema de Abastecimento de Água - Barra Mansa (julho/2015)

Sistema	Manancial de captação	Vazão Média	Média/Horas Funcionamento
ETA Nova	Rio Paraíba do Sul	380,0 L/s	24 h/dia
ETA São Sebastião	Rio Paraíba do Sul	150,0 L/s	24 h/dia
ETA Vista Alegre	Açude Vista Alegre	18,0 L/s	24 h/dia
ETA Colônia	Rio Bananal	19,0 L/s	18 h/dia
ETA Floriano	Rio Paraíba do Sul	3,35 L/s	8 h/dia
ETA Antônio Rocha	Rio Barra Mansa	1,79 L/s	2 h/dia
Região Leste *	Rio Paraíba do Sul	1,3 x 10 <sup>9</sup> L/mês	
Rialto	Subterrâneo	6,6 L/s	10 h/dia
Vila dos Remédios	Subterrâneo	7,5 L/s	10 h/dia
Amparo	Subterrâneo	3,8 L/s	12 h/dia
Santa Rita	Subterrâneo	4,0 L/s	12 h/dia
Moinho de Vento (poço)	Subterrâneo		
Moinho Vento (ETA)	Superficial (lago)**	1,6 L/s	9 h/dia

\*Atendido pelo SAAE-Volta Redonda

\*\*lago alimentado por águas subterrâneas

(Fonte: SAAE-BM, 2015)

A análise de dados relativos à vazão média dos diferentes mananciais na Tabela 5.1 indicou que soma da vazão média de águas provenientes de fontes subterrâneas chega a 23,5 L/s. Considerando a quantidade de horas de funcionamento para cada um dos sistemas, pode-se inferir que o volume captado de água é bastante significativo para demandas do município, demonstrando com isso a sua importância.

O reconhecimento da origem da água que abastece um município é um aspecto de extrema importância para o desenvolvimento estratégico de medidas de governança dos sistemas hídricos. Identificar se a água que abastece uma cidade é superficial ou subterrânea ajuda na determinação de formas de exploração, preservação, intervenções em situações de risco e adoção de medidas mitigatórias em caso de presença efetiva de agentes degradantes e poluidores.

Embora o recurso seja o mesmo – água – é preciso considerar que a vulnerabilidade das águas superficiais ocorre diferentemente das águas subterrâneas. Costa (1991) aponta que quanto ao potencial de contaminação, diferentemente das águas superficiais, a contaminação das águas subterrâneas pode ocorrer de forma bem mais lenta e por vezes só é detectada muito tempo após a ação poluidora. O despejo direto de efluentes e assoreamento, por exemplo, torna-se mais evidente e alcança visibilidade em corpos d'água superficiais, devido a sua exposição, porém, o mesmo não ocorre nos corpos d'água subterrâneos. Deste modo, é preciso estabelecer medidas de avaliação e de parâmetros que possam atender de forma específica as águas subterrâneas. A gestão dos recursos hídricos subterrâneos está pautada em leis, decretos, portarias e resoluções que regulamentam seu uso, exploração, conservação, estabelecendo parâmetros de qualidade e indicação de uso, como já descrito anteriormente.

Barra Mansa possui grande quantidade de afloramento de águas subterrâneas, as conhecidas minas que são utilizadas regularmente pela população para consumo direto. Algumas dessas nascentes foram identificadas e são monitoradas pelo SAAE de Barra Mansa revelando o grande potencial hídrico subterrâneo do município. No entanto, algumas delas encontram-se comprometidas e degradadas, não apresentando água em condição de consumo. A Tabela 5.2, a seguir, apresenta dados obtidos pelo SAAE/BM para o ano de 2015.

Tabela 5.2 - Relação de nascentes analisadas pelo SAAE de Barra Mansa (abril/2015)

Bairro	Endereço (Rua, nº)	Classificação
Santa Clara	Rua: Délio Sampaio nº 5)	Água potável
Rialto	Estrada de Rialto (via Colônia)	Água potável
Vila Elmira	Rua: Ariovaldo da Rocha Pimentel	Água potável
Boa Vista II	Rua: São Marcos, 70	Água potável
Vista Alegre	Estrada dos Mineiros – 2ª Mina	Água potável
Rialto	Mina da Elevatória	Água potável
Vila Ursulino	Rua: F. Próximo Posto de Saúde.	Água potável
Vila Maria	Rua: Antônio Graciano da Rocha, 72	Água potável
Vista Alegre	Rua: São Pedro, 420	Água não potável
Vila Nova	Rua: Zico Horta, 170	Água não potável
Siderlândia	Mina Prox. Igreja Jesus Cristo, 1241	Água não potável
Vista Alegre	Rua: São Pedro, 1700	Água não potável
Santa Clara	Rua: Maria Irene Rezek nº 95	Água não potável
Vila Nova	Rua: Major José Bento, 740	Água não potável
Vila Coringa	Rua: São Benedito, nº 19	Água não potável

(Fonte: SAAE-BM, 2015)

Compreender o que torna a água de uma nascente potável ou não potável favorece a adoção de práticas sustentáveis, pois ajuda na sistematização de ações de preservação, ou seja, de gestão e governança, permitindo a manutenção da integridade do manancial e assim a garantia do seu potencial como recurso possível de exploração. Hirata (1993) ressalta que a gestão das águas subterrâneas se faz pela administração do recurso em aspectos de qualidade e quantidade. De acordo com o Programa Nacional de Águas Subterrâneas o monitoramento quali-quantitativo das águas subterrâneas é um dos instrumentos mais importantes para dar suporte às estratégias, ações preventivas e políticas de uso, proteção e conservação do recurso hídrico subterrâneo (BRASIL, 2016).

Dados comparativos correspondentes aos anos de 2012 a 2015 revelam que a potabilidade de algumas nascentes tem se mantido durante os anos, indicando a excelente qualidade do recurso, no entanto algumas nascentes oscilam sua potabilidade, conforme descrito na Tabela 5.3,

revelando possíveis fontes contaminantes pontuais. Esses dados podem servir de base para futuras investigações além de nortear medidas de preservação e proteção das nascentes. Os resultados das análises fornecidas pelo SAAE-BM estão apresentados nos anexos I, II, III, IV e V.

Tabela 5.3 - Potabilidade de nascentes analisadas pelo SAAE de Barra Mansa durante o período de 2012 a 2015

Localização das nascentes visitadas		Classificação			
Bairro	Endereço	2012	2013	2014	2015
Santa Clara	Rua: Délio Sampaio nº 5	P*	P	P	P
Rialto	Estrada de Rialto (via Colônia)	P	P	P	P
Vila Elmira	Rua: Ariovaldo da Rocha Pimentel	P	P	P	P
Boa Vista II	Rua: São Marcos, 70	P	P	P	P
Vista Alegre	Estrada dos Mineiros – 1ª Mina	P	P	P	P
Vista Alegre	Estrada dos Mineiros – 2ª Mina	P	P	P	P
Rialto	Mina da Elevatória	P	NP**	P	P
Vila Ursulino	Rua: F. Próximo Posto de Saúde.	P	P	NP	P
Vila Maria	Rua: Antônio Graciano da Rocha, 72	P	P	NP	P
Vista Alegre	Rua: São Pedro, 420	P	P	P	NP
Vila Nova	Rua: Zico Horta, 170	P	NP	P	NP
Siderlândia	Mina Prox. Igreja Jesus Cristo, 1241	NP	NP	P	NP
Vista Alegre	Rua: São Pedro, 1700	NP	P	P	NP
Santa Clara	Rua: Maria Irene Rezek nº 95	P	P	P	NP
Vila Nova	Rua: Major José Bento, 740	NP	P	NP	NP
Vila Coringa	Rua: São Benedito, nº 19	NP	P	NP	NP
Piteira	Rua: Manoel Domingos da Silva (Bicão)	NP	NA***	NA	NA
Rialto	Mina do Beco	NP	NP	NA	NA

\*P- Potável; \*\* Não Potável e \*\*\* Não Analisada

(Fonte: SAAE-BM, 2015)

Se for levado em consideração o número expressivo de nascentes e o potencial hídrico subterrâneo do município de Barra Mansa, e que, a Constituição Federal considera as águas subterrâneas como um dos bens dos Estados, esses dados colocam o município em posição estratégica e privilegiada, porém impõe-lhe responsabilidades quanto ao gerenciamento, preservação e recuperação de mananciais em processo de degradação. Vale ressaltar que a proteção e conservação de águas subterrâneas no território brasileiro está previsto na legislação e, de acordo com a redação da Resolução nº 92/2008 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), a água é como um recurso natural limitado, no qual é necessário o controle da qualidade e quantidade da água subterrânea. Villar (2015) ao inferir sobre o uso de aquíferos afirma que:

“Ao mesmo tempo que se aumenta a demanda por água, se permite a degradação de um patrimônio ambiental construído ao longo de anos, séculos e milênios. A extração acima da taxa de recarga ou de reservas fósseis provoca um déficit hídrico futuro local, já a contaminação causa um passivo que inviabilizará recursos escassos para as gerações presentes e futuras.”

Algumas nascentes após serem classificadas como impróprias para consumo, passaram a não fazer parte da lista de monitoramento pelo SAAE, isso é expresso quando observa-se as análises dos anos subsequentes, em que essas nascentes não mais aparecem na listagem de monitoramento de potabilidade. Tal fato foi observado, por exemplo, nas nascentes presentes nos bairros Piteira e Rialto (mina do Beco). Nas visitas para levantamento de dados, o que se observou foi um estado de abandono e não foi detectado qualquer medida de proteção e de conscientização sobre o cuidado com o recurso. Na Figura 5.1, é possível identificar o estado de abandono e a falta de notificação de água não potável.



Figura 5.1 - Estado de degradação das nascentes. À direita bairro Piteira e à esquerda Rialto (mina do beco)

Hirata & Suhogusoff (2004) afirmam que a contaminação das águas subterrâneas por atividades antrópicas vem causando o abandono de muitos poços ou a perda de áreas importantes dos mananciais.

## 5.2. CARACTERIZAÇÃO DAS NASCENTES ANALISADAS

A caracterização do espaço geográfico onde as nascentes estão localizadas e as interações com as externalidades do entorno, permitem mapear e compreender os diversos fatores que influenciam na vulnerabilidade desses corpos d'água.

Nas observações *in situ* de cada uma das nascentes analisadas, verificou-se que a maioria encontra-se em estado de degradação, sem nenhum tipo de manutenção ou cuidado, sendo necessárias intervenções de gestão participativa entre o poder público e os usuários para o desenvolvimento de ações de conservação e proteção das nascentes, considerando que a água é um bem comum. Silva e Araújo (2003) apontam que diversos fatores podem comprometer a qualidade da água subterrânea: o destino final do esgoto doméstico e industrial em fossas e tanque sépticos, a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos e industriais, postos de combustíveis e de lavagem e a modernização da agricultura. Demonstram com isso a contribuição das ações antrópicas na degradação do corpo hídrico subterrâneo, de modo que

medidas educativas e de gestão integrada de efluentes, resíduos e atividades econômicas devem ser consideradas nas ações de governanças das águas subterrâneas, para promoção de uso consciente, sustentável e, sobretudo responsável.

A Lei Federal nº 9.433/1997 em seu Art. 1º, Inciso IV, estabelece bacia hidrográfica como unidade de gestão. O que implica em novos desafios para as administrações públicas e para a sociedade civil. Jacobi e Barbi (2007), inferindo sobre as perspectivas da governança dos recursos hídricos no Brasil, ressaltam a necessidade de consolidação dos espaços deliberativos para o fortalecimento de uma gestão democrática, integrada e compartilhada.

A seguir será feita uma caracterização de cada uma das nascentes analisadas.

### **5.2.1. Nascente do Bairro Vila Maria**

A nascente do Bairro Vila Maria apresenta dois pontos de captação de água, o primeiro localizado na rua Antônio Graciano da Rocha, a principal via de acesso ao bairro. O outro ponto fica as margens da linha férrea estando cerca de 300 metros depois da primeira. Apresenta vazão constante.

Na observação *in situ*, verificou-se que a água vem de um morro próximo aos pontos de captação. Existe pouca vegetação de cobertura no morro. O entorno das nascentes está cercado por residências, um posto de saúde e de uma creche municipal. Geralmente os usuários fazem uso do ponto localizado na via principal, por ser um local de melhor acesso, próximo a um ponto de ônibus e, em função das benfeitorias apresentadas. Essas benfeitorias se resumem em uma torneira que está fixada no muro de uma residência de esquina, revestido por uma faixa de cerâmica no chão logo abaixo da torneira a água escorre por um ralo. Todas as pessoas que foram entrevistadas estavam fazendo uso deste ponto.

Vale destacar que conforme o censo 2010 a população de Vila Maria somava-se 5016 habitantes (IBGE, 2010). A exploração de água dessa nascente não se restringe aos moradores do bairro. Durante as entrevistas identificou-se moradores de bairros vizinhos como: Centro, Saudade e Vista Alegre e Vila Nova.



Figura 5.2 - Pontos de captação de água da nascente do Bairro Vila Maria.

### 5.2.2. Nascente do Bairro Vila Ursulino

A nascente do bairro Vila Ursulino está localizada na rua F, próximo a um posto de saúde. A água que chega a torneira é proveniente de um afloramento presente em um morro e que é armazenado em uma caixa de recepção. O ponto de captação apresenta uma boa estrutura tendo duas torneiras, para facilitar os usuários. O morro possui uma boa cobertura vegetal, e apresenta algumas espécies nativas da Mata Atlântica, bioma característico da região. Está localizada em local de fácil acesso. Segundo relato dos usuários apresenta vazão mediana durante o dia e maior durante a madrugada.

Além do posto de saúde em seu entorno existem residências. Os moradores fazem uso regular da nascente e a mesma não está restrita aos usuários locais. Durante a entrevista identificou-se moradores de outros bairros como: Centro, Santa Maria I e Vila Nova. Durante as observações *in situ* verificou-se relação afetiva dos moradores que residem próximos a nascente.

O Bairro Vila Ursulino no último censo demográfico apresentava população de 1684 habitantes (IBGE, 2010)



Figura 5.3 - Ponto de captação da nascente do Bairro Vila Ursulino.

### 5.2.3. Nascente do Bairro Santa Clara

Santa Clara é um bairro que apresenta mais de uma nascente de acordo com os dados do SAAE. A nascente investigada aqui é a localizada na Rua Délio Sampaio número 5 (Figura 5.4). Apresenta um volume de água surpreendente e constante. A vazão impressiona e chama atenção pela falta de estratégia de captação pelo poder público, visto que toda água não captada vai para rede pluvial. A água como nas demais nascentes analisadas vem de um morro próximo, neste caso coberto por vegetação.

A Rua Délio Sampaio é uma via de importante acesso ao bairro e aos bairros vizinhos. O ponto de captação está localizado próximo a residências, estabelecimentos comerciais, quadra de esporte e ponto de ônibus. Existe muito movimento para captação da água e pessoas de diversos bairros fazem uso dessa nascente. Identificou-se moradores do Centro, Saudade, Goiabal, Vista Alegre, Vila Principal, Nova Esperança, Jardim América, Morada da Granja I, São Francisco, Morro do Cruzeiro, São Pedro e os moradores de Santa Clara. Além desses identificou-se usuários do bairro Ponte Alta, do Município de Volta Redondo. De modo geral as pessoas que buscam água nesta nascente são atraídas pelo grande volume de água e utilizam grande quantidade de recipientes.



Figura 5.4 - Ponto de captação da nascente do Bairro Santa Clara

As benfeitorias para o ponto de captação são uma cobertura com telhado, a tubulação está em uma altura que favorece o enchimento de galões de água, o piso é cimentado e tem um ralo grande para escoamento de água para rede pluvial.

Por apresentar fácil acesso e dispor de espaço físico alguns usuários utilizam a nascente para lavar seus automóveis. Tal fato vez por outra gera conflitos com usuários que vem em busca de água para consumo.

### 5.3. RESULTADOS REFERENTES À POTABILIDADE DAS NASCENTES

De acordo com Ministério da Saúde a avaliação da qualidade de uma água deve ser feita de forma integrada, considerando-se o conjunto das informações de caráter físico, químico e biológico. Além disso, os diversos parâmetros que constituem instrumentos de avaliação, os mesmos podem ser agrupados para contemplar as características mais relevantes da qualidade das águas naturais (BRASIL, 2006). Fundamentado nesta orientação, os resultados obtidos para a análise de potabilidade das nascentes analisadas foram agrupados em blocos para melhor exploração dos dados. Celligoi (1999) considerando análises químicas de água subterrâneas

destaca que “as análises químicas de águas subterrâneas são muito importantes, na medida em que os parâmetros de identificação e são requeridos”, visto que permite identificar o tipo de água e para qual atividade a mesma pode ser empregada.

A Tabela 5.4, a seguir, apresenta dados obtidos para dureza, cloreto e pH das amostras de água das nascentes analisadas.

Tabela 5.4 - Dados obtidos para dureza, cloreto e pH das amostras de água nascentes analisadas

<b>Parâmetros</b>	<b>Nascente A Vila Maria</b>	<b>Nascente B Santa Clara</b>	<b>Nascente C Vila Ursulino</b>	<b>Valor Máximo Permitido</b>
Dureza (mg/L)	67,785	<0,020	16,496	500 mg/L de CaCO <sub>3</sub>
Cloreto (mg/L)	7,630	7,630	4,360	250 mg/L,
pH a 25°C	6,210	7,630	6,100	6,0 a 9,5.

A dureza indica a concentração de cátions multivalentes em solução na água. Os cátions mais frequentemente associados à dureza são os de cálcio e magnésio (Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>) e, em menor escala, ferro (Fe<sup>2+</sup>), manganês (Mn<sup>2+</sup>), estrôncio (Sr<sup>2+</sup>) e alumínio (Al<sup>3+</sup>). (BRASIL, 2006). Os valores de dureza para a nascente A lhe conferem a categoria de dureza moderada (entre 50 mg/L e 150 mg/L de CaCO<sub>3</sub>). Já as nascentes B e C os valores obtidos impõem-lhes a classificação em mole ou branda por estarem dentro dos limites estabelecidos para essa categoria (< 50 mg/L de CaCO<sub>3</sub>). O valor de dureza é um dado que chama atenção, por apresentar valores bem mais altos na nascente A que nas demais. Esse fato possivelmente possa está associado à proximidade da siderúrgica e ao tipo de solo, porém esse dado exige maiores investigações. De acordo com a legislação brasileira para águas de abastecimento, o padrão de potabilidade estabelece como valor máximo 500 mg/L CaCO<sub>3</sub>, valores geralmente só encontrados em aquíferos subterrâneos.

Os valores obtidos em relação a cloretos atendem as especificações da legislação brasileira que preconiza limite de 250 mg/L, valores acima deste, compromete a qualidade organoléptica da água. Segundo Celligoi (1999):

“a presença de cloreto em águas subterrâneas pode ser atribuída à dissolução de depósitos salinos, descargas de efluentes de indústrias químicas, intrusões salinas, etc. Os íons cloreto são altamente móveis e não são retidos em rochas

permeáveis. Em argilitos, cristais de NaCl ou soluções de NaCl podem ser contidos em poros. Os Íons cloreto são presentes em baixas concentrações (<10 mg/L). Altas concentrações podem indicar poluição antrópica.”

A Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde recomenda que o valor do pH da água destinada ao consumo humano e fornecida pela rede pública de abastecimento esteja na faixa entre 6,0 a 9,5. Embora as amostras analisadas sejam provenientes de recursos subterrâneos, portanto de origem mineral, atendem a esse limite estabelecido como garantia de potabilidade. Porém, analisando os valores obtidos, verifica-se que as amostras provenientes das nascentes A e C apresentaram pH acidificado enquanto que na nascente B levemente alcalina. Esses resultados sugerem que provavelmente na nascente B possa indicar presença de bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ ), carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) ou hidróxidos ( $\text{OH}^-$ ), que são os principais responsáveis pela alcalinidade, necessitando de análise mais detalhadas em pesquisas posteriores. Já nas amostras referente às nascentes A e C, a leve acidez pode sugerir interferências antropogênicas e/ou de causas naturais, como por exemplo, proveniente da decomposição de matéria orgânica (BRASIL, 2006).

A Tabela 5.5, a seguir apresenta os dados obtidos para DBO e DQO nas amostras de água das nascentes analisadas.

Tabela 5.5 - Dados obtidos para DBO e DQO nas amostras de água das nascentes analisadas

<b>Parâmetros</b>	<b>Nascente A</b>	<b>Nascente B</b>	<b>Nascente C</b>	<b>Valor Máximo</b>
	<b>Vila Maria</b>	<b>Santa Clara</b>	<b>Vila Ursulino</b>	<b>Permitido</b>
DBO (mg/L)	3,000	3,000	3,000	até 5,000
DQO (mg/L)	<15,000	<15,000	<15,000	NM*

\*Não mencionado na legislação

DBO e DQO são parâmetros utilizados para inferir indiretamente sobre o grau de poluição de um corpo d'água. Para corpos d'água subterrâneos os valores de DBO e DQO esperados são geralmente baixos e os dados obtidos dentro do esperado.

De acordo com Philippi & Sezerino (2004), DBO é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. Já DQO é a quantidade de oxigênio necessária para oxidação da matéria orgânica por um

agente químico. O aumento do seu valor numa estação de tratamento de esgoto ou corpo d'água se deve principalmente a despejos de origem industrial. Já Um elevado valor da DBO pode indicar um incremento da microflora presente e interferir no equilíbrio da vida aquática, além de produzir sabores e odores desagradáveis e, ainda, pode obstruir os filtros de areia utilizados nas estações de tratamento de água (CESTEB, 2009).

A Tabela 5.6, a seguir, apresenta os dados obtidos para nitrito, nitrato e amônia nas amostras de água das nascentes analisadas.

Tabela 5.6- Dados obtidos para nitrito, nitrato e amônia nas amostras de água das nascentes analisadas

<b>Parâmetros</b>	<b>Nascente A Vila Maria</b>	<b>Nascente B Santa Clara</b>	<b>Nascente C Vila Ursulino</b>	<b>Valor Máximo Permitido</b>
Nitrito (mg/L)	<1,000	<1,000	<1,000	10,000
Nitrato (mg/L)	<0,002	0,010	<0,002	1,000
Amônia (mg/L)	<0,010	<0,010	<0,010	1,500

Os valores obtidos para nitrito, nitrato e amônia estão de acordo com os estabelecidos na legislação que estabelece para nitratos 10mg/L, Nitrito 1mg/L e Amônia (NH<sub>3</sub>) 1,5mg/L. Segundo a AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION O nitrato é um dos íons mais encontrados em águas naturais apresentado geralmente baixos teores nas águas superficiais, porém em águas profundas pode ser encontrado em altas concentrações (APHA, 1992). O consumo de águas contaminadas com nitrato podem trazer graves risco a saúde, dentre eles à metemoglobinemia, especialmente em crianças, causando a “síndrome do bebê azul”, e a formação potencial de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicas (BRASIL, 2004, BOUCHARD *et al.*, 1992; OMS, 1995). Em relação a ingestão de nitrito, Batalha & Parlatore (1993) destacam que quando ingerido diretamente com água de consumo, pode ocasionar metemoglobinemia independente da faixa etária do consumidor e seu efeito é mais rápido e pronunciado que o nitrato.

Apesar do nível dos compostos e íons nitrogenados encontrados nas amostras estar em baixa concentração e não comprometer esses corpos d'água deve-se ressaltar que a série nitrogenada (nitrogênio molecular, íons nitrito, nitrato, amônio, dentre outros compostos nitrogenados) indica ações de caráter antropogênicos, dentre as quais se destacam lançamentos, esgotos domésticos, industriais e criatórios de animais, assim como uso excessivo de fertilizantes em corpos d'água, sendo portando bom indicador de contaminação.

A Tabela 5.7, a seguir, apresenta os dados obtidos para cor aparente e turbidez nas amostras de água das nascentes analisadas.

Tabela 5.7 - Dados obtidos para cor aparente e turbidez nas amostras de água das nascentes analisadas

<b>Parâmetros</b>	<b>Nascente A Vila Maria</b>	<b>Nascente B Santa Clara</b>	<b>Nascente C Vila Ursulino</b>	<b>Valor Máximo Permitido</b>
Cor aparente (uH)	<3,480	<3,480	<3,480	NM*
Turbidez (UNT)	<3,000	<3,000	<3,000	até 100,0

\*Não mencionado na legislação

Para atender ao padrão de potabilidade, a água deve apresentar intensidade de cor aparente inferior a cinco unidades. Os dados obtidos estão de acordo com o estabelecido.

De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CESTEB, 2011), a turbidez de uma amostra de água constitui o grau de atenuação da intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessá-la. Esta redução dá-se por absorção e espalhamento, uma vez que as partículas que provocam a turvação nas águas são maiores que os comprimentos de onda da luz branca. Essa medição é feita com o turbidímetro ou nefelômetro, que compara o espalhamento de um feixe de luz ao passar pela amostra, com o de um feixe de igual intensidade, ao passar por uma suspensão padrão. Quanto maior o espalhamento, maior será a turbidez. (COUTO, 2016). A turbidez natural das águas esta, geralmente, compreendida na faixa de 3 a 500 unidades.

Para fins de potabilidade, a turbidez deve ser inferior a uma unidade. Tal restrição fundamenta-se na influencia da turbidez nos processos usuais de desinfecção, atuando como *escudo* aos microorganismos patogênicos e assim minimizando a ação do desinfetante (BRASIL, 2006). No entanto, os resultados referentes a turbidez revelam que os valores encontrados estão de acordo com o esperado para a condição natural da água, considerando tratar-se de água

mineral. Porém fora dos limites estabelecidos para o tratamento da água em sistemas de tratamentos.

A Tabela 5.8, a seguir, apresenta os dados obtidos para contagem de *escherichia coli* e contagem de coliformes totais nas amostras de água das nascentes analisadas.

Tabela 5.8 - Dados obtidos para Contagem de *escherichia coli* e contagem de coliformes totais nas amostras de água das nascentes analisadas

<b>Parâmetros</b>	<b>Nascente A Vila Maria</b>	<b>Nascente B Santa Clara</b>	<b>Nascente C Vila Ursulino</b>
Contagem de <i>Escherichia coli</i> (NMP/100mL)	<1,8	<1,8	<1,8
Contagem de Coliformes Totais (NMP/100mL)	<1,8	<1,8	<1,8

Na água a presença de *escherichia coli* atua como organismo mais utilizado como indicador de contaminação fecal. Sua presença sugere que a água pode ter recebido uma carga de contaminação fecal. Essa carga contribui para o processo de deterioração da qualidade microbiológica da água e pode trazer riscos à saúde dos consumidores. A presença de *E. coli* nas três nascentes analisadas tornam-as impróprias para consumo direto da água e impõe a necessidade de mecanismos de desinfecção para consumo humano, sem o qual poderá trazer risco a saúde, vale destacar que a água pode atuar como veículo de agentes causadores de doenças, como diarreia, disenteria, cólera, febre tifóide e hepatite, visto que, muitos usuários fazem consumo direto da água sem nenhum tipo de tratamento pós coleta. Esse dado constitui um fator de relevância médico sanitário exigindo interferências na gestão exploração desses importantes recursos hídricos. A descontaminação por *E. coli*, para mananciais subterrâneos devem atender as orientações estabelecidas na art. 33 parágrafos 1,2 e 3 da Portaria N°- 2.914 de 12 de dezembro de 2011. A CESTEB informa que:

O histórico de vigilância da qualidade da água mostra frequente contaminação de poços cacimba, especialmente por esgotos, indicando que este tipo de captação é bastante vulnerável, pois a água é extraída de níveis mais rasos do aquífero. Este fato chama a atenção para a necessidade de cuidados constantes no tocante à proteção sanitária dos poços e, também, das nascentes (CESTEB, 2011).

#### 5.4. ANÁLISE SÓCIOAMBIENTAL

De acordo com os resultados obtidos a partir da avaliação dos questionários aplicados foi possível traçar um perfil dos usuários das nascentes analisadas. Entender o perfil do consumidor favorece a compreensão das exigências dos objetos de consumo. O primeiro dado analisado revela que o nível de escolaridade não é um fator seletivo para o consumo de águas de nascente. O grau de escolaridade das pessoas entrevistadas variou de nível superior até indivíduos que possuíam apenas as primeiras séries do ensino fundamental. Dentro dessa perspectiva pode-se inferir que a água de nascente é vista como o mesmo olhar entre pessoas de diferentes escolaridades. Vários fatores podem justificar esse dado, primeiramente reforçando a crença de que as águas de nascente são águas puras e, portanto isentas de contaminantes. Outro aspecto que poderíamos inferir é que as pessoas mais esclarecidas compreendem melhor o efeito dos contaminantes em fontes superficiais e a influência dos efluentes sobre rios e outros corpos d'água superficiais e com isso buscam uma água de melhor qualidade para consumo. Fazem ainda associação entre doenças e consumo de água.

A idade dos usuários variou entre 27 a 80 anos. Quanto à profissão, verificou-se indivíduos de diferentes categorias, desde donas de casa, professores, motoristas, comerciantes, advogados, aposentados, funcionários públicos, dentre outras. Esses dados revelam que o consumo de água de nascente não está restrito a um segmento, mas atende a sociedade como um todo. Demonstrado que as pessoas veem na água de nascente como uma alternativa viável de qualidade e acreditam ser melhor para o consumo que a água tratada pelo sistema de abastecimento.

Outro dado importante observado é que as nascentes não são utilizadas apenas por moradores dos bairros nos quais estão localizadas, mas verifica-se que pessoas de bairros circunvizinhos e também de outros municípios, deslocam-se até os pontos de captação a fim de obter essa água para consumo. Demonstrando que o recurso não está restrito as pessoas do entorno e emerge deste fato a importância destas nascentes como bem público, conforme previsto na Constituição Federal. Por outro lado esse deslocamento de pessoas pode ser traduzido em gasto de tempo, de energia e até mesmo de recurso financeiro (considerando custos referentes à passagem de ônibus e de combustível até o local de captação). Isso se torna um fator relevante por indicar o quanto os usuários estão dispostos a obter uma água de qualidade, ao mesmo tempo, abre uma lacuna para a gestão e governança desses recursos hídricos.

O poder público, os órgãos fiscalizadores e a sociedade como um todo precisam compreender esses recursos como um potencial e buscar formas de geri-los de maneira eficiente para atender as demandas da sociedade. Machado (2004) enfatiza que a participação social na administração dos recursos hídricos envolve tanto o princípio democrático, como a necessária sensibilização para a construção de uma nova forma de gerenciar o bem público, por natureza, dispendioso e escasso. Yassuda (1993) infere que a gestão integrada dos recursos hídricos tem por objetivo assegurar sua preservação, uso, recuperação e conservação em condições satisfatórias para os seus múltiplos usuários, de forma compatível com a eficiência e o desenvolvimento equilibrado e sustentável da região.

Quanto à frequência com que os usuários retornam às nascentes os resultados indicaram que a maioria dos usuários coleta água de forma diária e semanalmente. Essa informação firma a importância das águas subterrâneas no atendimento de demandas da população ao mesmo tempo indica que o consumo é contínuo, atribuindo além da importância o valor ao recurso. Esse dado corrobora com o parecer da Agência Nacional de Águas que trata as águas subterrâneas como fundamentais para o abastecimento público no Brasil (ANA, 2010).

Uma parcela significativa respondeu ao questionário dizendo que faz uso das águas para consumo há mais de 10 anos. Em segundo lugar pessoas que utilizam a mais de cinco anos. No entanto, os dados também revelam que novos usuários estão aderindo ao hábito do consumo de água de nascente, atribuindo valor à prática e ao consumo, bem como, ampliando demandas. Esses dados permitem inferir sobre a confiabilidade e existência da cultura de que o consumo de água de nascente é melhor que o de água tratada. A degradação das águas superficiais e as mudanças climáticas tendem a aumentar a extração das águas subterrâneas (ANA, 2015).

Os usuários quase que em sua totalidade confiam na qualidade dessas águas, visto que a maioria afirmou confiar na qualidade da água. Alguns consomem a água *in natura* sem que esta passe por filtros ou qualquer tipo de tratamento. Esse dado é extremamente importante, visto que a maioria acredita que as águas de nascentes por serem cristalinas não apresentam risco à saúde. Microorganismos, poluentes nem sempre são percebidos, muitos deles não provocam alteração na cor, odor ou mesmo sabor da água, podendo constituir um perigo silencioso e imperceptível, daí a necessidade de avaliação de qualidade de forma regular.

Quando trata-se do entendimento sobre responsabilidade da preservação das nascentes a maioria indicou que a responsabilidade é de todos (usuários, governo e associações de

moradores). No entanto, uma pequena parcela atribuiu essa função somente ao governo e outra parcela à associação de moradores. Revelando que algumas pessoas não compreendem que a responsabilidade na conservação ambiental envolve comprometimento de todos os atores envolvidos, inclusive a sociedade civil, sendo, portanto um dever de todos.

Ao ser perguntado sobre a percepção na redução do volume das águas, a maioria indicou que não houve redução, e a parcela que identificou redução do volume na vazão atribuiu ao período de seca, mas não demonstrou preocupação no esgotamento do recurso. Alguns relacionaram a redução de volume de água com o desmatamento das áreas verdes e ao crescimento urbano no entorno. Outros indicaram captações irregulares com desvio de canalização para atendimento de residências nas proximidades e exploração para comercialização de água mineral, como fatores que influenciaram na redução do volume.

Muitos acreditam que os usuários não são capazes de gerar impactos negativos sobre a nascente. Porém uma parcela menor consegue compreender os impactos produzidos pela exploração das mesmas. Geralmente, muitas pessoas veem o meio ambiente como se não fizesse parte dele, e não conseguem se perceber como um agente gerador de impactos, apesar de apontarem vários fatores degradantes de caráter antrópico. Kostrowichi (1988) acredita que qualquer que seja nosso pensamento sobre os problemas ambientais, deve-se ter em mente, sempre, que esses problemas são, antes de tudo, sociais.

Outro aspecto que chama a atenção é que a maioria não acredita que a água de nascente possa ser veículo de doenças. Esse dado chama atenção, visto que a água é veículo de muitos agentes patogênicos e pode disseminar de forma eficiente, graves tipos de doenças. Apenas uma pequena parcela, compreende a água como veículo de doenças. Villar (2016) corrobora com a ideia ao afirmar que a crença na qualidade superior das águas subterrâneas desestimula os usuários a fazerem análises de qualidade da água ou se restringem aos testes de coliformes fecais. Rebouças (2006) ressalta que a água subterrânea também apresenta problemas de qualidade seja pela contaminação antrópica, biológica ou natural (proveniente da interação rocha e água), portanto sua ingestão pode acarretar problemas de saúde pública. As crenças, conceitos e preconceitos são relevantes e explicam comportamentos, hábitos e costumes, porém quando promovem a dissimilação de ações que são prejudiciais a saúde pública devem ser tratadas. Esse tratamento envolve medidas sócio-educativas e pode ocorrer de modo formal dentro de instituições educacionais ou ainda dentro da esfera informal por meio de outras instituições, tais

como associação de moradores, igrejas, mídia, boletins informativos e outros meios. Victorino (2007) ressalta que a escassez generalizada, a destruição gradual e o agravamento da poluição dos mananciais em muitas regiões do mundo exigem de todos conscientização e mudanças de atitudes em relação às águas. A conscientização e mudança de atitude só ocorrerão mediante a reeducação ou educação voltada para o meio ambiente. Gadotti (2000), afirma que “educar é saber ler o mundo, conhecê-lo para transformá-lo e ao transformá-lo, conhecê-lo”. Portanto a compreensão do entorno e das variáveis nele presentes são essenciais para a formação de cidadãos conscientes do seu papel no espaço urbano. Lima (1998) corrobora com a ideia ao inferir que a educação é um elemento chave no processo de mudança de mentalidades, hábitos e comportamentos, no sentido de uma sociedade sustentável. Moreira (2014) trazendo para um contexto urbanístico ressalta que as águas urbanas tornam-se, assim, motivo de debates permanentes não só pelo patrimônio de abastecimento e energia que muitas vezes traduzem para as cidades, mas também pela paisagem e pelo caráter identitário que nelas inscrevem.

Quanto às alterações ocorridas no entorno da nascente os entrevistados apontaram que a maior alteração foi quanto ao aumento da expansão urbana, seguido da redução de áreas verdes, aumento de lixos nas ruas e aumento do despejo de esgoto de forma inadequada. Sem sombra de dúvidas a expansão urbana, promove uma série de demandas sociais, que muitas vezes não são acompanhadas pela administração pública. Alguns entrevistados apontaram como alteração negativa para o uso da nascente a presença de animais soltos e o aumento de áreas com asfalto. O fato de alguns terem apontado o aumento de áreas asfaltadas como um aspecto muito interessante visto que a impermeabilização do solo compromete a fluxo da água no solo impedindo a reposição de água nos aquíferos. Para Odum (1988) a acelerada urbanização e crescimento das cidades, especialmente a partir de meados do século XX promoveram mudanças fisionômicas no Planeta, mais do que qualquer outra atividade humana.

Sobre o acesso e o conhecimento de laudos emitidos pelo órgão responsável (SAAE) que avalia a qualidade da água das nascentes, a maioria indicou não ter conhecimento sobre os mesmos. O SAAE anualmente faz a coleta e a análise da potabilidade das nascentes mais exploradas pela população, a fim de trazer uma satisfação aos usuários, bem como evitar o uso quando detectado não potabilidade. Poucos usuários têm informação e acesso a esses laudos, visto que os mesmos ficam disponíveis no site do SAAE. Embora qualquer cidadão possa verifica-los, não existe divulgação da existência destes. Vale ressaltar que o SAAE realiza uma

análise por ano, sabe-se, no entanto, que a qualidade da água pode ser alterada basta que alguma ação contaminante ou degradante, tenha influência sobre o manancial. Apesar disso, muitos não acreditam que as águas subterrâneas possam sofrer alteração, o que incidi em erro que pode comprometer a saúde dos consumidores. De acordo com Art. 40 da Portaria N° 2914/11:

“Os responsáveis pelo controle da qualidade da água de sistemas ou soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano, supridos por manancial superficial e subterrâneo, devem coletar amostras semestrais da água bruta, no ponto de captação, para análise de acordo com os parâmetros exigidos nas legislações específicas, com a finalidade de avaliação de risco à saúde humana.”

Dentro dessa perspectiva é de extrema importância a realização de laudos periódicos bem como a sua ampla divulgação, através de diferentes meios de comunicação, como por exemplo, da internet, placas ou na mídia. A agenda 21 preconiza que parte significativa dos danos é fruto do desconhecimento ou da negligência dos atores sociais quanto à capacidade de suporte dos ecossistemas. A questão central, nesse caso, é implementar meios de gestão que, assegurando a disseminação e absorção do conhecimento, garantam a sustentabilidade. Pagnoccheschi (2016) enfatiza que os maiores desafios a serem enfrentados nos próximos anos no que se refere à governança dos recursos hídricos dizem respeito às articulações que se farão necessárias com os setores usuários de recursos hídricos, em geral sujeitos a políticas públicas específicas. O que corrobora, com a ideia aqui proposta da necessidade de desenvolvimento de política local que atenda o município de Barra Mansa, e, envolva todos seus atores sociais (usuários, gestão pública e privada) a fim de estabelecer um mecanismo mais eficiente e sustentável no uso das águas subterrâneas no município.

Não se podem desconsiderar as águas subterrâneas com uma alternativa viável para o abastecimento urbano, um exemplo de sucesso no uso desse recurso é verificado através da análise dos dados da CESTEB, em 2002 onde 462 municípios do estado de São Paulo (72%) eram total ou parcialmente abastecidos por águas subterrâneas e que 308 (47,7%) municípios eram totalmente abastecidos por este recurso hídrico, embora a maioria destes tratam-se de municípios com pequeno número de habitantes (menos de 10.000). Em 2010 o número de cidades totalmente abastecidas por águas subterrâneas passou para 331 e as que utilizavam

sistemas mistos para 126. Esses dados têm muito a revelar. Primeiro, que a exploração e manutenção de sistema de abastecimento utilizando apenas águas subterrâneas, que atendam um município como um todo é possível, e, segundo, se consideramos a amplo emprego e as múltiplas atividades urbanas que a água pode adquirir podemos inferir que as águas subterrâneas cumprem um papel amplo na manutenção da vida e das cadeias produtivas. Rebouças, (2006) destaca que 95% das indústrias paulistas utilizam as águas subterrâneas.

O estado de São Paulo tem se destacado em políticas públicas e medidas estratégicas na exploração das águas subterrâneas, a exemplo de relatórios, documentos e diversos estudos produzidos pela CESTEB e demais órgãos gestores. O Estado de Rio grande do Sul apresenta um número expressivo de municípios utilizando águas subterrâneas. Esses exemplos, exitosos demonstram de forma incontestável a importância das águas subterrâneas para as atividades antrópicas.

#### 5.5. ESTRATÉGIAS DE GESTÃO PARA USO SUSTENTÁVEL

Barra Mansa apresenta um enorme potencial hídrico subterrâneo como foi descrito neste estudo. Além disso, dispõe de demandas para esse recurso hídrico, de acordo com a análise socioambiental aqui apontada. Segundo Tundisi (2013) a demanda deve ter um forte componente da gestão pois ela deve ser regulada pela disponibilidade de recursos hídricos.

Para gerir esse importante recurso é necessária uma base dados que permitam a compreensão das interações dentro do contexto ecológico e social. Porém, a ausência de dados impede um gerenciamento adequado do recurso. De acordo com Campos (2013) quando não existem antecedentes de dados químicos de águas subterrâneas em uma determinada área de estudo regional, é necessário obter uma base de informações primárias visando à caracterização hidrogeoquímica dos aquíferos ou reservatórios subterrâneos investigados. Para Hirata (1994) Qualquer programa de proteção das águas subterrâneas deve incluir uma ação global de reconhecimento do recurso hídrico, bem como contemplar linhas para a conservação da qualidade e quantidade da água. Ferreira e Cunha (2005) apontam que a qualidade ecológica constitui um dos parâmetros a se levar em conta no planejamento da gestão e uso da água.

Diante do exposto, o primeiro aspecto que precisa ser considerado é o reconhecimento e cadastro de nascentes e poços presentes no município, bem como sua localização geográfica possibilitando a criação de um mapa hidrogeológico. De acordo com Diniz *et al.* (2012) mapas

hidrogeológicos ou mapas de águas subterrâneas são representações gráficas que refletem o estado da arte no conhecimento hidrogeológico, evidenciando as exigências específicas do seu uso visando o atendimento a seu público alvo. Ainda sobre mapas hidrogeológicos, Machado (2013) destaca que estes:

têm por finalidade a representação das variações do potencial hídrico subterrâneo em função das distintas geologias e regiões presentes. (...) De um modo geral, os mapas devem proporcionar, na dependência da escala adotada, quaisquer informações que possibilitem uma melhor compreensão da existência, do movimento, da quantidade e da qualidade das águas subterrâneas.

Após essa coleta de dados, será necessária a realização de análises dos mananciais, para verificação dos aspectos qualitativos. Análise de qualidade constitui uma das ferramentas necessárias para o conhecimento para uso seguro da água a ser captada e direcionamento quanto a realização periódica de inspeções sanitárias nas bacias contribuintes aos mananciais, proceder o enquadramento desses mananciais nos termos da Resolução CONAMA nº 357/2005, de acordo com os usos preponderantes pretendidos (FUNASA, 2014). Machado (2013) destaca que as variações na qualidade da água dos mananciais devem constar nos mapas hidrogeológicos.

Além disso, faz-se necessário a determinação da vulnerabilidade de cada manancial, a partir da qual irá permitir a formulação de mapas de vulnerabilidade, que servirá de marco orientador para ações de gestão e governança. Sobre gestão dos recursos hídricos Hirata (1994) ressalta que:

Gerir o recurso significa propor políticas que mantenham interferências e descensos em níveis toleráveis e previnam uma redução forte nos rendimentos individuais dos poços ou mesmo rebaixamento regionais, garantindo que o aquífero seja uma fonte segura de abastecimento de água, com otimização de investimentos.

A vulnerabilidade de um aquífero está relacionada a um conjunto de características naturais intrínsecas ao reservatório, que determinam a susceptibilidade deste ser afetado por uma carga contaminante (FOSTER, 1988). Os mapas de vulnerabilidade a contaminação podem auxiliar no planejamento de uso do terreno, pois permite identificar aquelas atividades que serão mais compatíveis com o perigo de contaminar aquíferos (CONICELLI, 2014). Para elaboração dos mapas é necessário o emprego de metodologias, nos quais se observam as áreas de maior ou menor vulnerabilidade à contaminação.

O reconhecimento de contaminantes em potencial de subsolo constitui um dos aspectos essenciais dentro da sequência de ações para medidas de gestão e governança, além disso, permite a determinação de risco de poluição das águas subterrâneas. Para o levantamento de risco, é necessária a identificação do poluente, investigação de todos os aspectos relacionados ao contaminante, compreensão das formas que o mesmo interage com o meio, e medidas mitigatórias. Somasundaram & Coats (1991) apontam que para a avaliação da contaminação das águas superficiais, subsuperficiais e subterrâneas por fontes difusas, estão envolvidas as propriedades dos agentes químicos e as variáveis ambientais, como tipos de solo, declividade e clima. Um exemplo que complementa essa ideia é expresso por Filizola *et al.* (2002) que inferem que as características do solo interferem de maneira direta e indireta no comportamento dos pesticidas no solo. O levantamento de risco de contaminação exige investigação detalhada e especializada.

A partir desses dados é possível estabelecer estratégia e ações para proteção das águas subterrâneas, expressas aqui pelas nascentes. Não se pode desconsiderar a importância da água para a dinâmica socioeconômica de um Município. Maia Neto (1997) ressalta que a água tem sido considerada um recurso escasso e estratégico, por questão de segurança nacional e por seus valores social, econômico e ecológico. Isto significa que é preciso gerir esse recurso de modo eficiente. Gullon (2005) salienta que para a elaboração de Planos de Bacias Hidrográficas há uma crescente aplicação do instrumento de política ambiental conhecido por Avaliação Ambiental Estratégica (AAE), que tem por objetivo a avaliação ambiental de Políticas, Planos e Programas (PPPs). Partidário (2002) salienta que:

A Avaliação Ambiental Estratégica (AAE) é um instrumento de política ambiental que tem por objetivo auxiliar, antecipadamente, os tomadores de decisões no processo de identificação e avaliação dos impactos e efeitos, maximizando os positivos e minimizando os negativos, que uma dada decisão estratégica – a respeito da implementação de uma política, um plano ou um programa – poderia desencadear no meio ambiente e na sustentabilidade do uso dos recursos naturais, qualquer que seja a instância de planejamento.

Kessler (1997) propõe uma matriz com diferentes parâmetros que devem ser observados num processo de planejamento a partir de uma AAE (figura 5.5). Nela é possível verificar que cada avaliação resulta em repostas na forma de estratégias, programas, ações implementadoras,

culminando em monitoramento. Essa trama apresenta-se dentro de um circuito contínuo, exigindo constantes avaliações que tornam processo dinâmico.

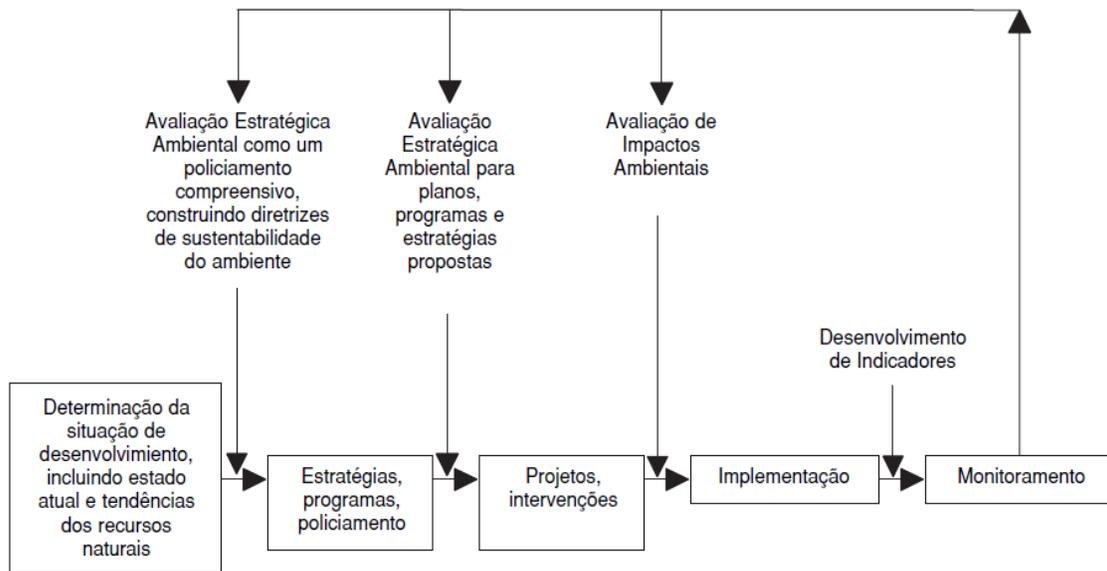


Figura 5.5 - Parâmetros de elaboração estratégica no planejamento ambiental  
(Fonte: Kessler, 1997)

Pautada na Política Nacional de Recursos Hídricos, a gestão e governança das águas subterrâneas dentro da esfera municipal deve consolidar programas no contexto de sua Bacia hidrográfica. Desse modo, a gestão municipal, juntamente com aos demais atores das esferas públicas, privadas e civis deve buscar articulações e ações para promovam a proteção dos mananciais, no caso do Município de Barra Mansa, o rico potencial subterrâneo representado por suas nascentes.

As diferentes modificações dentro do contexto histórico quanto ao desenvolvimento econômico e social de um município constitui um dos elementos norteadores para a implementação de gestão. Tundisi (2013) ao inferir sobre o assunto, afirma que à medida que a economia se desenvolve e se diversifica maior é a necessidade de uma gestão eficiente e participativa, de forma a contribuir para gerenciar a escassez ou o estresse hídrico, regular a demanda e compartilhar os usos múltiplos. Para Moreira (2014) projetos de intervenção podem instruem caminhos estratégicos de desenvolvimento ambiental e urbano, relacionados a uma realidade de investimentos financeiros, educativos e culturais que parecem possíveis de serem rebatidos socialmente na região do Médio Vale do Paraíba.

A participação social é de extrema importância, dentro da perspectiva de gestão dos recursos hídricos subterrâneos. O ministério do Meio Ambiente através do Programa de Águas Subterrâneas tem como uma de suas metas a mobilização social para a gestão, que tem por prioridade:

- Estimular os estados para a gestão integrada das águas;
- Capacitar tecnicamente a sociedade civil, usuários, educadores, gestores privados e públicos (municipais, estaduais e federais);
- Desenvolver campanhas de informação e educação hidroambiental para mobilizar os diversos segmentos da população;
- Desenvolver campanhas de envolvimento e mobilizar a sociedade civil e setores usuários das águas subterrâneas. (BRASIL, 2001)

O Abastecimento passa por políticas públicas, medidas governamentais, gestão por parte das autarquias, e também pelo uso responsável. De acordo com Capucci (2001) cabe ao usuário de águas subterrâneas uma boa parcela de responsabilidade na proteção dos aquíferos quanto à poluição.

O engajamento social dentro da gestão e governança dos recursos ambientais passa pelo entendimento de que somos parte da natureza e não somente usuários dos recursos disponíveis no meio. Para uma relação mais harmoniosa, sustentável e responsável para com os recursos naturais é preciso o desenvolvimento de uma educação para preservação. De acordo com o Art. 1º da Lei nº 9.795/99, que institui a Política de Educação Ambiental no Brasil:

Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade (BRASIL, 1999).

Em seu Art. 2º esclarece que “A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal”. Dentro dessa perspectiva, e, considerando os resultados obtidos nesta dissertação, faz-se necessário um esforço no sentido de promover uma formação social para preservação e recuperação das nascentes no Município de Barra Mansa. Essa formação poderá ser adquirida através medidas educativas formais e informais,

podendo ocorrer em diferentes espaços públicos, no formato de palestras, oficinas e cursos livres. A mídia poderá contribuir de forma significativa dentro desse contexto. Além destas, medidas legais modeladoras de comportamento podem ser adotadas, como por exemplo, multas e impostos. Existe um leque de possibilidade no sentido de promover formação ambiental. Para Wolkmer & Pimmel (2013) a cidadania ambiental tornou-se o eixo estruturante da governança democrática. Os autores acrescentam ainda, que esse fato contribui que haja espaços efetivos de participação e conhecimento, fruto de um amplo aprendizado social das questões ambientais, a partir de uma visão interdisciplinar. O exercício da cidadania exige uma postura crítica ante aos desafios impostos nos dias atuais, o saber gerir os recursos hídricos subterrâneos é um deles.

## 6. CONCLUSÕES

As águas subterrâneas surgem como uma alternativa para suprir as demandas de abastecimento público, frente à crise hídrica e poluição dos corpos d'água superficiais. O Município de Barra Mansa apresenta um impressionante potencial hídrico subterrâneo. Quando comparadas com as águas superficiais, a água subterrânea apresenta algumas propriedades que tornam o seu uso mais vantajoso em relação às águas dos rios, e dependendo da qualidade dispensa tratamentos prévios. Porém, como qualquer outro corpo d'água estão sujeitas à contaminação e degradação, podendo ter sua qualidade comprometida, de modo que as avaliações através de análise são essenciais para essa identificação. O Ministério da Saúde através da portaria 2914/11 é quem estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano bem como seu padrão de potabilidade.

Os recursos hídricos do Município de Barra estão dentro do contexto da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. As Bacias são consideradas unidades de gestão da água, devendo, portanto, está presente no planejamento das políticas públicas do município.

A ausência de políticas públicas voltadas para preservação das nascentes pode comprometer a hidrografia do Município.

Os resultados aqui obtidos revelam tanto o potencial, quanto, o estado de degradação bem como o risco de contaminação das águas subterrâneas, sugerindo a necessidade de medidas de preservação, prevenção, e mitigação de impactos antrópicos sobre os mananciais.

As análises de potabilidade demonstraram que a maioria dos parâmetros avaliados nas amostras dos mananciais está de acordo com o estabelecido pelo Ministério da Saúde. Porém a presença de *Escherichia coli* nas amostras indica possível contaminação fecal, tornando-as impróprias para consumo humano. Para atender a esse propósito, tornam-se necessários mecanismos de desinfecção. A presença de *Escherichia coli* traz esses dados para o âmbito de interesse médico sanitário.

Sob o aspecto sócio ambiental, o presente estudo, destaca a importância que as nascentes apresentam para a população de Barra Mansa e revela a malha de mananciais espalhados por todo o seu território. Essa informação auxilia no desenvolvimento de gestão dos recursos hídricos subterrâneos do município, uma vez que permite a identificação,

mapeamento, verificação do potencial hídrico qualitativo e quantitativo para o uso dessas águas no consumo humano e de outras demandas sociais. O uso de águas subterrâneas, dentro dessa perspectiva contribui para a redução de gastos e adoção de medidas sustentáveis, uma vez que as etapas de tratamentos consomem energia e insumos em seus processos, proporcionando significativa economia para o município, além de oferecer aos consumidores água de melhor qualidade.

No contexto aqui abordado, constata-se a importância do desenvolvimento de políticas públicas voltadas para a gestão e governança, com a participação da sociedade como um todo. Nesse cenário, a proteção dos corpos d'água subterrâneos deve ser prioridade, considerando suas peculiaridades e características específicas.

Para a elaboração de programas de gestão e governança com intuito de garantir o uso sustentável dos recursos subterrâneos do Município de Barra Mansa, é necessário o desenvolvimento de estudos e investigações que possam produzir uma base de dados, que sirva como norteadora de ações para o desenvolvimento de políticas públicas.

O Município de Barra Mansa é um campo fértil, para o desenvolvimento de pesquisas e estudos quanto ao uso sustentável de nascentes, apresenta localização estratégica e dispõe de elementos que o colocam em posição privilegiada quanto aos recursos hídricos. Espera-se que a gestão pública em conjunto com as outras instâncias da sociedade se empenhe no sentido de prover o desenvolvimento de ações, expressas na forma de projetos, programas, estratégias e medidas socioeducativas, favorecendo a gestão e governança dos recursos hídricos subterrâneos do Município.

O presente estudo não tem a pretensão de indicar soluções para solucionar os problemas do uso de águas subterrâneas no Município de Barra Mansa, mas de provocar uma reflexão a respeito do tema de modo que novos estudos possam ser desenvolvidos e com isso proporcionar uso eficiente desse importante recurso hídrico.

## 7. REFERÊNCIAS

- ABAS. Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. 2015. Disponível em: <[http://www.abas.org/educacao\\_pocos.php](http://www.abas.org/educacao_pocos.php)> Acesso em: 05 dez 2015.
- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR12620 de 09/1992. Águas - Determinação de nitrato - Métodos do ácido cromotrópico e do ácido fenoldissulfônico. 1992.
- AFZALI, A.; SHAHEDI, K.; ROSHAN, M. H. N.; SOLAIMANI; K.; VAHABZADEH, G. Groundwater Quality Assessment in Haraz Alluvial Fan, Iran. International Journal of Scientific Research in Environmental Sciences.v.2. n.10, p. 346-360, 2014.
- AGEVAP Associação pró-gestão das águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Relatório de diagnóstico: Plano integrado de recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul e planos de ação de recursos hídricos das bacias afluentes.2014. Disponível em:<<http://www.ceivap.org.br/conteudo/rp-6-relatorio-de-diagnostico-rev5-tomo1.pdf>> Acesso em: 02 jan 2017.
- \_\_\_\_\_.Agência de Bacia. Relatório Anual 2012. Disponível em: <<http://www.agevap.org.br/agevap/conteudo/relatividades2012.pdf>> Acesso em: 02 de jan 2017.
- ALBURQUEQUEFILHO, J. L.; FERREIRA,J. P. C. L.; CALDO; M. K.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; CARVALHO, A. M.; BALDÉ I. Cooperação internacional em águas subterrâneas: desenvolvimentos no Brasil, em Angola e em Portugal. In: XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços. 2010. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23185/15296>> Acesso em: 10 jun 2016.
- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Portal da Qualidade das Águas. Avaliação de qualidade. Brasília, DF. 2017. Disponível em: HTTP<://portalpnqa.ana.gov.br/avaliacao.aspx> Acesso em: 06 jan 2017.
- \_\_\_\_\_. Conjuntura dos Recursos Hídricos: Informe 2016. Disponível em: <<http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/informe-conjuntura-2016.pdf>> Acesso em: 22 jan 2017.
- \_\_\_\_\_.Portal da qualidade das águas. Indicadores de qualidade. Índice de qualidade das águas (IQA). 2015. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>. Acesso em: 15 dez 2015.
- \_\_\_\_\_. Conjuntura dos Recursos Hídricos: Informe 2014. Brasília: ANA, 2015. Disponível em: <[http://conjuntura.ana.gov.br/docs/conj2014\\_inf.pdf](http://conjuntura.ana.gov.br/docs/conj2014_inf.pdf)> Acesso: 29 abr 2015.

\_\_\_\_\_. O Comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz? Brasília. 2011. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/CadernosDeCapacitacao1.pdf>> Acesso em: 6 jan 2017.

\_\_\_\_\_. Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Água: Panorama Nacional. Brasília, DF. v. 1. 2010. 72 p.

\_\_\_\_\_. Bacia do Paraíba do Sul. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2001/BaciadoRioParaibadoSul.pdf>> Acesso em: 26 fev 2015.

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of water and wastewater. 17<sup>a</sup> ed. Washington, p.4-75/ 4-93. 1992.

ASHIYANI, N.; PAREKH, F. & SURYANARAYANA, T.M.V. Analysis of Physico-Chemical Properties of Groundwater. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology. v.4, n.3, 2015.

ASTM, Standard Guide for Selection of Methods for Assessing Ground Water or Aquifer Sensitivity and Vulnerability. West Conshohocken, PA, EUA. 1996. 8 p.

BACCI, D. de La C.; PATACA E. M. Educação para a água. Estudos Avançados. São Paulo. v. 22 n.63 p.211-226. 2008

BARBOSA, V.; Desmatamento agrava crise da água em SP. EXAME.COM, BRASIL, 2014. Disponível em <<http://exame.abril.com.br/brasil/desmatamento-agrava-crise-da-agua-mostrado-estudo/>> acesso em: 01 Fev 2017.

BARDIN, L. Análise de Conteúdo. Lisboa, Portugal; Edições 70, LDA, 2009.

BATALHA, B.H.L. PARLATORE, A.C. Controle da qualidade da água para consumo humano: bases conceituais e operacionais. São Paulo, CETESB, 1993.

BARRA MANSA. Prefeitura Municipal. 2015. Disponível em: <<http://www.prefeituradebarramansa.com.br>> Acesso em: 20 jan 2015.

BERNADO C.; ZEE D. Meio ambiente urbano: desafios e soluções. 1ed. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2014. 240p.

BERTOLO R; HIRATA, R.; CONICELLI, B.; SIMONATO, M.; PINHATTI A.; FERNANDES, A. Água subterrânea para abastecimento público na Região Metropolitana de São Paulo: é possível utilizá-la em larga escala? Revista DAE, v. 63, p. 6 -18. 2015,

BOFF, L.; A escassez de água no Brasil e sua distribuição no mundo. Jornal do Brasil, 2015. Disponível em: < <http://www.jb.com.br/leonardo-boff/noticias/2015/02/09/a-escassez-de-agua-no-brasil-e-sua-distribuicao-no-mundo/>> acesso em 31 Jan 2017.

BOGER, B.; TONIN, F. S.; ZAMORA, P. G. P.; WAGNER R. GOMES, E. C. Micropoluentes emergentes de origem farmacêutica em matrizes aquosas do Brasil: uma revisão sistemática

Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM. Ciência e Natura, Santa Maria, v. 37 n. 4. p. 725-739, 2015.

BORSOI, Z. M. F.; LANARI, L. N.; GOMES, S. M. Informe infra-estrutura área de projetos de infra-estrutura novembro/98 n° 28 - Águas Subterrâneas < [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/infra/g7428.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/infra/g7428.pdf)> Acesso em: 12 jun 2016.

BOTKIN, D. B., KELLER, E. A. Ciência Ambiental: Terra, Um Planeta Vivo, Rio de Janeiro, 7ª Ed, 2011.

BOUCHARD, D.C.; WILLIAMS, M.K.; SURAMPALLI, R.Y. Nitrate contamination of ground water: sources and potencial health effects. *Journal - American Water Works Association* . v. 84, p.85-90, 1992.

BRANDÃO, C. J.; BOTELHO, M. J. C.; SATO, M. I. Z.; LAMPARELLI, M. C. Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. São Paulo: CETEB; Brasília: 2011

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS /Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. Brasília : Funasa, 2014.112 p.

\_\_\_\_\_. Fundação Nacional de Saúde. Manual de fluoretação da água para consumo humano / Fundação Nacional de Saúde – Brasília : Funasa, 2012. 72 p.

\_\_\_\_\_. Portaria Nº- 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

\_\_\_\_\_. Resolução CONAMA. Nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA Nº 396, de 03 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Brasília, 2008.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância e Saúde. Brasília. 2006.

\_\_\_\_\_. Águas doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação/organizadores Aldo da Cunha Rebouças, Benedito Braga, José Galizia Tundisi – 3ª Ed – São Paulo Escrituras Editora, 2006.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005. Brasília, 2005.

\_\_\_\_\_. Águas minerais do Brasil: distribuição, classificação e importância econômica - BRASÍLIA/DF 2004. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/publicacoes-economia-mineral/arquivos/aguas-minerais-do-brasil-distribuicao-classificacao-e-importancia-economica>> Acesso em: 20 Abr 2016.

\_\_\_\_\_. Resolução N° 32, de 15 de outubro de 2003. Institui a divisão Hidrográfica Nacional. Brasília, 2003.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA N° 335, de 03 de abril de 2003. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. Brasília, DF, 2003.

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA N° 303, de 20 de março de 2002. Brasília, 2002.

\_\_\_\_\_. Decreto Federal N.º 4297, de 10 de julho de 2002 Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei N° 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências. Brasília, DF, 2002.

\_\_\_\_\_. Águas subterrâneas : Programa de Águas Subterrâneas / Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, 2001. 21p.

\_\_\_\_\_. Lei N° 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/sbf/dap/doc/snuc.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2006.

\_\_\_\_\_. Lei N° 9795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental. Política Nacional de Educação Ambiental. Brasília, 1999.

\_\_\_\_\_. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil: Capítulo VI do Meio Ambiente. Art. 225. Brasília, DF: Senado Federal, 1988. 292p.

\_\_\_\_\_. Lei N° 9605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, 1998.

\_\_\_\_\_. Lei N° 9433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei N° 8.001, de 13 de março de 1990.

\_\_\_\_\_. Lei N° 6938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, 1981.

BRUNI, J. C. A água e a vida. Tempo Social; Revista de Sociologia. Universidade de São Paulo, S. Paulo, v. 5(1-2), p. 53-65, 1993

CAMPOS, H. C. N. S. Metodologia para estudos da qualidade das águas subterrâneas e sua aplicação para caracterização hidrogeoquímica do Aquífero Guarani. Terra e Didática. v. 9, n.2, p.114-131, 2013

CAPUCCI, E.; MARTINS, A. M.; MANSUR, K. L.; MONSORES, A. L. M. Poços Tubulares e outras Captações de Águas Subterrâneas: Orientação aos Usuários. Rio de Janeiro, 2001. 66 p.

CARLI, A. A. Água é vida; eu cuido, eu poupo - para um futuro sem crise. 1. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas - FGV, 2015. v. 1. 120p.

\_\_\_\_\_, A. A. A Água e seus instrumentos de efetividade: educação ambiental, normatização, tecnologia e tributação. São Paulo: Editora Millennium, 2013. 374 p.

CARMO, R. F.; BEVILACQUA, P. D. BASTOS, R. K. X. Vigilância da qualidade da água para consumo humano: abordagem qualitativa da identificação de perigos, v.13, n.4, p. 426-434, 2008.

CARMO, R. L; A água é o limite? Redistribuição espacial da população e recursos hídricos no Estado de São Paulo. Tese (doutorado). Programa de Pós-Graduação em Demografia. UNICAMP. 2001. Disponível em <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000222780>> Acesso em 30 Jan 2017.

CARVALHO, J. C. A.; MOZER, T. S. Tecnologias para o tratamento do chorume gerado pelos resíduos sólidos urbanos. In CARLI, A. A.; SANTOS, F, S.; SEIXAS, M. W. (Org.). A tecnologia em prol do meio ambiente. Editora. Lumen Juris. Rio de Janeiro. 2016. 292p.

CEIVAP. COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e Planos de Ação de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes: Relatório de Diagnóstico. RP-06, Tomo III, Resende, 2014. Disponível em: < <http://ceivap.org.br/conteudo/relatorio-diagnostico-rp6-tomo1.pdf>>. Acesso em: 06 set 2016.

\_\_\_\_\_. COMITÊ DE INTEGRAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL Dominialidade dos rios na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. 2006. Disponível em: <<http://www.ceivap.org.br/conteudo/rp-6-relatorio-de-diagnostico-rev5-tomo1.pdf>> Acesso em: 02 jan 2017.

CELLIGOI, A. Considerações sobre análises químicas de águas subterrâneas Geografia, Londrina, v. 8, n. 1, p. 91-97, 1999.

CERATTI, M. O Brasil tem sede, embora seja o dono de 20% da água de todo o mundo. El País, BRASIL, 2016. Disponível em

<[http://brasil.epais.com/brasil/2016/08/01/politica/1470076598\\_000832.html](http://brasil.epais.com/brasil/2016/08/01/politica/1470076598_000832.html)> Acesso em: 31 Jan 2017.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Variáveis de qualidade das águas. 2011. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/32/2013/11/variaveis.pdf>> Acesso em: 1 Mai 2016.

\_\_\_\_\_. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo Série relatórios. 2009. Disponível em: <<http://aguasinteriores.cetesb.sp.gov.br/publicacoes-e-relatorios>> Acesso em: 6 jan 2017.

\_\_\_\_\_. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Variáveis de qualidade de água. São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.cesteb.sp.gov.br/Aguas/rios/variaaveis.asp#transparencia>> Acesso em: 19 Jan 2017.

CNUMAD. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento: Agenda 21. Brasília: Senado Federal. 1992

CONICELLI, B. P. Gestão das águas subterrâneas na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia. USP. 2014 . 163p.

COSTA. G. M. Teoria, pesquisa, problemas e planejamento urbanos no Brasil. Análise & Conjuntura, Belo Horizonte, Fundação João Pinheiro, v.6, n.1, p.48-58. 1991.

COUTO, J. L. V. Liminologia. UFRRJ. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/de/acidentes/limno.htm>> Acesso em: 08 jul 2016.

DAVIDOVICH, F. Estado do Rio de Janeiro: singularidade de um contexto territorial. Revista Território, Rio de Janeiro, ano V, n. 9, p. 9-24, 2000.

DINIZ, J. A. O.; MONTEIRO, A. B.; FEITOSA, F. A. C.; FREITAS, M. A. DE & PEIXINHO, F. C Metodologia para elaboração de mapas hidrogeológicos. Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVIII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços. 23 a 26 de outubro de 2012 - Bonito – MS.

DUTRA, F. M.; FERRAZ, D. R.; HERMES, C. A.; MACHADO, W. J.; ZANETE, H. R. Avaliação da qualidade físicoquímica da água no rio itapemirim no período chuvoso e seco. In I seminário Nacional de Meio Ambiente e Extensão Universitária. UNIOESTE. 19 a 21 de maio de 2010. Disponível em: <[http://cac.php.unioeste.br/eventos/senama/anais/PDF/RESUMOS/147\\_1269889148\\_RESUMO.pdf](http://cac.php.unioeste.br/eventos/senama/anais/PDF/RESUMOS/147_1269889148_RESUMO.pdf)> Acesso em: 02 jan 2017.

ERSOY, A. F.; GÜLTEKIN, F. DRASTIC-based methodology for assessing groundwater vulnerability in the Gümüşhacıköy and Merzifon basin (Amasya, Turkey). Earth Science Research Journal. v. 17, n. 1, p. 33 – 40, 2013.

FAO. Água na agricultura. Roma, Relatório técnico, 1998, 18 p.

FCIHS. Fundação Centro Internacional de Hidrología Subterránea. Hidrogeología. Barcelona, 2009. Disponível em: < <http://www.fcih.org/pub2/esp/> > Acesso em: 10 mai 2015.

FELIPPE, M. F.; MAGALHAES JR., A. P. Impactos ambientais macroscópicos e qualidade das águas em nascentes de parques municipais em Belo Horizonte - MG. Geografia, Belo Horizonte. v.8, n.2, p.8-23, 2012.

FELIPPE, M. F.; MAGALHAES JR., A. P. Caracterização e tipologia de nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte-MG com base em variáveis geomorfológicas, hidrológicas e ambientais. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

FERREIRA, M. M.; SARON, A. Estudo da eficiência do tratamento de esgoto doméstico por sistema de wetland de fluxo vertical descendente para ser aplicado em comunidades isoladas estação de tratamento em escala de laboratório. Revista de saúde, meio ambiente e sustentabilidade. ISSN 1980-0894, Seção, v. 8, n. 1, 2013.

FERREIRA A, CUNHA C. Sustentabilidade ambiental da água consumida no Município do Rio de Janeiro, Brasil. Revista Panamericana de Salud Pública. v. 18(1): p. 93–99, 2005.

FILIZOLA, H. F.; FERRACINI, V. L.; SANS, L. M. A.; GOMES, M. A. F.; FERREIRA, C. J. A. Monitoramento e avaliação do risco de contaminação por pesticidas em água superficial e subterrânea na região de Guaíra. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília. v.37, n.5, 2002.

FOGDEN, J. Access to Safe Drinking Water and Its Impact on Global Economic Growth. Halo Source, Inc. 1631 220th St. SE, Suite 100, Bothell, WA 98021, USA. 2009.

FOSTER, S. Fundamental concept in aquifer vulnerability pollution risk and protection strategy. Proc. Intl. Conf. "Vulnerability of soil and groundwater to pollution. Nordwijk, The Netherlands, 1988.

FOSTER, S.; HIRATA, R.; G. DANIEL; D'ELIA M. & PARIS, M. Proteção da qualidade da água subterrânea: um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais. Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento/Banco Mundial Edição brasileira: SERVMAR – Serviços Técnicos Ambientais Ltda., 2006.

FREITAS, M. B.; FREITAS, C. M. A vigilância da qualidade da água para consumo humano – desafios e perspectiva para o Sistema único de saúde. Fiocruz. 2005.

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

FURRIELA, R. B. Educação para o consumo sustentável. Ciclo de Palestras sobre Meio Ambiente - Programa Conheça a Educação do Cíbec/Inep- MEC/SEF/COEA, 2001.

GADOTTI, M. Perspectiva atuais da Educação. Editora Sarava, 2000.

GALVÃO, J.; BERMANN, C. Crise hídrica e energia: conflitos no uso múltiplo das águas. Estudos Avançados, v. 29, n.84. p. 43-68, 2015.

GIESBRECHT, R.M. Estações Ferroviárias do Brasil. 2013. Disponível em: <[http://www.estacoesferroviarias.com.br/efcb\\_rj\\_ramalpbarmansa.htm](http://www.estacoesferroviarias.com.br/efcb_rj_ramalpbarmansa.htm)>. Acesso em: 11 jun 2015.

GIGLIO, O.; BARBUTI, G.; TREROTOLI, P.; BRIGIDA, S.; CALABRESE, A.; VITTORIO, G.; LOVERO, G.; CAGGIANO, G.; URICCHIO, V. F.; MONTAGNA, M. T. Microbiological and hydrogeological assessment of groundwater in southern Italy. EnvironMonitAssess 188: 638. 2016.

GOLDEMBERG, J. & LUCON, O. Energia e meio ambiente no Brasil. São Paulo. Estudos Avançados, v.21, n.59, 2007.

GULLÓN, N. (2005) Links between the water framework directive and SEA. In: SHMIDT, M. & JOÃO, E. (Eds.) Implementing strategic environmental assessment. Berlin: Springer-Verlag, p. 513-521.

HADDAD, E. A.; MAGALHAES JUNIOR, A. P. Influência antrópica na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio São Miguel, Carste do alto São Francisco, Minas Gerais. Geosul, Florianópolis, v. 25, n. 49, 2010.

HALL, M. J. Urban Hydrology. London: Elsevier Applied Science, 1984.

HESPANHOL, I. Conservação e reúso como instrumentos de gestão para atenuar os custos de cobrança pelo uso da água no setor industrial. In: BICUDO, C.E. M.; TUNDISI, J.G.; SCHEUENSTUHL, M.C.B., (Orgs). Águas do Brasil: análises estratégicas. São Paulo, Instituto de Botânica, 2010.

HIRATA, R. ZOBY, J. L. G.; OLIVEIRA, F. R. ÁGUA SUBTERRÂNEA: Reserva estratégica ou emergencial. In: BICUDO, C.E. DE M.; TUNDISI, J.G.; SCHEUENSTUHL, M.C.B. (Orgs). Águas do Brasil: análises estratégicas. São Paulo, Instituto de Botânica, 2010. 224 p.

HIRATA, R. & SUHOGUSOFF, A. V. A proteção dos recursos hídricos subterrâneos no estado de São Paulo. In: XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2004.

HIRATA, R. Fundamentos e estratégias de proteção e controle da qualidade das águas subterrâneas: estudo de casos no estado de São Paulo. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

HIRATA, R. C. A. Os recursos hídricos subterrâneos e as novas exigências ambientais. Ver. IG, São Paulo, v.14. n.1, p.39-62, 1993.

- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/folder.php?lang=&codmun=330040&search=rio-de-janeirobarra-mansacarta-aos-eleitores-e-folder-informativo>> Acesso em: 12 jan 2017.
- \_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=330040>> Acesso em: 12 abr 2015.
- \_\_\_\_\_. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em:<<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=330040&idtema=1&search=rio-de-janeiro%7Cbarra-mansa%7Ccenso-demografico-2010:-sinopse>> Acesso em: 12 abr 2015.
- IRITANI, M. A.; EZAKI, S. As águas subterrâneas do Estado de São Paulo. 3a edição – São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SMA, 2012. 104p.
- JACOBI, P. R.; BARBI, F. Governança dos recursos hídricos e participação da sociedade civil. In: Anais do II Seminário Nacional Movimentos Sociais, Participação e Democracia. 25 a 27 de abril de 2007, UFSC, Florianópolis, Brasil.
- KANAE, S. A problem of climate change as seen by a pharmaceutical researcher – Global warming and the water crisis. *Journal of Health Science*, p.55, n.6, p.860-864, 2009.
- KARATAŞ E.; KARATAŞ A. The role of sustainable water management in protection of water resources. *Journal of Survey in Fisheries Sciences*, v.2, n.2, p.83-90, 2016.
- KESSELER, J. J. Strategic Environmental Analysis AIDEnviroment, Amsterdam and SNV Netherlands Development Organisation, The Hague Amsterdam, 1997, p. 120.
- KOSTROWICHI, A. S. Problemas Sociais da Política do Meio Ambiente. *Rev. Geogr, São Paulo*, n. 7. p. 65 -74, 1988.
- Krogulec, Ewa. "Intrinsic and Specific Vulnerability of Groundwater in a River Valley- Assessment, Verification and Analysis of Uncertainty. *Journal of Earth Science & Climatic Change*, v. 4. n. 6, 2013.
- LALL, U.; HEIKKILA, T.; BROWN, C. ; SIEGFRIED, T. Water in the 21st century: defining the elements of global crises and potential solutions *Journal of International Affairs*, Spring/Summer , v. 61, n. 2, 2008.
- LIMA, G. F. da C. Consciência Ecológica: Emergência, Obstáculos e Desafios. *Revista Ciência & Trópicos*. Recife, v. 26, n. J, p. 103-122, 1998.
- MAIA NETO, R.F. Água para o desenvolvimento sustentável. *A Água em Revista*, Belo Horizonte, n.9, p.21-32, 1997.
- MACHADO, J. L. F. Mapa hidrogeológico do estado de Santa Catarina. Porto Alegre : CPRM, 2013. 1 CD-ROM. – (Cartas Hidrogeológicas Estaduais)

MACHADO, C. J. S.. A nova aliança entre Estado e sociedade na administração da coisa pública. In: MACHADO, CARLOS (Org.). Gestão de Águas Doces. Rio de Janeiro: Interciência, p. 1-38, 2004.

MANDE S.-L. A.-S.; LIU, M.; DJANEYE-BOUNDJOU, G.; LIU F., CHEN, H. Evolution processes of groundwater quality in an urban area. African Journal of Agricultural Research, v. 6, n.6, p. 1295-1302, 2011.

MARTÍN, M.; Alertas ignorados, seca e eleições: a receita ideal para o desastre hídrico. Jornal El País, BRASIL, 2015. Disponível em <[http://brasil.elpais.com/brasil/2015/02/09/politica/1423507719\\_304859.html?rel=mas](http://brasil.elpais.com/brasil/2015/02/09/politica/1423507719_304859.html?rel=mas)> Acesso em: 30 Jan 2017.

MARTIN, M.; Rio de Janeiro enfrenta seus fantasmas sobre a qualidade da água. Jornal El País, BRASIL, 2015. Disponível em: <[http://brasil.elpais.com/brasil/2015/10/20/politica/1445305890\\_698918.html](http://brasil.elpais.com/brasil/2015/10/20/politica/1445305890_698918.html)> acesso em: 31 Jan 2017.

MARTINS, A. M; CAPUCCI, E; CAETANO, L. C; CARDOSO, G; BARRETO, A. B. C. MONSORES, A. L. M., LEAL, A. S.; VIANA, P. Hidrogeologia do Estado do Rio de Janeiro - Síntese do estágio atual do conhecimento. In: XIV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. 2006.

MOREIRA, A. A. Paraíba do Sul: um rio, quatro cidades, um patrimônio socioambiental em questão. Tese (doutorado em Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. 423p.

MOURA, A. M. M. Governança ambiental no Brasil : instituições, atores e políticas públicas. Brasília : Ipea, 2016. 352 p.

MOURA, H. S. Habitação e produção do espaço em Belo Horizonte. In: MONTEMÓR, R. L. M. (Coord). Belo Horizonte: espaços e tempos em construção. Belo Horizonte: CEDEPLAR/PBH. p. 51-77. 1994.

ODUM, E. P. Ecologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

O'DWYER J, DOWLING A, ADLEY CC. Microbiological assessment of private groundwater-derived potable water supplies in the mid-west region of Ireland. Journal of Water and Health, v.2, p. 310 – 317, 2014.

OMS. Organização Mundial de Saúde –Disponível em: <[http://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=579&Itemid=596](http://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=579&Itemid=596)> Acesso em: 06 mai 2015.

OMS. Organización Mundial de la Salud. Guías para la calidad del agua potable. V. 1: Recomendaciones. 2. Ed. Ginebra: OMS, 1995.

OPS. Organización Panamericana de la Salud. La salud y el ambiente em El desarrollo sostenible. Publicación Científica, n.572, Washington, D.C, 2000. 298p.

PAGNOCCHESCHI, B. Governabilidade e governança das águas no Brasil. In MOURA,ADRIANA MARIA MAGALHÃES DE. (Org). Governança ambiental no Brasil: instituições, atores e políticas públicas. Brasília: Ipea, (175-199). 2016.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. F.; PEREIRA C. M. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico química da água. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Agosto, 2011. ISSN 1980-3958. 2011.

PARTIDÁRIO, M.R. Avaliação ambiental estratégica. Brasília: Ministério do Meio Ambiente /Secretaria de Qualidade Ambiental, 2002. 92 p.

PATIL, C.; NARAYANAKAR, S.; VIRUPAKSHI, A. Assessment of Groundwater Quality Around Solid Waste Landfill Area - A Case Study. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology , v. 2, Issue7, July 2013.

PEREIRA, R. S. Identificação e caracterização das fontes de poluição em sistemas hídricos. Revista Eletrônica de Recursos Hídricos. IPH, UFRGS. v.1, n. 1. p.20-36, 2004. Disponível em: <http://www.abrh.org.br/informacoes/rrh.pdf>. Acesso em: 20 de jun 2016.

PHILIPPI, L.S. & SEZERINO, P.H. Aplicação de sistemas tipo wetlands no tratamento de águas residuárias: utilização de filtros plantados com macrófitas. Florianópolis: Editora do Autor. 2004. 144 p.

PICCOLI, A. S.; KLIGERMAN, D. C.; COHEN, S. C.; ASSUNPÇÃO, R. F. A Educação Ambiental como estratégia de mobilização social para o enfrentamento da escassez de água. Ciência & Saúde Coletiva, v.21, n.3, p.797-808, 2016.

PORTO, M. F. A.; PORTO R. LA L. Gestão de bacias hidrográficas. Estudos Avançados, v. 22, n.63, p.43-60, 2008.

PULIDO-VELAZQUEZ1 M.; PEÑA-HARO, S.; GARCÍA-PRATS, A.; MOCHOLI-ALMUDEVER A. F.; HENRIQUEZ-DOLE, L.; MACIAN-SORRIBES, H.; LOPEZ-NICOLAS, A. Integrated assessment of the impact of climate and land use changes on groundwater quantity and quality in the Mancha Oriental system (Spain). Hydrology and Earth System Sciences, v.19, p.1677–1693, 2015.

REBOUÇAS, A. C. Águas Subterrâneas. In: REBOUÇAS, A. C; BRAGA, B; TUNDISI, J.G. (Orgs). Águas doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação. 3. ed. São Paulo: Escrituras editora, 2006.

REBOUÇAS, A. DA C.; Água na região Nordeste: desperdício e escassez. Estudos Avançados, v. 11 n.29, p. 127 – 154, 1997.

RIBEIRO, C. R.;PIZZO, H. S. A gestão sustentável dos recursos hídricos em âmbito municipal: o caso de Juiz de Fora/MG. In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Maceió, 2011. 97p.

RODRIGUES, L.; PACHECO, A. Groundwater contamination from cemeteries cases of study. Environmental 2010: Situation and Perspectives for the European Union 6-10 May Porto, Portugal, 2003.

SAAE-BM. Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Barra Mansa. Disponível em: <[http://www.saaebm.rj.gov.br/page/estrutura\\_tratamentoagua.asp](http://www.saaebm.rj.gov.br/page/estrutura_tratamentoagua.asp)> Acesso em: 10 jan 2017.

\_\_\_\_\_. Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Barra Mansa Disponível em: <[http://webmail.saaebm.rj.gov.br/institucional/residuos\\_solidos/servicos.php](http://webmail.saaebm.rj.gov.br/institucional/residuos_solidos/servicos.php)> Acesso em: 7 mai 2015.

SANTANA, R.; ES tem 14 cidades em situação extremamente crítica de falta de água. Espírito Santo, TV. Gazeta, 2016. Disponível em <<http://g1.globo.com/espírito-santo/noticia/2016/04/es-tem-14-cidades-em-situacao-extremamente-critica-de-falta-de-agua.html>> acesso em: 01 Fev 2017.

SARALA C, RAVI BABU P. Assessment of Groundwater Quality Parameters in and around Jawaharnagar, Hyderabad International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 2, Issue 10, October 2012.

SENTHILKUMAR, P.; NITHYA. J. & Babu S.S. Assessment of Groundwater Vulnerability in Krishnagiri District, Tamil Nadu, India Using DRASTIC Approach. International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, v.. 3, Issue 3, March 2014

SILVA, C. de. O.; CLEMENTE, J. A.; SILVA, A. C. F. da P. A.; Degradação ambiental e sociedade: um estudo do manancial de abastecimento público da cidade de Santana do Mundaú - AL. Ciência e Natura, Santa Maria, v. 37 n. 4, p. 490-513, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/viewFile/17168/pdf>> acesso em: 01 Fev 2017.

SILVA, A. P. M. da; SAMBUICHI, R. H. R. Estrutura institucional brasileira para a governança dos recursos florestais. In Moura, Adriana Maria Magalhães de. (Org). Governança ambiental no Brasil: instituições, atores e políticas públicas. Brasília: Ipea, p.175-199, 2016.

SILVA, R. C. A.; ARAÚJO, T. M. Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA). Ciência & Saúde Coletiva, v.8, n.4, p.1019-1028, 2003.

SMEWW. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22th Edition. Washington: American Public Health Association. 2012. 1360 p.

SOMASUNDARAM, L.; COATS, J. R. Pesticide transformation products in the environment. In: SOMASUNDARAM, L.; COATS, J. R. (Ed.). Transformation products fate and significance in the environment. Washington: American Chemical Society, 1991. p. 2-9.

TCERJ. Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro -.Estudo Sócio econômico dos municípios do Estado do Rio de Janeiro - Barra Mansa: Secretaria Geral de Planejamento, 2011.

TUCCI, C. E. M. 1997. Hidrologia: ciência e aplicação. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v.4.1997.

TUNDISI, J. G. Governança da água. Revista UFMG, Belo Horizonte, v. 20, n.2, p. 222-235, jul./dez. 2013

TUNDISI, J. G. et al. A utilização do conceito de bacia hidrográfica como unidade para atualização de professores de Ciências e Geografia: o modelo Lobo (Broa) - Brotas/Itirapina. In: Liminologia e manejo de represas. São Carlos: USP, 1988. p.311-57. (Série Monografia)

UNESCO. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos - Água para um mundo sustentável. Sumário executivo. 1992. Disponível em: <[http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015ExecutiveSummary\\_POR\\_web.pdf](http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015ExecutiveSummary_POR_web.pdf)> Acesso em: 11 jun 2015.

VAN SPERLING, M. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos, v1. BeloHorizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996, 7ª impressão,1996.

VICTORINO, C. J. A. Planeta água morrendo de sede. Uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos. Editora PUCRS. Porto Alegre, 2007, 24p.

VILLAR, P. C. As águas subterrâneas e o direito à água em um contexto de crise. Revista Ambiente & Sociedade. São Paulo v. 19, n. 1 p. 83-102 jan-mar. 2016.

VILLAR, P. C. Aquíferos Transfronteiriços: Governança das Águas e o Aquífero Guarani. Curitiba: Juruá, 2015. 288p.

WOLKMER, M. F. S.; PIMMEL, N. F. Política Nacional de Recursos Hídricos: governança da água e cidadania ambiental. Seqüência (Florianópolis), n. 67, p. 165-198, dez. 2013

WHO. World Health Organization. Guidelines for drinking water quality. Geneva. 2004.

YASSUDA, Eduardo Riomey. Gestão de recursos hídricos: fundamentos e aspectos institucionais. Rev. Adm. públ., Rio de Janeiro, v.27, n.2, p.5-18, abr.jun.1993.

## ANEXO I

Ficha para determinação de Diagnóstico Sócio Ambiental	
Bairro _____	
Barra Mansa – Rio de Janeiro	
Nome:	Idade:
Quanto tempo mora no bairro? _____ Se não mora no bairro, indique de qual bairro vem:: _____	Data:
1- Quanto tempo você utiliza água de minas ( ) menos de 1 ano ( ) de 1 a 5 anos ( ) de 5 a 10 anos ( ) mais de 10 anos	
2- Você confia na qualidade da água: ( ) sim ( ) não	3- De quem é a responsabilidade da preservação das minas ( ) De todos ( ) do governo ( ) da associação de moradores
4- na sua percepção o volume de água sofreu redução? ( ) sim ( ) não	5- Você acha que redução do volume de água se deu devido à: ( ) falta de chuvas ( ) desmatamento ( ) desenvolvimento urbano ( ) outras interferências humanas -----
6- Os moradores do seu bairro têm responsabilidade sobre a degradação das minas? ( ) Sim ( ) Não	7- Você acredita que água de mina pode transmitir algum tipo de doença? ( ) sim ( ) não
8- Indique as alterações que esse bairro sofreu ao longo do tempo: ( ) Redução de áreas verdes. ( ) aumento da expansão urbana. ( ) despejo de esgotos de forma inadequada ( ) aumento de lixo nas ruas e no entorno das minas ( ) Outros _____	
9- O seu bairro apresenta condições que proporcionam qualidade de vida? ( ) Sim ( ) Não	



**ANEXO II**  
**ANÁLISE BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA**

**ORIGEM/Local: MINAS PÚBLICAS**

**MÊs: FEVEREIRO/2012**

Endereço: (Rua, nº)	BAIRRO	COLIMETRIA NMP/100ml					CLASSIFICAÇÃO Bacteriológica
		C. OTAIS	*C.T.	Nº / COLÔNIA	FUNGOS	DATA	
RUA: F. PRÓXIMO POSTO DE SAÚDE	VILA URSULINO	ZERO	ZERO	10	PRESENTE	20/02/2012	ÁGUA POTÁVEL
RUA: A Nº 5 (DÉLIO SAMPAIO)	Santa Clara	zero	zero	01	AUSENTE	20/02/2012	ÁGUA POTÁVEL
RUA: MARIA IRENE REZEK Nº 95	Santa Clara	ZERO	ZERO	01	AUSENTE	20/02/2012	AGUÁ POTAVEL
MINA DA ELEVATÓRIA	Rialto	ZERO	ZERO	ZERO	PRESENTE	20/02/2012	água potável
RUA: ESTRADA RIALTO	Rialto	ZERO	ZERO	ZERO	PRESENTE	20/02/2012	ÁGUA POTÁVEL
Rua: Arioaldo da Rocha Pimentel ( Próximo Colégio)	VILA ELMIRA	3.6	ZERO	03	PRESENTE	21/02/2012	ÁGUA POTÁVEL
RUA: SÃO MARCOS, 70	BOA VISTA II	ZERO	ZERO	02	AUSENTE	20/02/2012	ÁGUA POTÁVEL
ESTRADA DOS MINEIROS – 1ª MINA (MANGOTE PRETO)	VISTA ALEGRE	ZERO	ZERO	02	AUSENTE	21/02/2012	ÁGUA POTÁVEL
ESTRADA DOS MINEIROS – 2ª MINA	VISTA ALEGRE	ZERO	ZERO	12	PRESENTE	21/02/2012	ÁGUA POTÁVEL
RUA: ANTÔNIO GRACIANO DA ROCHA, 72	Vila Maria	3.6	ZERO	12	AUSENTE	20/02/2012	ÁGUA POTÁVEL
RUA: SÃO PEDRO, 1700	Vista Alegre	ZERO	ZERO	02	PRESENTE	21/02/2012	AGUA POTAVEL
RUA: ZICO HORTA, 170	Vila Nova	ZERO	ZERO	39	PRESENTE	06/03/2012	AGUA POTÁVEL
RUA: SÃO BENEDITO, Nº 19	VILA CORINGA	460	9.1	09	PRESENTE	21/02/2012	agua não potavel
RUA: SÃO PEDRO, 420	Vista Alegre	9,1	9,1	01	PRESENTE	21/02/2012	ÁGUA não POTÁVEL
RUA: SÃO BENEDITO, Nº 19	VILA CORINGA	460	9.1	09	PRESENTE	21/02/2012	agua não potavel
RUA: EM FRENTE À IGREJA J. CRISTO, Nº 1241	SIDERLANDIA	23	3,6	05	AUSENTE	20/02/2012	ÁGUA não POTÁVEL
RUA: MAJOR JOSÉ BENTO, 715	Vila Nova	9,1	3,6	02	AUSENTE	25/06/2011	ÁGUA NÃO POTÁVEL
MINA DO BECO	RIALTO	240	ZERO	ZERO	AUSENTE	20/02/2012	AGUA NÃO POTAVEL
RUA: MANOEL DOMINGOS DA SILVA (BICÃO)	PITEIRA	460	150	13	PRESENTE	21/02/2012	ÁGUA NÃO POTÁVEL

\*coliformes termotolerantes

obs: 1) Água POTÁVEL = A amostra analisada ENCONTRA-SE de acordo com os padrões BACTERIOLÓGICOS estabelecidos pela Portaria 518/ms.

2) ÁGUA NÃO POTÁVEL= A amostra analisada ENCONTRA-SE EM DESACORDO COM OS padrões BACTERIOLÓGICOS estabelecidos pela portaria 518/MS.

## ANEXO III



## ANÁLISE BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA

ORIGEM/Local: MINAS PÚBLICAS

MÊs: OUTUBRO/2013

Endereço: (Rua, nº)	BAIRRO	COLIMETRIA NMP/100ml					CLASSIFICAÇÃO Bacteriológica
		C. TOTAIS	*C.T.	Nº / COLÔNIA	FUNGOS	DATA	
RUA: F. PRÓXIMO POSTO DE SAÚDE	VILA URSULINO	AUSENTE	AUSENTE	0	PRESENTE	23/09/2013	ÁGUA POTÁVEL
RUA: A Nº 5 (DÉLIO SAMPAIO)	Santa Clara	AUSENTE	AUSENTE	0	AUSENTE	10/09/2013	ÁGUA POTÁVEL
RUA: MARIA IRENE REZEK Nº 95	Santa Clara	AUSENTE	AUSENTE	02	AUSENTE	05/10/2013	ÁGUA POTÁVEL
RUA: ESTRADA RIALTO	Rialto	AUSENTE	AUSENTE	0	AUSENTE	13/09/2013	ÁGUA POTÁVEL
Rua: Arioaldo da Rocha Pimentel ( Prox. Colégio)	VILA ELMIRA	AUSENTE	AUSENTE	0	AUSENTE	04/10/2013	ÁGUA POTÁVEL
RUA: SÃO MARCOS, 70	BOA VISTA II	AUSENTE	AUSENTE	0	PRESENTE	21/08/2013	ÁGUA POTÁVEL
ESTRADA DOS MINEIROS – 1ª MINA (MANGOTE PRETO)	VISTA ALEGRE	AUSENTE	AUSENTE	02	AUSENTE	09/10/2013	ÁGUA POTÁVEL
ESTRADA DOS MINEIROS – 2ª MINA	VISTA ALEGRE	AUSENTE	AUSENTE	06	PRESENTE	09/10/2013	ÁGUA POTÁVEL
RUA: ANTÔNIO GRACIANO DA ROCHA, 72	Vila Maria	AUSENTE	AUSENTE	06	PRESENTE	03/10/2013	ÁGUA POTÁVEL
RUA: SÃO PEDRO, 1700	Vista Alegre	AUSENTE	AUSENTE	0	PRESENTE	03/10/2013	ÁGUA POTÁVEL
RUA: MAJOR JOSÉ BENTO, 715	VILA NOVA	AUSENTE	AUSENTE	13	PRESENTE	03/10/2013	ÁGUA POTÁVEL
RUA: SÃO BENEDITO, Nº 19	VILA CORINGA	240	AUSENTE	12	PRESENTE	03/10/2013	ÁGUA POTÁVEL
RUA: SÃO PEDRO, 420	Vista Alegre	AUSENTE	AUSENTE	28	AUSENTE	03/10/2013	ÁGUA POTÁVEL
RUA: ZICO HORTA, 170	VILA NOVA	1.100	1.100	15	PRESENTE	03/10/2013	ÁGUA NÃO POTÁVEL
RUA: EM FRENTE À IGREJA J. CRISTO, Nº 1241	SIDERLANDIA	2.400	1.100	08	PRESENTE	04/10/2013	ÁGUA NÃO POTÁVEL
MINA DO BECO	RIALTO	2.400	1.100	03	AUSENTE	04/10/2013	ÁGUA NÃO POTÁVEL
MINA DA ELEVATÓRIA	RIALTO	240	240	15	AUSENTE	04/10/2013	ÁGUA NÃO POTÁVEL

\*C.T.= coliformes termotolerantes

obs:

- 1) Água POTÁVEL = A AMOSTRA ANALISADA ENCONTRA-SE DE ACORDO COM OS PADRÕES BACTERIOLÓGICOS ESTABELECIDOS PELA PORTARIA 2914/11/MS.
- 2) ÁGUA NÃO POTÁVEL= a AMOSTRA ANALISADA ENCONTRA-SE EM DESACORDO COM OS PADRÕES BACTERIOLÓGICOS ESTABELECIDOS PELA PORTARIA 2914/11/MS.



ORIGEM/Local: MINAS PÚBLICAS

ANEXO IV

**ANÁLISE BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA**

Mês: Abril/2014

Endereço: (Rua, nº)	BAIRRO	COLIMETRIA NMP/100 ml					CLASSIFICAÇÃO Bacteriológica
		C. TOTAIS	*C.T.	Nº / COLÔNIA	FUNGOS	DATA	
Rua: A nº 5 (Délio Sampaio)	Santa Clara	Ausente	Ausente	0	Ausente	05/04/14	ÁGUA POTÁVEL
Rua: Maria Irene Rezek nº 95	Santa Clara	Ausente	Ausente	01	Ausente	06/04/14	ÁGUA POTÁVEL
Estrada de Rialto (via Colônia)	Rialto	Ausente	Ausente	zero	Presente	06/04/14	ÁGUA POTÁVEL
<b>Rua: Arioaldo da Rocha Pimentel (Prox. Colégio).</b>	Vila Elmira	Presente	Ausente	05	Presente	06/04/14	ÁGUA POTÁVEL
Rua: São Marcos, 70	Boa Vista II	Presente	Ausente	01	Presente	06/04/14	ÁGUA POTÁVEL
Estrada dos Mineiros – 1ª Mina (Mangote Preto)	Vista Alegre	Ausente	Ausente	01	Ausente	05/04/14	ÁGUA POTÁVEL
Estrada dos Mineiros – 2ª Mina	Vista Alegre	Ausente	Ausente	0	Presente	05/04/14	ÁGUA POTÁVEL
Rua: São Pedro, 1700	Vista Alegre	Ausente	Ausente	06	Ausente	05/04/14	ÁGUA POTÁVEL
Rua: São Pedro, 420	Vista Alegre	Ausente	Ausente	02	Presente	05/04/14	ÁGUA POTÁVEL
Rua: Zico Horta, 170	Vila Nova	Ausente	Ausente	0	Ausente	05/04/14	ÁGUA POTÁVEL
Mina Prox. Colégio DjairMachado.	Siderlândia	Ausente	Ausente	07	Ausente	05/04/14	ÁGUA POTÁVEL
Mina da Elevatória	Rialto	Ausente	Ausente	01	Presente	06/04/14	ÁGUA POTÁVEL
<b>Rua: F. Próximo Posto de Saúde.</b>	<b>Vila Ursulino</b>	<b>Presente</b>	<b>Presente</b>	<b>15</b>	<b>Ausente</b>	<b>05/04/14</b>	<b>ÁGUA Não POTÁVEL</b>
<b>Rua: Antônio Graciano da Rocha, 72</b>	<b>Vila Maria</b>	<b>Presente</b>	<b>Presente</b>	<b>1</b>	<b>Ausente</b>	<b>05/04/14</b>	<b>ÁGUA Não POTÁVEL</b>
<b>Rua: Major José Bento, 740</b>	<b>Vila Nova</b>	<b>Presente</b>	<b>Presente</b>	<b>0</b>	<b>Presente</b>	<b>05/04/14</b>	<b>ÁGUA Não POTÁVEL</b>
<b>Rua: São Benedito, nº 19</b>	<b>Vila Coringa</b>	<b>Presente</b>	<b>Presente</b>	<b>10</b>	<b>Ausente</b>	<b>05/04/14</b>	<b>ÁGUA Não potável</b>

\*C.T.= coliformes termotolerantes

obs:

- 1) ÁGUA POTÁVEL = A amostra analisada encontra-se de acordo com os padrões bacteriológicos estabelecidos pela Portaria 2914/11/MS.
- 2) ÁGUA NÃO POTÁVEL= a amostra analisada encontra-se em desacordo com os padrões bacteriológicos estabelecidos pela Portaria 2914/11/MS.

Raquel Brazilina de Almeida  
Gerente de Operação de ETAS E ETES

Matrícula: 0634-3

11/04/14



ORIGEM/Local: MINAS PÚBLICAS

ANEXO V

**ANÁLISE BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA**

Referencia: 2015

Endereço: (Rua, nº)	BAIRRO	COLIMETRIA NMP/100 ml					CLASSIFICAÇÃO Bacteriológica
		C. TOTAIS	*C.T.	Nº / COLÔNIA	FUNGOS	DATA	
Rua: A nº 5 (Délio Sampaio)	Santa Clara	Ausente	Ausente	0	Ausente	18/04/2015	ÁGUA POTÁVEL
Estrada de Rialto (via Colônia)	Rialto	Presente	Ausente	05	Ausente	18/04/2015	ÁGUA POTÁVEL
Rua: Arioaldo da Rocha Pimentel (Prox. Colégio)	Vila Elmira	Presente	Ausente	05	Presente	18/04/2015	ÁGUA POTÁVEL
Rua: São Marcos, 70	Boa Vista II	Presente	Ausente	01	Presente	31/01/2015	ÁGUA POTÁVEL
Estrada dos Mineiros – 2ª Mina	Vista Alegre	Ausente	Ausente	26	Ausente	03/04/2015	ÁGUA POTÁVEL
Mina da Elevatória	Rialto	Ausente	Ausente	22	Ausente	18/04/2015	ÁGUA POTÁVEL
Rua: F. Próximo Posto de Saúde.	Vila Ursulino	Presente	Ausente	01	Presente	18/04/2015	ÁGUA POTÁVEL
Rua: Antônio Graciano da Rocha, 72	Vila Maria	Presente	Ausente	2	Presente	03/04/2015	Água Potável
Rua: São Pedro, 420	Vista Alegre	Presente	Presente	10	Presente	30/04/2015	Água NÃO POTÁVEL
Rua: Zico Horta, 170	Vila Nova	Presente	Presente	0	Presente	03/04/2015	Água NÃO POTÁVEL
Mina Prox. Igreja Jesus Cristo, 1241	Siderlândia	Presente	Presente	04	Presente	18/04/2015	Água Não Potável
Rua: São Pedro, 1700	Vista Alegre	Presente	Presente	0	Presente	03/04/2015	ÁGUA NÃO POTÁVEL
Rua: Maria Irene Rezek nº 95	Santa Clara	Presente	Presente	0	Presente	18/04/2015	Água Não potável
Rua: Major José Bento, 740	Vila Nova	Presente	Presente	04	Presente	04/04/2015	ÁGUA Não POTÁVEL
Rua: São Benedito, nº 19	Vila Coringa	Presente	Presente	10	Ausente	03/04/2015	Água Não potável

\*C.T.= coliformes termotolerantes

obs: 1) Água POTÁVEL = A amostra analisada encontra-se de acordo com os padrões bacteriológicos estabelecidos pela Portaria 2914/11/MS.

2) Água NÃO POTÁVEL= a amostra analisada encontra-se desacordo com os padrões bacteriológicos estabelecidos pela Portaria 2914/11/MS.

Raquel Brazilina de Almeida  
Gerente de Operação de ETAS E ETES  
Matrícula: 0634-3  
29/04/15

**ANEXO VI**  
***Sistema de Abastecimento de Água - Barra Mansa***

<b>Sistema</b>	<b>Manancial de captação</b>	<b>Forma de Tratamento</b>	<b>Vazão nominal</b>	<b>Vazão Média</b>	<b>Média/Horas Funcionamento</b>
ETA Nova	Rio Paraíba do Sul	Processo Completo	400 l/s 1.440 m <sup>3</sup> /h	380,0 l/s	24 h/dia
ETA São Sebastião	Rio Paraíba do Sul	Processo Completo	180 l/s 648 m <sup>3</sup> /h	150,0 l/s	24 h/dia
ETA Vista Alegre	Açude Vista Alegre	Processo Completo	20 l/s 72 m <sup>3</sup> /h	18,0 l/s	24 h/dia
ETA Colônia	Rio Bananal	Processo Completo	19,44 l/s 70 m <sup>3</sup> /h	19,0 l/s	18 h/dia
ETA Floriano	Rio Paraíba do Sul	Processo Completo	6,0 l/s 21,6 m <sup>3</sup> /h	3,35 l/s	8 h/dia
ETA Antônio Rocha	Rio Barra Mansa	Processo Completo	2,0 l/s 7,2 m <sup>3</sup> /h	1,79 l/s	2 h/dia
Região Leste	Rio Paraíba do Sul	Processo Completo	Atendido por SAAE VR	Aprox. 130.000 m <sup>3</sup> /mês	
Rialto	Subterrâneo	Processo Simples Desinfecção	6,6 l/s 24 m <sup>3</sup> /h	6,6 l/s	10 h/dia
Vila dos Remédios	Subterrâneo	Processo Simples Desinfecção	7,5 l/s 27 m <sup>3</sup> /h	7,5 l/s	10 h/dia
Amparo	Subterrâneo	Processo Simples Desinfecção	4,5 l/s 16 m <sup>3</sup> /h	3,8 l/s	12 h/dia
Santa Rita	Subterrâneo	Processo Simples Desinfecção	4,0 l/s 14,4 m <sup>3</sup> /h	4,0 l/s	12 h/dia
Moinho de Vento (poço) Moinho Vento (ETA)	Subterrâneo Superficial/lago	Processo Simples Desinfecção (poço) Processo Completo (ETA)	1,6 l/s 6,0 m <sup>3</sup> /h	1,6 l/s	9 h/dia

Ref. Julho/15 = Volume Total Produzido ETAS/Poços = 1.313.106,78 m<sup>3</sup>/mês.

População atendida com água potável = 99 %