

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
FLUMINENSE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL  
MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL  
MODALIDADE PROFISSIONAL**

**MAPEAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS RASOS  
EM SÃO FRANCISCO DE ITABAPOANA - RJ**

**RENATO AGUIAR DA SILVA**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES/RJ**

**2013**

**RENATO AGUIAR DA SILVA**

**MAPEAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS RASOS  
EM SÃO FRANCISCO DE ITABAPOANA - RJ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental, Modalidade Profissional, linha de pesquisa: Avaliação e Gestão Ambiental.

Orientador: Professor D. Sc. Vicente de Paulo Santos de Oliveira

**CAMPOS DOS GOYTACAZES/RJ  
2013**

Dissertação intitulada “Mapeamento da Qualidade da Água de Poços Rasos em São Francisco de Itabapoana - RJ”, elaborada por Renato Aguiar da Silva e apresentada publicamente perante a Banca Examinadora, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, na área de concentração Análise Ambiental e Geoprocessamento, linha de pesquisa Avaliação e Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense.

Aprovada em: 18/06/2013

Banca Examinadora:

---

Vicente de Paulo Santos de Oliveira, Doutor em Engenharia Agrícola / Universidade Federal de Viçosa / Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense – IFF - Orientador

---

José Augusto Ferreira da Silva, Doutor em Geografia / Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho / Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense –IFF

---

Maria Cristina Canela, Doutora em Química/ Universidade Estadual de Campinas/ Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família, especialmente aos meus pais Ângela e Valter, que estiveram sempre comigo, apoiando todas as minhas decisões e souberam conviver com a distância e as visitas corridas durante minha fase de formação acadêmica. Vocês são os responsáveis por moldarem o meu caráter.

Ao Vicente, meu orientador, por confiar no meu trabalho. Muito obrigada pela oportunidade de trabalhar com você.

As meninas (Rafaella, Tayná, Tâmmela e Bruna) além do Gabriel e os motoristas que tanto me ajudaram nas coletas dos dados e nas saídas de campo, sem a ajuda deles não seria viável a finalização do projeto.

A Viviane, minha namorada e amiga que conquistou um lugar especial no meu coração. Por você tenho profunda admiração, carinho e respeito. Muito obrigada por sempre me ajudar quando precisei e também poder te ajudar no que pude. Amo você! Terá pra sempre minha eterna gratidão.

Aos meus amigos Felipe, Bráulio, Caio, Cristiano, Pedro, Cristiane, Mateus, entre muitos outros da UENF.

Aos meus amigos de trabalho e aos que não trabalham mais ao meu lado, pela amizade e companheirismo, principalmente ao Leonardo Santarossa, por lutar para que eu pudesse fazer esse mestrado.

A todas as pessoas que contribuíram para meu sucesso e para meu crescimento como pessoa. Sou o resultado da confiança e da força de cada um de vocês.

## RESUMO

A água é um recurso finito e de fundamental importância para a vida de todas as espécies, e seu monitoramento constante é importante para uma vida saudável, uma vez que sua qualidade é essencial à manutenção da vida. Porém, nem sempre os padrões de potabilidade para o consumo humano são atendidos, estabelecendo uma questão de suma importância e relevância na saúde pública. Na cidade de São Francisco de Itabapoana – RJ, assim como em outras regiões do País, a falta de abastecimento de água na zona urbana e rural tem sido solucionada muito mais através da perfuração de poços que da adoção de medidas gerenciais capazes de reduzir as perdas e aperfeiçoar os sistemas existentes. O objetivo deste trabalho é analisar e mapear a qualidade da água de poços rasos consumida pelos moradores das localidades de São Francisco de Itabapoana - RJ e verificar se está em conformidade com alguns padrões de potabilidade para água de consumo humano. Para isso, foram estudadas vinte e uma localidades e analisados os parâmetros físico-químicos: pH, turbidez, cloro total, salinidade e os parâmetros microbiológicos: coliformes totais e coliformes termotolerantes. Os resultados das análises foram plotadas em mapas, gerados pelo método de interpolação da média ponderada pelo inverso da distância aos pontos (Inverse Distance Weighted – IDW), utilizando o software ArcGis 10. Para melhor entender e apoiar a análise laboratorial dos resultados da água foi aplicado um questionário socioambiental em todos os 157 domicílios visitados. Assim, os resultados revelaram uma grande contaminação por coliformes totais e termotolerantes em grande parte do município e que os parâmetros físico-químicos em muitas localidades estão fora do padrão de qualidade da água de consumo humano. Com os resultados obtidos, pôde-se concluir que existe uma precariedade no saneamento urbano e rural do município.

**Palavras Chave:** Água subterrânea, Contaminação da água, Geoprocessamento, Mapeamento.

## ABSTRACT

Water is a finite resource and of fundamental importance for the life of all species, and its constant monitoring is important for a healthy life, since their quality is essential to the maintenance of life. However, not always the potability standards for human consumption are met by establishing an issue of paramount importance and relevance in public health. In the city of São Francisco de Itabapoana - RJ as well as in other regions of the country, the lack of water supply in urban and rural areas has been solved much more by drilling wells than the adoption of management measures able to reduce the loss and improve existing systems. The objective of this study is to analyze and map the groundwater quality consumed by the residents of the localities of São Francisco de Itabapoana - RJ and check whether it complies with the standards for potable water for human consumption. For this, we studied twenty-one localities and analyzed the physico-chemical parameters: pH, turbidity, total chlorine, salinity and microbiological parameters: total coliforms and fecal coliforms. The analysis results were plotted on maps, generated by the method of the Inverse Distance Weighted – IDW, using ArcGis 10. To better understand and support the results of laboratory analysis of water, a socioenvironmental questionnaire was applied to all 157 households visited. Thus, the results revealed a large contamination with total and thermotolerant coliforms largely on the municipal district and that the physicochemical parameters in many localities are outside of the standard of water quality for human consumption. With the obtained results, it was concluded that there is a precarious sanitation in urban and rural municipal district.

**Keywords:** Underground water, water contamination, GIS, Mapping.

**LISTA DE FIGURAS**

FIGURA 1:	
População do Município de São Francisco de Itabapoana.....	18
FIGURA 2:	
Número de Domicílios Urbanos / Classe econômica.....	18
FIGURA 3:	
Mapa de Uso e Ocupação do Solo do Município de São Francisco de Itabapoana. ....	20
FIGURA 4:	
Mapa de localização do Município e dos Poços de Coleta de Água.....	22
FIGURA 5:	
Tipo de Abastecimento de Água em São Francisco de Itabapoana. ....	23
FIGURA 6:	
Característica da água consumida. ....	24
FIGURA 7:	
Frequência de limpeza da caixa d'água.....	25
FIGURA 8:	
Sistema rudimentar de filtragem de água.....	25
FIGURA 9:	
Local de instalação da fossa de captação de esgoto.....	27
FIGURA 10:	
Distância entre o poço e a fossa. ....	28
FIGURA 11:	
Relação entre a distância da fossa, poço e resultados de Coliformes Totais. ....	28
FIGURA 12:	
Relação entre a distância da fossa, poço e resultados de Coliformes Termotolerantes. ....	29
FIGURA 13:	
Tipo de água consumida.....	30
FIGURA 14:	
Relação entre coliformes totais e a renda familiar. ....	31
FIGURA 15:	
Relação entre coliformes termotolerantes e a renda familiar.....	32

FIGURA 16: Doenças contraídas por membros da família. ....	33
FIGURA 17: Tipos de serviço médico em São Francisco de Itabapoana. ....	33
FIGURA 18: Mapa de Localização da área de estudo: Município de São Francisco de Itabapoana. ....	46
FIGURA 19: Mapa de Uso e Ocupação do Solo do Município de São Francisco de Itabapoana. ....	48
FIGURA 20: Mapa Geológico do Município de São Francisco de Itabapoana. ....	53
FIGURA 21: Rede Geral de Esgoto Fonte: FGV. ....	56
FIGURA 22: Mapa com a malha amostral de coleta de água. ....	57
FIGURA 23: Mapa obtido a partir das análises relativa para o parâmetro Cloro Total. ....	59
FIGURA 24: Correlação entre os valores de pH e ausência/presença de coliformes. ....	60
FIGURA 25: Mapa obtido a partir das análises relativas para o parâmetro pH. ....	62
FIGURA 26: Mapa obtido a partir das análises relativas para o parâmetro Turbidez. ....	64
FIGURA 27: Mapa obtido a partir das análises relativas para o parâmetro Salinidade. ....	66
FIGURA 28: Mapa obtido a partir das análises relativas para o parâmetro Coliformes Totais. ....	68
FIGURA 29: Distância entre o poço e a fossa. ....	69
FIGURA 30: Mapa obtido a partir das análises relativas para o parâmetro Coliformes Termotolerantes. ...	71
FIGURA 31: Mapa do cruzamento de todos os parâmetros em conformidade. ....	72



**LISTA DE TABELAS**

TABELA 1:	
Comparativo entre a água filtrada e não filtrada.....	26
TABELA 2:	
Salário médio \ Número de Domicílios.....	31

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**ANA:** Agência Nacional de Águas

**ANVISA:** Agência Nacional de Vigilância Sanitária

**EEEG:** Estação Ecológica Estadual de Guaxindiba

**FGV:** Fundação Getúlio Vargas

**FIPERJ:** Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro

**IBGE:** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**IDH:** Índice de Desenvolvimento Humano

**IFF:** Instituto Federal Fluminense

**INEA:** Instituto Estadual do Ambiente

**LabFoz:** Laboratório de Monitoramento das Águas da Foz do Rio Paraíba do Sul

**MNps:** Complexo Paraíba do Sul – Unidade São Fidélis

**MS:** Ministério da Saúde

**NMP:** Número Mais Provável

**N $\gamma$ 2b:** Suíte Bela Joana

**OMS:** Organização Mundial de Saúde

**pH:** Potencial Hidrogeniônico

**Qha:** Depósito Colúvio-Aluvionar

**Qphm:** Depósito Marinho e Flúvio-Marinho

**RH:** Regiões Hidrográficas

**SCNES:** Sistema de Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde

**SEBRAE:** Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

**SIG:** Sistemas de Informações Geográficas

**Tb:** Grupo Barreiras

**TCE-RJ:** Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro

**UENF:** Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

**UNT:** Unidade Nefelométricas de Turbidez

**UPEA:** Unidade de Pesquisa e Extensão Agro-Ambiental

**VMP:** Valores Máximos Permitidos

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>7</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>9</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....</b>	<b>10</b>
<b>1. APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2. ARTIGO CIENTÍFICO I.....</b>	<b>15</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>15</b>
<b><i>ABSTRACT</i> .....</b>	<b>15</b>
2.1 INTRODUÇÃO .....	16
2.1.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	17
2.2 MATERIAL E MÉTODO .....	21
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
2.4 CONCLUSÕES .....	35
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36
<b>3. ARTIGO CIENTÍFICO II .....</b>	<b>39</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>39</b>
<b><i>ABSTRACT</i> .....</b>	<b>40</b>
3.1 INTRODUÇÃO .....	42
3.1.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	45
3.1.2 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO .....	47
3.1.3 HIDROLOGIA .....	48
3.1.4 GEOLOGIA.....	50

3.1.5	SANEAMENTO.....	53
3.2	MATERIAL E MÉTODO .....	56
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
3.3.1	COLORO TOTAL.....	58
3.3.2	pH .....	59
3.3.3	TURBIDEZ.....	62
3.3.4	SALINIDADE.....	65
3.3.5	COLIFORMES TOTAIS .....	66
3.3.6	COLIFORMES TERMOTOLERANTES .....	69
3.3.7	MAPA GERAL DO CRUZAMENTO ENTRE OS PARÂMETROS.....	71
3.4	CONCLUSÕES .....	74
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76

## 1. APRESENTAÇÃO

A vida e o sustento da humanidade dependem da água. A procura de água doce aumenta continuamente ao ritmo do crescimento populacional. No entanto, muitas pessoas vivem em áreas do mundo onde falta água potável essencial à sua sobrevivência; a sua prosperidade depende do abastecimento de água segura e barata. É impossível manter o fornecimento de água doce de qualidade para abastecimento humano, indústria e agricultura se a água subterrânea não for aproveitada, sendo esta a maior e mais segura de todas as fontes de água potável existentes na Terra. Em muitos locais, a maior parte da água potável é de origem subterrânea 80% na Europa e na Rússia e ainda mais no caso do Norte de África e no Médio Oriente. Ao contrário de outros recursos naturais ou matérias-primas, a água subterrânea existe em todo o mundo. A possibilidade de ser extraída varia grandemente de local para local, dependendo das condições de precipitação e da distribuição dos aquíferos. Geralmente, a água subterrânea apenas é renovada numa certa altura do ano, mas pode ser extraída durante o ano inteiro. Desde que o seu reabastecimento seja adequado e que a fonte se encontre protegida da poluição, a água subterrânea pode ser extraída indefinidamente.

No caso de cidades que utilizam a água do Rio Paraíba do Sul como fonte, a perfuração e o uso da água de poços aumentou significativamente após interrupções do abastecimento de água e mortandades da fauna recorrentes de desastres. Destacam-se como os mais graves já ocorridos na bacia: o da Paraíba de Metais, ocorrido em 1982, o da Cataguazes de Papel, ocorrido em 2003 (HUGUENIN, 2006) e o da empresa Servatis em 2008.

Na cidade de São Francisco de Itabapoana – RJ, assim como em outras regiões do País, a falta de água na zona urbana e rural tem sido solucionada muito mais através da perfuração de poços, do que da adoção de medidas gerenciais capazes de reduzir as perdas e otimizar os sistemas existentes.

Na maior parte dos casos, a água subterrânea é menos contaminada do que a superficial, uma vez que se encontra protegida da contaminação à superfície proveniente dos solos e da cobertura rochosa. É por isso que, em diversas partes do mundo, a maior parte da água que se bebe é água subterrânea. No entanto, o aumento da população humana, as modificações do uso da terra e a industrialização acelerada, colocam a água subterrânea em perigo. Para um melhor entendimento da contaminação e melhor visualização da área a ser

estudada, a utilização de ferramentas de Sistemas de Informações Geográficas, vem sendo utilizadas com maior frequência e em diversas áreas de estudo.

A disseminação dos softwares de Geoprocessamento entendido como uma ferramenta que se utiliza de técnicas matemáticas e computacionais para a representação do espaço no computador, tem contribuído para inúmeras áreas de estudos geográficos, desde o planejamento urbano e regional, como na análise de recursos naturais como a água e feições geomorfológicas.

A possibilidade de utilizar essa ferramenta para visualizar e manipular, de forma separada ou conjunta, os diferentes tipos de camadas (layers ou planos de informação) representa um dos grandes avanços desses trabalhos, sendo uma das principais contribuições dessa tecnologia. Essa é uma das razões que permite que o geoprocessamento seja interdisciplinar, ganhando espaço nas áreas de pesquisa e no mercado (Corrêa, 2007).

Este trabalho possui como objetivo geral a avaliação da qualidade da água subterrânea por meio de investigação direta de poços, analisando e mapeando as áreas de interesse com auxílio de ferramentas de Sistema de Informações Geográficas.

Especificamente, o presente estudo tem como objetivo caracterizar águas de poços rasos na área de influência urbana e rural de São Francisco de Itabapoana – RJ; classificar a água dos poços de monitoramento, baseando-se em análises físico-químicas da água subterrânea; correlacionar os resultados das análises com os parâmetros: turbidez, Potencial Hidrogeniônico (pH), salinidade, cloro total, coliformes totais e coliformes termotolerantes; basear-se através de aplicação de questionário sobre as questões sanitárias, ambientais e sociais dos moradores; elaborar gráficos e mapas temáticos através da análise espacial dos dados obtidos.

Essa dissertação é composta por 2 artigos científicos, divididos em resumo, introdução, materiais e métodos, resultados e conclusão, neles foram enfatizados a qualidade da água utilizada pelos moradores do Município de São Francisco de Itabapoana.

No primeiro artigo, foram feitas coletas de águas de poços situados nos domicílios e posteriormente aplicado um questionário socioambiental para investigar a forma de gerenciamento da água consumida por esses moradores. Para um melhor entendimento, os resultados dos questionários foram analisados e relacionados com os resultados das análises físico-químicas das amostras.

No segundo artigo, as mesmas amostras coletadas analisadas e utilizadas no primeiro artigo formaram a base de dados para a elaboração dos mapas da qualidade da água.

## 2. ARTIGO CIENTÍFICO I

# Aspectos Socioambientais Sobre a Gestão da Água de Poços Rasos em São Francisco de Itabapoana – RJ\*

### RESUMO

O presente artigo apresenta os resultados das análises físico-química e microbiológicas das águas dos poços de abastecimento, assim como os questionários aplicados em 157 domicílios do município de São Francisco de Itabapoana – RJ. O município está localizado no litoral do Norte Fluminense e assim como em outras regiões do País, a falta de abastecimento na zona urbana e rural tem sido solucionada muito mais através da perfuração de poços que da adoção de medidas gerenciais capazes de reduzir as perdas e aperfeiçoar os sistemas existentes. Os resultados revelaram uma grande quantidade de amostras fora do padrão recomendado para o consumo humano.

**Palavras-chave:** Água subterrânea, Fossa, Coliformes, Parâmetros Físico-Químico.

## Socioenvironmental aspects about the water management of shallow wells in São Francisco de Itabapoana- RJ

### *ABSTRACT*

The present paper provides the results of physico-chemical and microbiological analysis of water supply wells, as well as the applied questionnaires in 157 households in the municipal district of São Francisco de Itabapoana - RJ. The municipal district is located on the Norte Fluminense coastline and as in other regions of the country, the lack of supply in urban and rural areas has been solved much more by drilling wells than the adoption of management measures able to reduce the loss and improve existing systems. The results revealed a large number of samples outside of the standard recommended for human consumption.

**Keywords:** Groundwater, Fosse, Coliforms, Physical-Chemical Parameters.

---

\* A ser submetido ao Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego

## 2.1 INTRODUÇÃO

A garantia de água para o consumo humano que atenda aos padrões de potabilidade é questão relevante para a saúde pública. No Brasil, a Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano, definida na Portaria N° 2914 de 12 de Dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, estabelece os Valores Máximos Permitidos (VMP) para as características bacteriológicas, organolépticas, físicas e químicas para uma água potável (BRASIL, 2011).

Na cidade de São Francisco de Itabapoana – RJ, assim como em outras regiões do País, a falta de água na zona urbana e rural tem sido solucionada muito mais através da perfuração de poços, do que da adoção de medidas gerenciais capazes de reduzir as perdas e otimizar os sistemas existentes.

Segundo a Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro (FIPERJ, 2008), no caso de cidades que utilizam a água do Rio Paraíba do Sul como fonte, a perfuração e o uso da água de poços aumentou significativamente após interrupções do abastecimento de água e mortandades da fauna recorrentes de desastres. Destacam-se como os mais graves já ocorridos na bacia: o da Paraíba de Metais, ocorrido em 1982 e o da Cataguazes de Papel, ocorrido em 2003.

Nas cidades existem atividades de rotina que contaminam as águas freáticas e fazem delas um fator de risco para a população que a utiliza. Diversos fatores podem comprometer a qualidade da água, como exemplo, (i) o destino final do esgoto doméstico e industrial em fossas e tanques mal projetados, (ii) a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos e industriais, (iii) postos de combustíveis e de lavagem e (iv) a modernização da agricultura representam fontes de contaminação por bactérias e vírus patogênicos, parasitas, substâncias orgânicas e inorgânicas (SILVA, 2003). Desse modo, a presença de microrganismos na água constitui indicador de poluição fecal, principalmente de fonte antrópica e de outros animais. Os indicadores mais utilizados para essa finalidade, e que são preconizados pela legislação vigente, são o índice de coliformes totais e o índice de coliformes termotolerantes (BRASIL, 2011).

Tendo em vista a busca por água de qualidade e com valor acessível, muitos moradores de São Francisco de Itabapoana têm preferido usar água de poço. Entretanto, essa água nem sempre é de qualidade, ou seja, não está dentro dos padrões de potabilidade exigidos por lei. Baseado nestas informações é necessário mapear a qualidade da água em uso na área urbana e rural de São Francisco de Itabapoana e alertar à população a cerca dos riscos a saúde, do consumo deste tipo de água.

O município de São Francisco de Itabapoana apresenta um dos piores índices de desenvolvimento humano, ocupando a 90ª posição no critério do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) estadual (IBGE, 2010). Dessa forma, torna-se muito importante para a região, qualquer avaliação sobre os índices de qualidade das águas do subsolo, mostrando sua adequabilidade ao padrão de uso para abastecimento humano.

Diante deste cenário, este trabalho possui como objetivo geral a avaliação da qualidade da água subterrânea por meio de investigação direta de poços, analisando as áreas de interesse e aplicando questionário socioambiental aos moradores destes domicílios.

Especificamente, o presente estudo tem como objetivo caracterizar águas subterrâneas na área de influência urbana e rural de São Francisco de Itabapoana – RJ; classificar a água dos poços



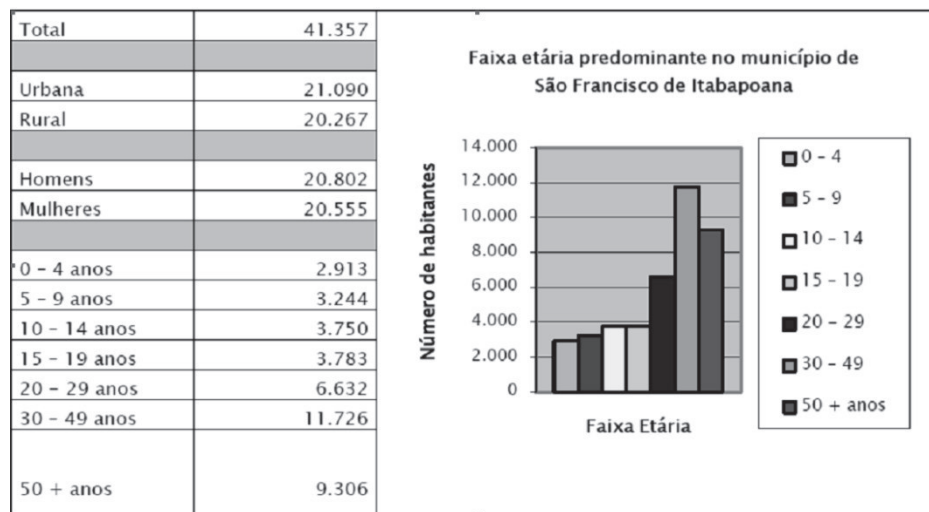
de monitoramento, baseando-se em análises físico-químicas da água subterrânea; correlacionar os resultados das análises com as variáveis: turbidez, pH, salinidade, cloro total, coliformes totais e coliformes termotolerantes; basear-se através de aplicação de questionário sobre as questões sanitárias, ambientais e sociais dos moradores.

### **2.1.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

O Estado do Rio de Janeiro é composto por 92 municípios distribuídos em oito regiões de governo: Metropolitana, Noroeste Fluminense, Norte Fluminense, Serrana, Baixadas Litorâneas, Médio Paraíba, Centro-Sul Fluminense e Costa Verde. Segundo o último Censo Demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de geografia e Estatística (IBGE) em 2010, o município de São Francisco de Itabapoana tem uma população de 44.475 habitantes, correspondentes a 4,86% do total da Região Norte Fluminense. Ocupa uma área de 1.122,3 km<sup>2</sup>, sendo o segundo maior município do Estado do Rio de Janeiro em extensão territorial, Foi emancipado através da Lei 2.379, desmembrando-se de São João da Barra em 1995 (IBGE, 2010).

Segundo o Mapa do Fim da Fome II divulgado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV) em 2003, São Francisco de Itabapoana possuía a maior proporção de pessoas vivendo abaixo da linha de indigência no estado do Rio de Janeiro: 43,8% do total de habitantes. Apesar das transformações econômicas vividas pela região com os recursos da exploração de petróleo, São Francisco de Itabapoana permanecia em 2004, fortemente vinculado à agricultura e pesca e apenas 12 % da população economicamente ativa encontravam-se inseridos no mercado formal de trabalho. No que se refere à educação, de acordo com o Atlas de Desenvolvimento Humano de 2003 (PNUD, 2003), a taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais era duas vezes maior que a média nacional. Além do déficit de serviços públicos de água, esgoto, coleta e lixo, o município contava com apenas um hospital público.

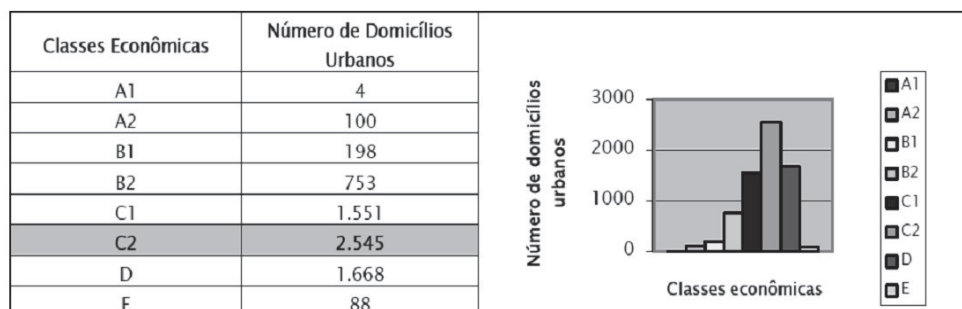
Contudo, observa-se na figura 1, que a população é dividida entre rural e urbana, porém, grande parte do território dedica-se suas atividades a produção agrícola e pecuária. O solo encontrado em praticamente todo o município é fértil e de acidez tolerável e o clima local pode ser considerado homogêneo. No litoral do município, os terrenos são mais arenosos, e ainda assim a textura é leve e o solo também é fértil. Também pode-se observar que a maioria da população encontra-se na faixa etária entre 30 e 49 anos, seguida pela faixa de 50 ou mais anos e uma participação masculina superior à feminina (SEBRAE, 2011).



**Figura 1:** População do Município de São Francisco de Itabapoana.  
**Fonte:** Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE)

Segundo SEBRAE (2011), o IDH classifica os municípios em três níveis de desenvolvimento humano: Municípios com baixo desenvolvimento humano (IDH até 0,5); municípios com médio desenvolvimento humano (IDH entre 0,5 e 0,8) e municípios com alto desenvolvimento humano (IDH acima de 0,8). Permite medir o desenvolvimento de uma população além da dimensão econômica, este índice é calculado com base na renda familiar per capita, que é a soma dos rendimentos, dividido pelo número de habitantes, expectativa de vida dos moradores ou esperança de vida ao nascer e a taxa de alfabetização de maiores de 15 anos (número médio de anos de estudos da população em estudo).

Contudo, o município de São Francisco de Itabapoana está classificado com um índice de médio desenvolvimento humano, ocupando a 90ª posição no critério do IDH estadual com igual a 0,688 entre 92 municípios do estado (IBGE, 2010). Quanto mais próximo de 1 for o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), maior o nível de desenvolvimento humano apurado. São Francisco de Itabapoana apresentou índice 0,782 em 2000. Nesse mesmo ano, a taxa de alfabetização das pessoas com 15 anos ou mais chegou a 77,4%. O Município possui cerca de 6.907 domicílios, sendo que 36,8% deles são de famílias pertencentes à classe econômica C2, que possui renda familiar mensal em torno de R\$ 950,00 como apresentado na Figura 2 (SEBRAE, 2011).



**Figura 2:** Número de Domicílios Urbanos / Classe econômica.  
**Fonte:** Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE)

O Município de São Francisco de Itabapoana está dividido em duas Regiões Hidrográficas (RH): ao norte do município está localizada a RH X do Itabapoana, e ao sul a RH IX do Baixo Rio Paraíba do Sul. A hidrografia é composta pelo rio Guaxindiba, que corta o município até o seu deságue no Oceano Atlântico, ao norte o rio Itabapoana limita o município com o estado do Espírito Santo e ao sul o Rio Paraíba do Sul faz o limite com o município de São João da Barra.

No que se diz respeito aos recursos hídricos, na região Norte do Estado do Rio de Janeiro existe um alto potencial hídrico e boa qualidade da água, porém a vulnerabilidade de alguns aquíferos é bastante elevada, podendo estar enriquecida com ferro e cloretos, dependendo do sistema e da profundidade do poço perfurado. Nas regiões de Campos dos Goytacazes, São Francisco de Itabapoana, São João da Barra, São Fidélis e Cardoso Moreira, existem poucas informações sobre poços perfurados no cristalino, o que dificulta a obtenção de resultados mais seguros (MARTINS, 2009).

A potabilidade da água subterrânea, tanto pode ser degradada por causas naturais, quanto pode ser afetada por atividades antropogênicas, sejam elas de perfil sanitário, agrícola ou industrial. A composição da água subterrânea é muitas vezes influenciada pelo material geológico na qual se insere. As características químicas das águas subterrâneas dependem, inicialmente, da composição das águas de recarga e, em seguida, de sua evolução química, influenciada diretamente pelos perfis litológicos.

A área objeto deste estudo se encontra sob o espaço territorial da Mata Atlântica, e atualmente apresenta a maior parte recoberta por pastagem utilizada para atividade pecuária leiteira e cultura agrícola. As atividades econômicas que estiveram presentes nos últimos 200 anos, notoriamente o café e a pecuária, foram responsáveis pela dizimação da cobertura florestal de Mata Atlântica na região. Hoje a predominância é de pasto, contra pequenos fragmentos de mata restantes. A presença de área urbana é bem reduzida como visto na figura 3 do uso e ocupação do solo do município (LINS & NASCIMENTO, 2010).

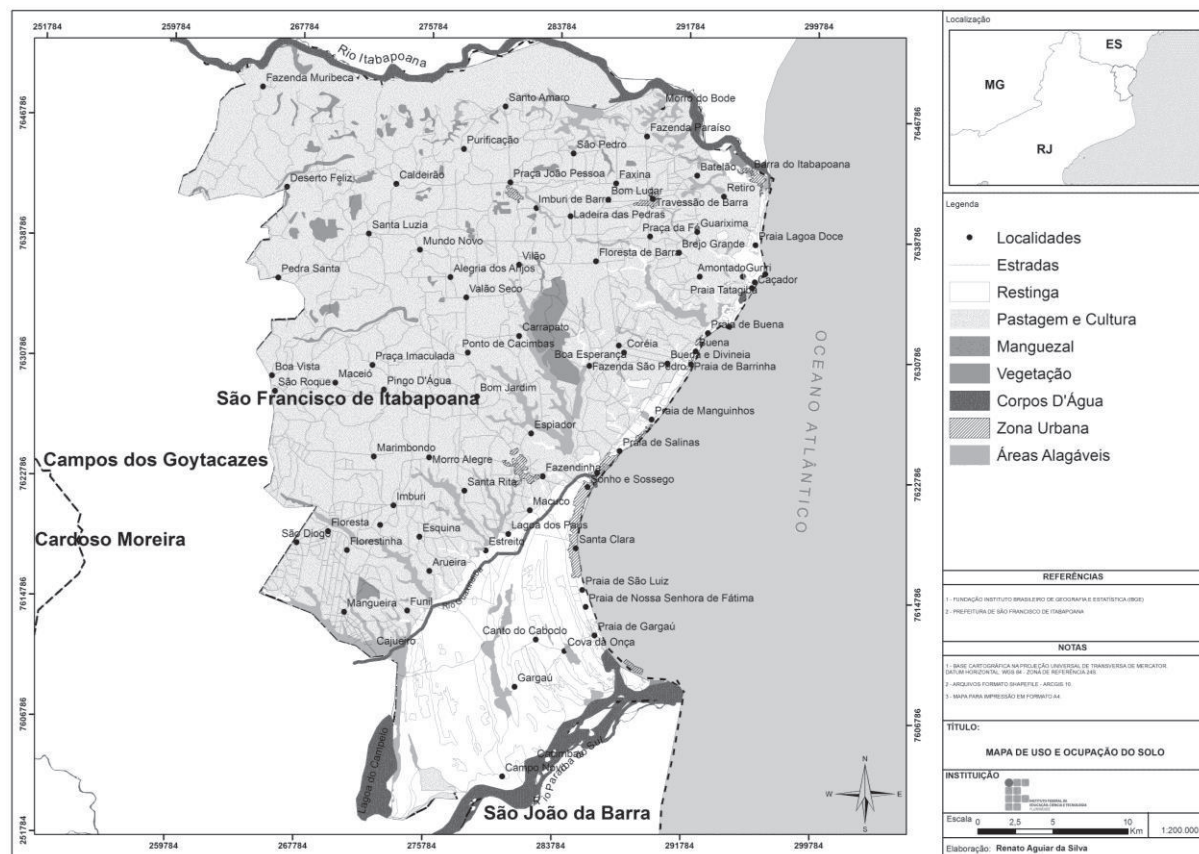


Figura 3: Mapa de Uso e Ocupação do Solo do Município de São Francisco de Itabapoana.

São Francisco de Itabapoana, com base no levantamento de 1994, tinha sua área distribuída da seguinte maneira: 21% de formações pioneiras, 64% de área agrícola e 12% de pastagens. O município se encaixava como Rural, agrupamento com predomínio de áreas agrícolas, com forte presença de pastagens e formações originais. Já em 2001, ocorreu aumento de formações pioneiras para 23% do território municipal, e de campo/pastagem para 15%, contra redução de área agrícola para 57%. A área urbana ficou estável em 0,1%. O segundo estudo também o classificou como Rural, caracterizado por altos percentuais de áreas agrícolas, ocupando uma média de 43% do território, com presença média de 33% de área de formações originais (TCE - RJ, 2006).

Segundo Werneck *et al.* (2012), o município de São Francisco de Itabapoana possui o último fragmento significativo de Mata Atlântica Estacional de Tabuleiros no Estado do Rio de Janeiro, a Estação Ecológica Estadual de Guaxindiba (EEEG). Este fragmento compreende uma área de 3260 ha, sendo 1200 ha de Floresta Estacional Semidecidual de Terra Baixas (LINS & NASCIMENTO, 2010). Suas terras e matas estão localizadas nos domínios da Fazenda São Pedro de Alcântara. É também conhecida no município e comunidades de entorno como Mata do Carvão, devido à grande quantidade de fornos de carvão que no seu interior existiam. Na década de 60 possuía mais de seis mil hectares de mata, na década de 80, já havia sido reduzida para aproximadamente três mil hectares.

Com o crescimento populacional urbano e rural do município, surgiram as dificuldades ambientais, gerenciais e de urbanismo, ao mesmo tempo em que as pesquisas que fomentam a solução ou mitigação destes problemas cresceram consideravelmente. Sendo assim, este

trabalho objetivou sistematizar uma melhor visualização dos problemas ambientais gerados pela precária ou falta do saneamento básico de algumas localidades deste município.

## **2.2 MATERIAL E MÉTODO**

Para alcançar os objetivos, foram obtidos dados oficiais de órgãos públicos, instituições de ensino e publicações acadêmicas, a partir dos quais foram produzidos os demais dados e informações intermediárias que permitiram as análises e interpretações necessárias para completar o estudo. Entre os órgãos e instituições pesquisadas estão a Secretaria de Meio Ambiente de São Francisco de Itabapoana, o Instituto Estadual do Ambiente (INEA), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Instituto Federal Fluminense (IFF).

As coletas foram realizadas em 21 localidades do Município de São Francisco de Itabapoana. Em cada localidade foi gerado esforço para visita de pelo menos 10 casas, porém em algumas localidades não foi possível chegar a esse número, sendo visitadas pelo menos 5 casas, chegando a um total de 157 domicílios (Figura 4). Em todos os domicílios foram aplicados um questionário socioambiental e coletadas amostras de água dos poços ou caçimbas, totalizando uma malha amostral de 157 pontos. Após as coletas as amostras seguiram para o LabFoz, laboratório de qualidade das águas da Foz do Rio Paraíba do Sul pertencente a Unidade de Pesquisa e Extensão Agro-Ambiental (UPEA) do IFF, onde foram feitas análises de determinação de Potencial Hidrogeniônico – pH; determinação de turbidez, cloro total, coliformes totais e termotolerantes. Os ensaios foram realizados de acordo com normas padrões de procedimento descritas no livro *Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater* (EATON *et al.*, 2005).



**Figura 4:** Mapa de localização do Município e dos Poços de Coleta de Água.

As determinações dos parâmetros foram realizadas em triplicatas, sendo os resultados analíticos representados pela média das triplicatas. Para a determinação do pH foi utilizado o pHmetro portátil da marca Thermo Scientific, modelo Orion 3 Star. No procedimento de análise da turbidez, inicialmente, prepararam-se os padrões necessários de Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT) (10, 100 e 800) utilizando Formazina. Em seguida, foi realizada a calibração no equipamento (Turbidímetro portátil, marca Solar Instrumentação, modelo SL 2K) com estes padrões. Fez-se a lavagem química nas cubetas com a amostra antes da leitura. Para uma melhor confiabilidade do resultado, realizou-se então, três leituras na mesma cubeta. A determinação Cloro Total consistiu em analisar a concentração de Ácido Hipocloroso (HClO) e íons Hipoclorito (OCl<sup>-</sup>) presentes em água.

O método descrito anteriormente foi utilizado para as 5 primeiras localidades (Gargaú - Muritiba, Guaxindiba - Ilha dos Mineiros, Buena - Divineia, Sonho - Sossego e Floresta) totalizando 51 amostras. Visando uma melhor logística e rapidez nas análises, foi adquirida uma sonda multiparâmetro da marca Aqua Probe, modelo 900 que analisa simultaneamente e *in situ*, todos os parâmetros descritos anteriormente, exceto Cloro Total, totalizando 106 amostras analisadas na sonda.

A técnica utilizada para a determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes Totais e termotolerante é a da Enzima-Substrato. A amostra foi introduzida em meio de cultivo (Colillert), aguardando-se por cerca de 20 minutos para a introdução em cartela com pequenos blocos e colocada em estufa a 36° C com permanência de 24 horas. Em seguida foi realizada leitura das possíveis colimetrias e o correspondente NMP.

Visando um maior entendimento sobre as práticas de gestão da água nos domicílios onde foram coletadas as amostras, um questionário socioambiental foi aplicado com a finalidade de operacionalizar e captar informações que servissem de apoio aos resultados obtidos nas análises físico-químicas e microbiológicas do estudo. Para isso, o questionário foi composto de 10 perguntas objetivas e um campo para observações.

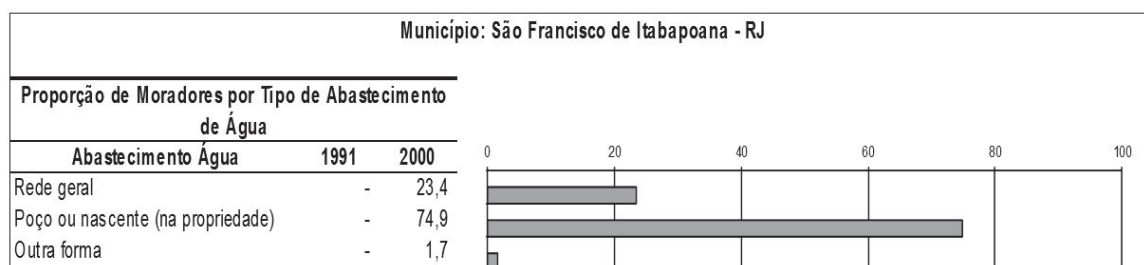
## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente estudo utilizou uma estratégia de análise integrada dos dados coletados. Deste modo, os dados obtidos pelo questionário tiveram um tratamento analítico e descritivo para todas as questões.

**Pergunta 1:** A residência possui água fornecida pelo município?

Segundo dados do Sistema de Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (SCNES, 2010), no ano 2000, cerca de 74,9% da população do município não recebia abastecimento de água em suas residências, conforme a figura 5. A alternativa como fonte de água dos moradores dessas regiões não atendidas era a utilização de poços (cacimbas) ou nascentes dentro das próprias propriedades.

Como somente foram coletada água para análise em localidades que se abasteciam em poços rasos ou cacimbas, 100% dos domicílios que visitados a água consumida pelos moradores não era fornecida pela prefeitura ou por órgão sob a sua responsabilidade.

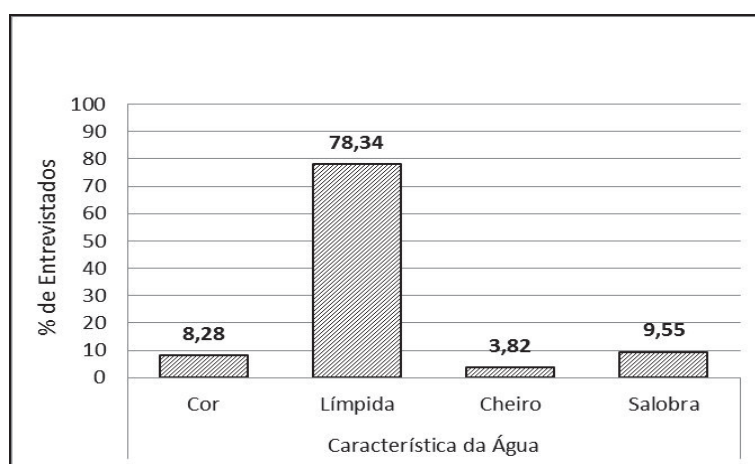


**Figura 5:** Tipo de Abastecimento de Água em São Francisco de Itabapoana.  
**Fonte:** Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE)

**Pergunta 2:** Qual a característica da água utilizada?

Essa pergunta teve como objetivo verificar se a água consumida possuía algum tipo de característica visual como cor, cheiro ou se aparentava ser límpida.

Analisando os resultados, foi observado que a maioria dos entrevistados, cerca de 78,34%, responderam que a água consumida era aparentemente límpida, 9,55% responderam no campo “outros”, que a água consumida era salobra como pode ser verificado na figura 6. Dado que corrobora com as análises realizadas em laboratório, onde 29,94 % das amostras coletadas possuíam uma salinidade acima de 0,5% ultrapassando o padrão para a água doce e o consumo humano. Por outro lado, alguns moradores (8,28%) disseram que em certos períodos ocorre uma coloração “avermelhada” na água e que muitas vezes aparenta ser ferrugem.



**Figura 6:** Característica da água consumida.

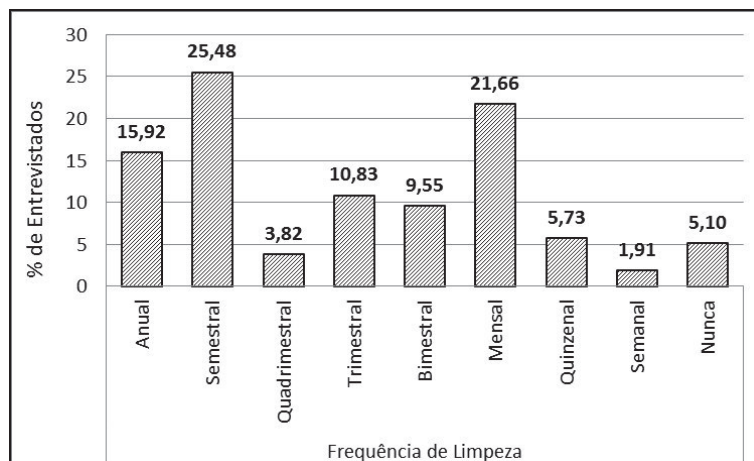
**Pergunta 3:** Com qual frequência é feita a limpeza da caixa d'água?

Segundo a Cartilha sobre Boas Práticas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para serviços de alimentação, a caixa d'água deve ser lavada e desinfetada (higienizada) no mínimo a cada 6 meses (ANVISA, 2004).

Silva 2007, afirma em seu trabalho que após a limpeza, deve-se, encher a caixa com água e colocar 1 litro de água sanitária para cada 1000 litros de água, esperar por 4 horas, esgotar a caixa novamente e reenche-la para poder usar a água normalmente.

Após análise dos resultados desta pergunta, verificou-se que, a maioria dos entrevistados realiza a limpeza da caixa d'água com a frequência correta estipulada pela ANVISA como ideal. Pode-se observar que apenas 15,92% dos entrevistados responderam que realizam a limpeza anualmente e outros 5,10% nunca fazem a limpeza do compartimento (Figura 7).





**Figura 7:** Frequência de limpeza da caixa d'água.

Ao realizar as coletas na localidade de Gargaú, foi verificado um sistema rudimentar de filtragem da água que é captada do poço, como visualizado na figura 8. Neste caso em especial foi coletada a água diretamente no poço e uma coleta na saída do filtro em questão, para ser analisada a eficiência do filtro.



**Figura 8:** Sistema rudimentar de filtragem de água.

A tabela 1 a seguir representa os resultados das análises realizadas para a água do filtro rudimentar, onde pode ser observado que o pH não obteve uma alteração considerável, o valor da Unidade de Turbidez aumentou de 11,19 da amostra não filtrada para 21,96 da amostra filtrada, a concentração de cloro não teve diferença significativa, os valores para coliformes totais e termotolerantes não obtiveram diferenças significativas, porém não mostraram eficiência no tratamento da água.

É importante ressaltar que apenas a limpeza nas frequências corretas não é o suficiente para que seja garantida a qualidade da água que será consumida, para tal fato, a ANVISA 2004, explica em sua cartilha que a caixa d'água deve estar conservada, tampada, sem rachaduras, vazamentos, infiltrações e descascamentos.

**Tabela 1:** Comparativo entre a água filtrada e não filtrada.

	pH	Turbidez	Cloro	Salinidade	Coliformes Totais	Coliformes Termotolerantes
<b>Não Filtrada</b>	6,79	11,19	0,02	1	50	45
<b>Filtrada</b>	6,74	21,96	0,03	1,5	53	42,3

**Pergunta 4:** A residência possui tratamento para esgoto sanitário?

Segundo Madeira (2010), para qualquer país, a eficiência, a qualidade e a universalidade dos serviços de saneamento básico são fundamentais para a qualidade de vida da população. Esse setor tem impactos diretos sobre a saúde pública, o meio ambiente e o desenvolvimento econômico de um país. Nesse contexto, um aumento dos investimentos no setor pode ser considerado como parte de uma estratégia de amplo desenvolvimento econômico e social.

Após visualizar as respostas dos entrevistados, todas as 21 localidades visitadas no município, não possuíam tratamento de esgoto. Machado (2007), diz que em Gargaú, (Localidade de São Francisco de Itabapoana) os domicílios ali presentes não possuem rede de coleta de esgoto, utilizando fossas sépticas ou fossas negras ou até mesmo despejando os efluentes diretamente no mangue e em seus canais.

Segundo Silva *et al.*(2003), durante o processo da perfuração de poços de coleta de água, devem ser atendidos alguns critérios como a distância mínima de 30m de fossas negras, áreas que contenham lixo, aterros ou esgotos, evitando instalar um poço próximo ao outro visando que o volume de água não fique comprometido, objetivando que a população não sofra com o uso e consumo da água contaminada devido à ausência de uma infraestrutura adequada.

Nas visitas realizadas nos domicílios, foram observados que na maioria delas, as condições de higiene e saúde do ambiente, onde as fossas estavam presentes possuíam péssimas condições, como visto na figura 9. Nesta foto pode-se observar que a fossa não possui uma parede de contenção, possibilitando a entrada de água da chuva e um possível alagamento e extravasamento do material depositado.



**Figura 9:** Local de instalação da fossa de captação de esgoto.

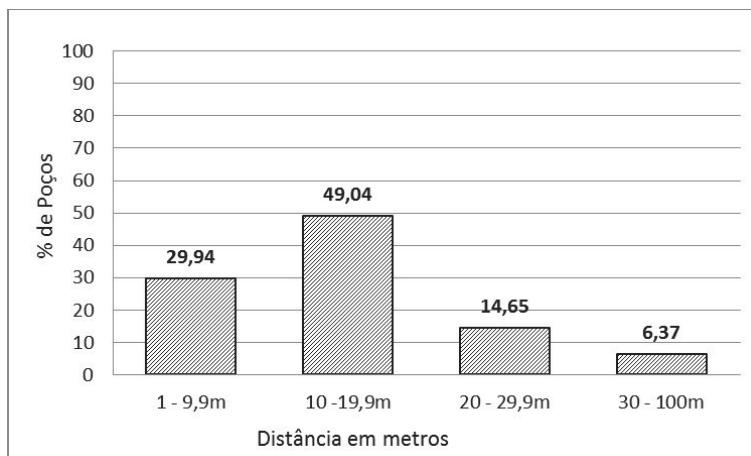
**Pergunta 5:** Quantos metros entre a fossa e fonte d'água?

Na análise dos dados foi observado que a distância dos poços em relação às fossas teve uma grande variação, entre 3 e 100 m e distância média em torno de 17 m.

É importante ressaltar que em todas as residências analisadas, o meio de disposição final de dejetos sanitários é a fossa negra, pois na maior parte do município não dispõe de esgotamento sanitário, o que pode contribuir para a contaminação. Segundo Camargo (2009), a pouca distância entre fossas e poços pode ser considerada um dos grandes causadores do alto índice de contaminação, indicando que o lençol freático pode estar contaminado.

Diante do gráfico da figura 10, podemos observar que apenas 6,37% dos poços analisados possuíam distância superior ou igual a 30m em relação à fossa de dejetos sanitários.

O escoamento das águas superficiais e as distâncias inferiores a 30m em relação às fossas negras facilita a contaminação dos poços de abastecimento (CAMARGO, 2009).

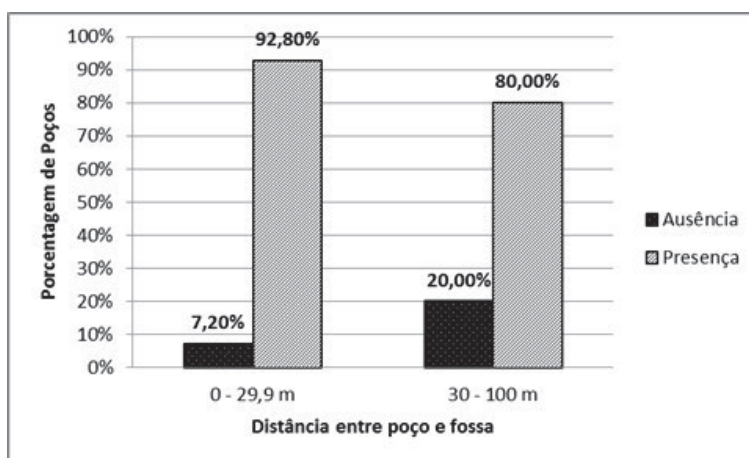


**Figura 10:** Distância entre o poço e a fossa.

- Relação entre a distância da fossa, poço e os resultados de Coliformes Totais.

A relação entre coliformes totais e a distância da fossa ao poço de coleta d'água, obteve para a distância entre 0 e 29,9m cerca de 7,2% das amostras ausentes de coliformes totais, para a distância de 30 a 100m houve um aumento para 20% nas amostras ausentes de coliformes totais. A presença de coliformes totais nos poços com distâncias de 0 a 29,9m foi de cerca de 92,8% e a presença deste contaminante nos poços com distâncias entre 30 e 100m diminuiu para 80%, conforme verificado na figura 11.

É notório que a distância entre o poço e a fossa de dejetos sanitários, influencia na presença ou ausência de coliformes totais nos poços de captação de água, porém, não é apenas essa distância que determina o aparecimento deste contaminante, outros aspectos como: preservar o poço com tampa bem vedada para evitar a entrada de animais que possam contaminar o meio, verificar a distância entre o poço e locais de armazenamento de lixo, preservar limpo o solo próximo ao poço, verificar distância dos currais de animais na propriedade e o poço, também pode influenciar na qualidade da água.



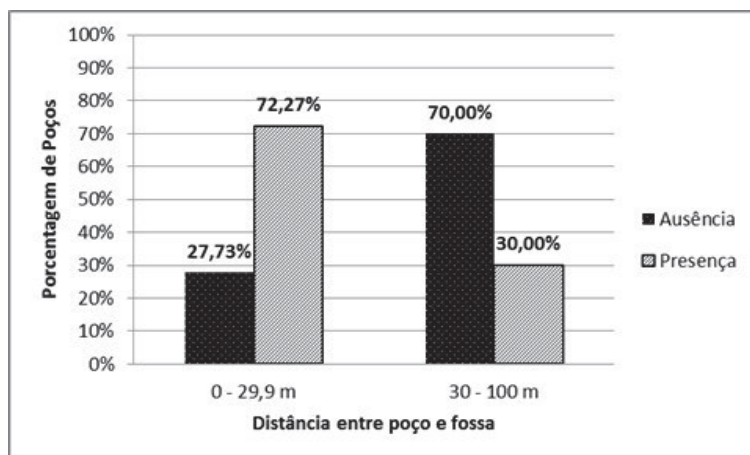
**Figura 11:** Relação entre a distância da fossa, poço e resultados de Coliformes Totais.

- Relação entre a distância da fossa, poço e os resultados de Coliformes Termotolerantes.

Visualizando o gráfico da figura 12, nos poços que possuíam distância entre 0 e 29,9m ocorreram ausência de coliformes termotolerantes em cerca de 27,73% das amostras, e em 72,27% das amostras ocorreram presença deste contaminante. Para os poços que possuíam distância entre 30 e 100m da fossa, cerca de 70% das amostras coletadas estavam ausentes de contaminação por coliformes fecais ou termotolerantes, sendo assim, cerca de 30% das amostras dos poços com distância entre 30 e 100m da fossa, continham este tipo de contaminação por microrganismos termotolerantes.

Foi observada uma correlação entre a presença de coliformes termotolerantes e a distância entre o poço e a fossa. Quanto menor a distância do poço para a fossa, maiores foram às chances de contaminação por coliformes termotolerantes.

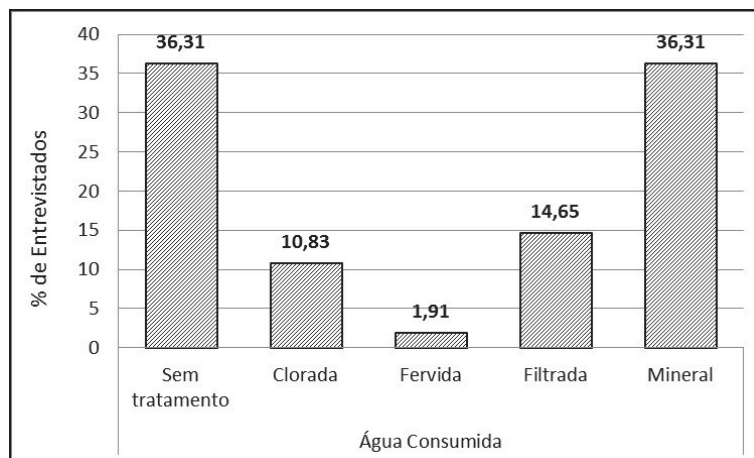
Dessa forma, a contaminação do aquífero através das fossas oferece um risco muito grande à comunidade local que utiliza água dos poços muito próximos destas fontes de contaminação.



**Figura 12:** Relação entre a distância da fossa, poço e resultados de Coliformes Termotolerantes.

**Pergunta 6:** A água consumida é clorada, mineral, sem tratamento, outros?

Ao analisar esta pergunta foi verificado que cerca de 36,31% dos domicílios visitados a água consumida não possui nenhum tipo de tratamento prévio antes da sua utilização, assim, 10,83% dos entrevistados disseram que fazem a cloração da água antes do consumo, 1,91% dos domicílios fazem o procedimento de ferver a água, 14,65% disseram que utilizam algum método de filtração e 36,31% responderam que a água consumida é mineral e que a água do poço da residência seria utilizada apenas para banho e para o cozimento de alimentos (Figura 13).



**Figura 13:** Tipo de água consumida.

Segundo Macedo (2007), muitos dos microrganismos patogênicos oportunistas que causam doenças aos humanos pelo consumo da água possuem sensibilidade a desinfetantes clorados e diminuem o tempo de sobrevivência quando em contato com o desinfetante.

#### **Pergunta 7:** Quantas pessoas vivem na residência?

Ao analisar os dados recolhidos nos questionários, foi verificado que dos 157 domicílios que foram visitados, vivem um total de 569 pessoas e possui uma média de 3,67 pessoas em cada residência. Este resultado mostra que o número médio de pessoas que residem no mesmo domicílio no município é maior que a média Brasileira, segundo o último censo Brasileiro realizado em 2010. O IBGE (2010) constatou que, entre os censos de 2000 e 2010, o número de pessoas que moram no mesmo domicílio diminuiu. No período, o número médio de pessoas em cada casa passou de 3,79 para 3,34. Embora a população tenha crescido, o instituto destaca que o número de domicílios no Brasil aumentou.

Com as menores taxas de fecundidade e as maiores proporções de idosos na população, o Rio de Janeiro e o Rio Grande do Sul têm menos moradores por residência, média de 3,06 e 2,99, respectivamente. O Amazonas é um dos estados com mais moradores por habitação: 4,43. Assim, o município de São Francisco de Itabapoana possui uma média maior (3,67) que a do estado do Rio de Janeiro (3,06).

#### **Pergunta 8:** Qual a renda da família?

Segundo o estudo Trata Brasil da FGV (2007), São Francisco de Itabapoana apresenta a menor taxa de acesso à rede coletora de esgoto, assim como a maior taxa de miséria do estado. O estudo aborda também que São Francisco de Itabapoana mostra uma relação entre a insuficiência de renda e de saneamento básico entre as famílias.

Em estudo realizado pelo SEBRAE em 2011, a apuração dos dados mostrou que o município apresenta o universo de 6.907 domicílios, sendo que 36,8% deles são de famílias pertencentes à Classe Econômica “C2” que possuem renda familiar mensal em torno de R\$ 950,00.

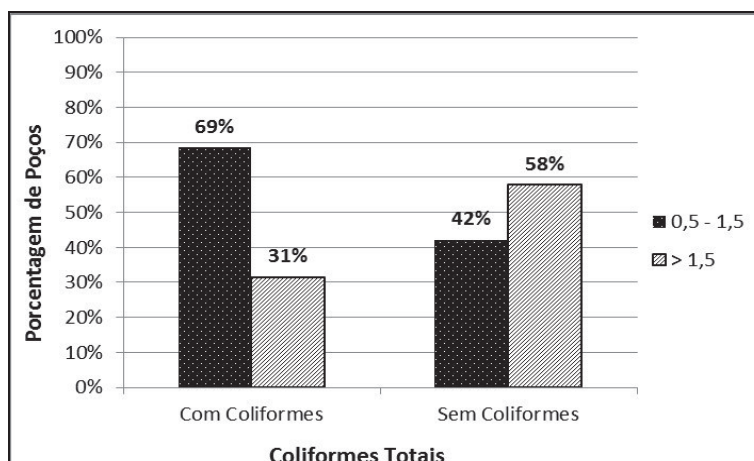
No dia 26 de dezembro de 2012 o salário mínimo foi oficializado através do Decreto 7.872 publicado na edição do Diário Oficial com o valor de R\$ 678,00 e a tabela 2 a seguir mostra que 84 domicílios visitados no município possuem um salário (1) de renda familiar.

**Tabela 2:** Salário médio \ Número de Domicílios.

Salário Médio	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	4,5	6	10
Número de Domicílios	17	84	2	33	3	12	2	1	1	1

- Relação entre Coliformes Totais e renda familiar.

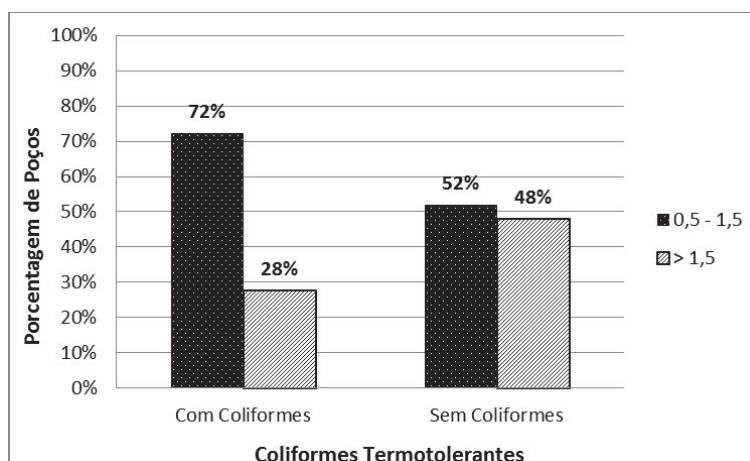
Visando um melhor entendimento e baseando-se nos dados recolhidos nos questionários, julgou-se necessário fazer uma correlação entre os resultados das análises para coliformes totais e a renda familiar de cada domicílio. Assim, pôde-se verificar que em domicílios em que a família possuía uma renda entre 0,5 e 1,5 salários, a taxa de residências com água de poço contaminada com Coliformes Totais foi de 69%. Quando os resultados das análises para Coliformes Totais foram relacionadas com famílias de maior renda (maior que 1,5 salários), a taxa de residências que a água do poço possuía contaminação com coliformes totais caiu para 42% e, portanto, as residências não contaminadas passaram de 31% para 58% como pode-se verificar no gráfico da figura 14.



**Figura 14:** Relação entre coliformes totais e a renda familiar.

- Relação entre Coliformes Termotolerantes e renda familiar.

Ao verificar o gráfico da figura 15, pôde-se confirmar uma relação similar a anterior, visto que, em domicílios que a família possui uma renda entre 0,5 e 1,5 salários, a taxa de residências com água de poço contaminada com Coliformes Termotolerantes foi de 72%. Quando os resultados das análises para coliformes termotolerantes foram relacionados com famílias de maior renda (maior que 1,5 salários), a taxa de residências que a água do poço possuía contaminação com este contaminante caiu para 52% e, portanto, as residências não contaminadas passaram de 28% para 48%.



**Figura 15:** Relação entre coliformes termotolerantes e a renda familiar.

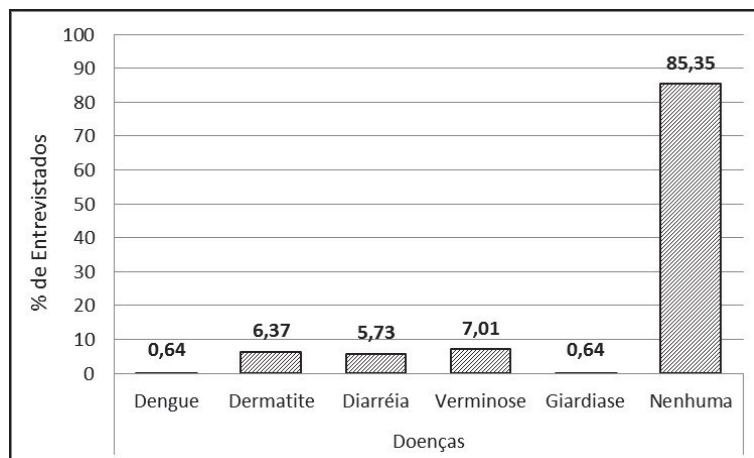
**Pergunta 9:** Quais doenças já foram contraídas pelos membros da família?

Ao analisar o gráfico da figura 16 foi verificado que a maior parte dos entrevistados declarou não ter contraído doenças que são veiculadas pela água ou por vetores que nelas se proliferam.

Em estudos realizados no Norte Fluminense por Villar *et al.* (2008), foram verificadas que muitas pessoas não sabiam que a ingestão de água contaminada pode ocasionar doenças como hepatites, gastroenterites, ou que o contato físico com água contendo miracídeos pode levar à transmissão da esquistossomose, e cita que em outro estudo a maioria dos indivíduos desconhecia que vetores e água podem ocasionar doenças graves, por vezes com êxito fatal, fato pelo qual se pode atribuir o alto índice de respostas (Nenhuma) dado pelos entrevistados, na pergunta sobre as doenças já contraídas pelos moradores.

Tucci (2008) relatou em seu trabalho que doenças como diarreia são a principal causa de mortalidade infantil. Segundo Abrantes e Silveira (2009), uma elevada percentagem das doenças que afetam os humanos e que causam a sua morte está associada à deficiente qualidade da água e de saneamento, sendo os principais afetados as sociedades mais pobres e as crianças com idade inferior a 5 anos. Uma das doenças citadas neste estudo foi a Criptosporidiose, que é causada por um protozoário do gênero *Cryptosporidium*, que se aloja no aparelho gastrointestinal do hospedeiro, provocando sintomas como diarreia, dores abdominais, perda de apetite, náuseas e vômitos. A transmissão ocorre através do contato com fezes contaminadas, ou indiretamente, por água ou comida contaminada.





**Figura 16:** Doenças contraídas por membros da família.

**Pergunta 10:** A localidade possui atendimento médico?

Segundo dados do SCNES (2010), o município de São Francisco de Itabapoana possui apenas 1 hospital e 20 Unidades Básicas de Saúde públicas, distribuídos pelo município para atender toda sua população (Figura 17).

Número de estabelecimentos por tipo de prestador segundo tipo de estabelecimento Dez/2009					
Tipo de estabelecimento	Público	Filantropico	Privado	Sindicato	Total
Central de Regulação de Serviços de Saúde	-	-	-	-	-
Centro de Atenção Hemoterápica e ou Hematológica	-	-	-	-	-
Centro de Atenção Psicossocial	-	-	-	-	-
Centro de Apoio a Saúde da Família	-	-	-	-	-
Centro de Parto Normal	-	-	-	-	-
Centro de Saúde/Unidade Básica de Saúde	20	-	-	-	20
Clinica Especializada/Ambulatório Especializado	1	-	-	-	1
Consultório Isolado	-	-	2	-	2
Cooperativa	-	-	-	-	-
Farmácia Medic Excepcional e Prog Farmácia Popular	-	-	-	-	-
Hospital Dia	-	-	-	-	-
Hospital Especializado	-	-	-	-	-
Hospital Geral	1	-	-	-	1
Laboratório Central de Saúde Pública - LACEN	-	-	-	-	-
Policlínica	-	-	1	-	1
Posto de Saúde	-	-	-	-	-
Pronto Socorro Especializado	-	-	-	-	-
Pronto Socorro Geral	2	-	-	-	2
Secretaria de Saúde	1	-	-	-	1
Unid Mista - atend 24h: atenção básica, intern/urg	-	-	-	-	-
Unidade de Atenção à Saúde Indígena	-	-	-	-	-
Unidade de Serviço de Apoio de Diagnose e Terapia	-	-	3	-	3
Unidade de Vigilância em Saúde	1	-	-	-	1
Unidade Móvel Fluvial	-	-	-	-	-
Unidade Móvel Pré Hospitalar - Urgência/Emergência	-	-	-	-	-
Unidade Móvel Terrestre	1	-	-	-	1
Tipo de estabelecimento não informado	-	-	-	-	-
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>-</b>	<b>6</b>	<b>-</b>	<b>33</b>

**Figura 17:** Tipos de serviço médico em São Francisco de Itabapoana.

**Fonte:** <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0201>

Ao aplicarmos os questionários, foi verificado que apenas 57,32% dos entrevistados possuíam algum tipo de atendimento de saúde. Porém, muitas das localidades não existiam posto algum, pois a comunidade deveria se locomover até a localidade vizinha para receber atendimento médico. Muitos dos moradores mais afastados dos postos de saúde declararam não possuir atendimento médico próximo as suas residências, recorrendo muitas das vezes para métodos caseiros de medicação, refletindo então ao alto índice de não atendimento médico.

## 2.4 CONCLUSÕES

No presente trabalho, avaliou-se a qualidade da água consumida pelos moradores das localidades de São Francisco de Itabapoana - RJ que não recebiam água encanada em suas casas.

Visando o entendimento sobre a gestão da água consumida nos domicílios, foi aplicado um questionário socioambiental que trouxe uma visão além das análises realizadas em laboratório. De acordo com as respostas pode-se concluir que 100% das residências visitadas não possuía água fornecida por uma companhia e que a água captada era de reservatórios produzidos artesanalmente dentro da própria propriedade.

Foi verificado que em todas as localidades visitadas faziam o uso de fossas negras e/ou sumidouros para destino do esgoto doméstico. Em algumas residências, o esgoto era jogado em áreas abertas de pastagem ou próximos a córregos. Além disso, foi verificado que a proximidade de fossas junto aos poços ou em áreas mais altas tem levado à contaminação por coliformes.

A água subterrânea apresentou parâmetros fora do padrão de potabilidade em todas as localidades, em função da falta de manutenção dos poços e das irregularidades na construção, como perfuração feita próxima a fossa, entre outras. Os parâmetros microbiológicos analisados demonstraram que 128 domicílios continham poços contaminados com coliformes totais, e dentre as áreas mais contaminadas, deve-se ressaltar a localidade de Guaxindiba, por ser uma área mais povoada do município, e pelo fato das fossas serem rudimentares, representa uma tendência à contaminação por coliformes totais. Para o parâmetro Coliformes Termotolerantes cerca de 64,63% das amostras apresentavam contaminação, indicando a infecção por material fecal e precárias condições higiênico-sanitárias, não sendo aceitável para o consumo humano.

Pode-se concluir que a maioria dos entrevistados faz a limpeza da caixa d'água na frequência correta, mas que somente a frequência não é suficiente para garantir a qualidade da água ali armazenada.

A correlação entre a distância da fossa e o poço de coleta de água concluiu que ocorre uma tendência a contaminação por coliformes totais e termotolerantes quando essa distância é inferior a 30 metros. Com relação à renda familiar, conclui-se que a maioria vive com um salário mínimo e mostra uma relação entre a insuficiência de renda e de saneamento básico entre as famílias. Não foram relatados muitos casos de doenças que podem ser relacionadas ao consumo da água contaminada e a maior parte das localidades não possuem atendimento médico durante todo ano.

Por fim, pode-se concluir que é precário o saneamento dessas localidades e que a saúde dos residentes e consumidores da água subterrânea está altamente comprometida. O governo municipal deve intervir de forma contundente e eficaz nestas localidades, a fim de zelar pela qualidade e saúde dos moradores. Instituições de ensino devem propor soluções para apoiar de forma educacional o gerenciamento correto da água subterrânea para o consumo humano.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANTES, P; SILVEIRA, H. **Alterações climáticas na Europa: efeito nas doenças parasitárias humanas.** Alterações climáticas, vol. 27, n.02 jul /dez 2009.

ANVISA. **Cartilha sobre Boas Práticas para serviços de alimentação.** Resolução-RDC nº 216/2004.

PNUD, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas de Desenvolvimento Humano de 2003.** Acessado em 04 de maio de 2013

BRASIL, Ministério da Saúde - Portaria Nº 2914 DE 12/12/2011 (Federal), 2011.

CAMARGO, M. F; PALOUSSO, L.V. **Avaliação qualitativa da contaminação microbiológica das águas de poços no município de Carlinda – MT.** Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina, v. 30, n. 1, p. 77-82, jan./jun. 2009.

EATON, Andrew D.; CLESCERI, Lenore S.; RICE Eugene W.; GREENBERG Arnold E.. **Standard Methods for the Examination of water & wastewater** 21 Ed. [S.L.]: Apha, 2005.

FGV/CPS, **Mapa da Fome II.** Brasil 2003.

FGV/CPS, **Pesquisa Trata Brasil: Saneamento e Saúde.** Brasil 2007.

FIPERJ – Fundação Instituto de Pesca do Estado do Rio de Janeiro Estado do Rio de Janeiro, **Relatório de visita e avaliação do acidente ambiental no rio Paraíba do Sul, trecho entre São Fidélis e São João da Barra,** 12 de dezembro de 2008.

IBGE, Disponível em <http://www.censo2010.ibge.gov.br>, acessado em 04 de agosto de 2012. BRASIL 2010.

LINS, B.L.A. & NASCIMENTO, M.T, **Fenologia de Paratecoma peroba (Bignoniaceae) em uma floresta estacional semidecidual do norte fluminense, Brasil.** Rodriguésia 61(3): 559-568. 2010.

MACEDO, J.A.B. **Águas e Águas. Doenças de Veiculação Hídrica e Alimentar.** 2007.

MACHADO J.A, JUNIOR, O.A.M, Terra, R.P. **Salubridade ambiental em área de ocupação espontânea na microrregião de Gargaú, São Francisco de Itabapoana, Rio de Janeiro.** Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu - MG, 23 a 28 de Setembro de 2007.

MADEIRA, R. F. **O setor de saneamento básico no Brasil e as implicações do marco regulatório para a universalização do acesso.** Revista do BNDES 33, junho 2010.

SCNES - Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde, **Estabelecimento de Saúde do Município: São Francisco de Itabapoana**. 2010

SEBRAE, **Informações Socioeconômicas do Município de São Francisco de Itabapoana**. Rio de Janeiro, 2011.

SILVA A. P. **Avaliação Das Condições Higiênico-Sanitárias Da Água Consumida No Município De São Gonçalo**. Rio de Janeiro, 2007.

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.

TCE - Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro, **Estudo socioeconômico de São Francisco de Itabapoana**, 2006.

TUCCI, C. E. M. **Águas urbanas**. Estudos avançados 22 (63), 2008.

VILLAR, L.M; ALMEIDA, A.J; LIMA, M.C.A; ALMEIDA, J.L.V; SOUZA, L.F.B; PAULA, V.S. **Percepção ambiental no Noroeste Fluminense**. Esc Anna Nery Rev Enferm; 12 (3): 537-43. set 2008.

WERNECK, L.G. FULGENCIO, A.G. SALES, C.W. **Conjuntura dos Recursos Hídricos do Município de São Francisco de Itabapoana, RJ**. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 6 n. 1, p. 69-83, jan. / jun. 2012.

### 3. ARTIGO CIENTÍFICO II

#### **Uso de Ferramenta SIG para Subsidiar a Análise da Qualidade da Água de Poços Rasos em São Francisco de Itabapoana – RJ<sup>2</sup>**

##### **RESUMO**

A água é um recurso finito e de fundamental importância para a vida de todas as espécies, e seu monitoramento constante é importante para uma vida saudável, uma vez que sua qualidade é essencial à manutenção da vida. Na cidade de São Francisco de Itabapoana – RJ, assim como em outras regiões do País, a falta de abastecimento na zona urbana e rural tem sido solucionada muito mais através da perfuração de poços que da adoção de medidas gerenciais capazes de reduzir as perdas e aperfeiçoar os sistemas existentes. O objetivo deste trabalho foi analisar e mapear através do uso de ferramenta Sistemas de Informações Geográficas - SIG a qualidade da água subterrânea consumida nas localidades de São Francisco de Itabapoana, e verificar se está em conformidade com os padrões de potabilidade para água de consumo humano. Para isso, foram estudadas vinte e uma localidades e analisados os parâmetros físico-químicos: Potencial Hidrogeniônico (pH), turbidez, cloro total, salinidade e os parâmetros microbiológicos: coliformes totais e coliformes termotolerantes. Assim, os resultados revelaram uma grande contaminação por

---

<sup>2</sup> A ser submetido na Revista da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas – ABAS.

coliformes totais e termotolerantes em grande parte do município e que os parâmetros físico-químicos em muitas localidades estão fora do padrão de qualidade da água de consumo humano. Com os resultados pôde-se concluir que existe uma precariedade no saneamento urbano e rural do município.

**Palavras-Chave:** Água Subterrânea, SIG, Mapeamento, Qualidade da Água.

*Use of GIS Tool for Subsidizing the Analysis of Groundwater Quality of shallow wells in São Francisco de Itabapoana – RJ*

#### **ABSTRACT**

Water is a finite resource and of fundamental importance for the life of all species, and its constant monitoring is important for a healthy life, since their quality is essential to the maintenance of life. In the city of São Francisco de Itabapoana - RJ as well as in other regions of the country, the lack of water supply in urban and rural areas has been solved much more by drilling wells than the adoption of management measures able to reduce the loss and improve existing systems. The aim of this study was to analyze and map by using GIS tool the quality of groundwater consumed in the localities of São Francisco de Itabapoana, and verify that it is in accordance to the standards for drinking water for human consumption. For this, we studied twenty-one locations and analyzed the physico-chemical parameters: pH, turbidity, total chlorine, salinity and microbiological parameters: total coliforms and

fecal coliforms. Thus, the results revealed a large contamination with total and thermotolerant coliforms largely on the municipal district and that the physicochemical parameters in many localities are outside the standard of water quality for human consumption. With the obtained results, it was concluded that there is a precarious sanitation in urban and rural municipal district.

**Keywords:** Groundwater, GIS, Mapping, Water Quality.



### 3.1 INTRODUÇÃO

O consumo de água dentro dos padrões de potabilidade adequados é uma questão relevante de saúde pública no Brasil e no mundo, além de constituir-se uma ação eficaz na prevenção de doenças veiculadas pela água.

O uso da água em suas diversas formas geram conflitos em razão de sua multiplicidade e finalidade distintas, as quais demandam quantidades e qualidades diferentes. O uso da água para abastecimento público, hidroeletricidade, agricultura, transporte, recreação, turismo, disposição de resíduos e indústria, todos esses usos podem vir a ser conflitantes, gerando tensões que em muitos casos são resolvidas nos tribunais (Tundisi, 2003).

Segundo a Agência Nacional de Águas – ANA (2012), a qualidade das águas é representada por um conjunto de características, geralmente mensuráveis, de natureza química, física e biológica. Sendo um recurso comum a todos, foi necessário, para a proteção dos corpos d'água, instituir restrições legais de uso. Desse modo, as características físicas e químicas da água devem ser mantidas dentro de certos limites, os quais são representados por padrões, valores orientadores da qualidade de água, dos sedimentos e da biota.

Com a crescente contaminação das águas da superfície, a água subterrânea ganha uma enorme importância e passam a exercer um maior destaque como fonte de abastecimento, constituindo uma grande reserva de água doce do planeta, em virtude da sua abundância e qualidade. Contudo, as águas subterrâneas estão sendo contaminadas com o uso abusivo de agrotóxicos, fertilizantes, fossas, lixões e

principalmente por depósitos subterrâneos de produtos químicos e combustíveis (Kulkamp *et al.*, 2002).

Assim, trabalhos que envolvem o planejamento ou o gerenciamento ambiental requerem uma boa análise da área de interesse, o qual deve abranger a caracterização fisiográfica, biológica e humana do local ou região, bem como as inter-relações entre esses fatores, possibilitando a compreensão de sua dinâmica (PEREIRA *et al.*, 2004). Para melhor entender esses trabalhos e projetos, a construção de mapas utilizando ferramentas de SIG têm incorporado uma crescente variedade de funções. Em especial, apresentam mecanismos sofisticados para manipulação e análise espacial de dados, permitindo uma visualização bem mais intuitiva dos dados do que a obtida através de relatórios e gráficos convencionais (MOURA *et al.*, 2010).

O Geoprocessamento é uma área de conhecimento que reúne recursos computacionais, com o objetivo de manipular informações geográficas, que influencia diversas áreas como a Engenharia Ambiental, Biologia, Cartografia, Análise de Recursos Naturais, Transportes, Comunicações, Energia e Planejamento Urbano e Regional entre outras (OLIVEIRA *et al.*, 2004). A coleta de informações relacionadas com o espaço geográfico, por exemplo, a distribuição territorial de recursos minerais, propriedades, animais e vegetação, sempre foram uma parte importante das atividades das sociedades organizadas e suas instituições científicas. Até recentemente, no entanto, isto era feito apenas em mapas e documentos em papel. Sendo assim, as informações eram geralmente de fácil

acesso e manipulação, mas dificultavam uma análise que combinasse diversos mapas e dados. O desenvolvimento da tecnologia de computadores e de ferramentas matemáticas para análise espacial, que ocorreu na segunda metade do século XX, abriu possibilidades diversas, entre elas a habilidade de armazenar, recuperar e combinar os dados disponíveis sobre um território (MOURA *et al.*, 2010). A possibilidade de utilizar essa ferramenta para visualizar e manipular, de forma separada ou conjunta, os diferentes tipos de camadas (layers ou planos de informação) representa um dos grandes avanços desses trabalhos, sendo uma das principais contribuições dessa tecnologia. Essa é uma das razões que permite que o geoprocessamento seja interdisciplinar, ganhando espaço nas áreas de pesquisa e no mercado.

Em países de grandes dimensões e com carência de informações adequadas para tomada de decisões sobre problemas urbanos e ambientais, o Geoprocessamento apresenta um enorme potencial, principalmente se for utilizado com tecnologias de custo relativamente baixo (PIROLI, 2007).

Tendo em vista a busca por água de qualidade e com valor acessível, muitos moradores de São Francisco de Itabapoana têm preferido usar água de poço. Entretanto, essa água nem sempre é de qualidade, ou seja, não está dentro dos padrões de potabilidade exigidos por lei. Baseado nestas informações é necessário mapear a qualidade da água em uso na área urbana e rural de São Francisco de Itabapoana e alertar à população a cerca dos riscos a saúde, do consumo deste tipo de água.

O município de São Francisco de Itabapoana apresenta um dos piores índices de desenvolvimento humano, ocupando a 90ª posição no critério do Índice de Desenvolvimento Humano - IDH estadual (IBGE, 2010). Dessa forma, torna-se muito importante para a região, qualquer avaliação sobre os índices de qualidade das águas do subsolo, mostrando sua adequabilidade ao padrão de uso para abastecimento humano.

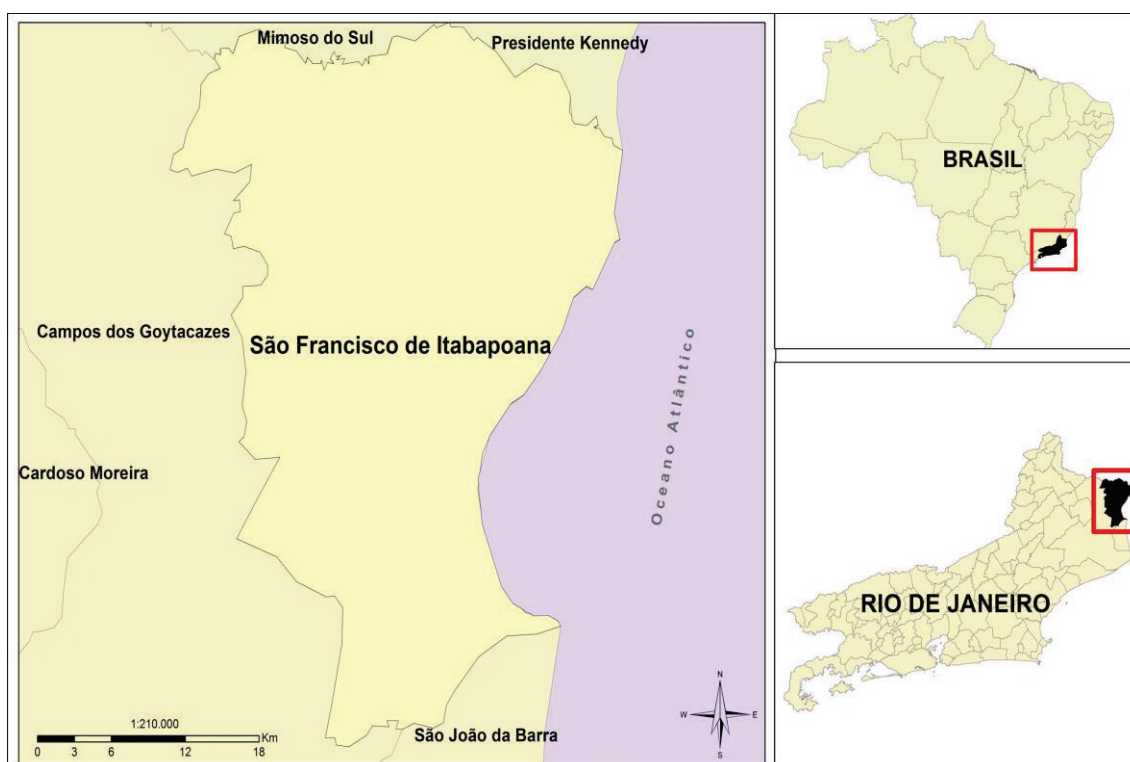
Este trabalho possui como objetivo geral a avaliação da qualidade da água subterrânea por meio de investigação direta de poços, analisando e mapeando as áreas de interesse com auxílio de ferramentas de Sistema de Informações Geográficas.

Especificamente, o presente estudo teve como objetivo caracterizar águas subterrâneas na área de influência urbana e rural de São Francisco de Itabapoana – RJ; classificar a água dos poços de monitoramento, baseando-se em análises físico-químicas da água subterrânea; correlacionar os resultados das análises com os parâmetros: turbidez, pH, salinidade, cloro total, coliformes totais e coliformes termotolerantes; elaborar Mapas Temáticos para cada parâmetro através da análise espacial dos dados obtidos.

### **3.1.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

O município de São Francisco de Itabapoana foi emancipado em janeiro de 1995, e localiza-se região norte do Estado do Rio de Janeiro fazendo fronteira com os

municípios da chamada Bacia de Campos (Figura 18). No ano 2010, segundo o Censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010), a população total era de 41.354 habitantes, distribuída em uma área de 1.222,3 km<sup>2</sup>, possuindo a segunda maior área territorial do estado.



**Figura 18:** Mapa de Localização da área de estudo: Município de São Francisco de Itabapoana.

Segundo Werneck *et al*, (2012) a economia do município é basicamente dependente da agropecuária e pesca artesanal, e uma forte presença da exploração familiar com baixa inversão tecnológica. O município possui exploração de areias monazíticas pelas Indústrias Nucleares Brasileiras (INB), três pequenas indústrias de engarrafamento de suco de maracujá e pequenos estaleiros para a construção de embarcações pesqueiras de madeira. Em 2010 um parque gerador de energia

eólica, com 17 torres, foi implantado na localidade de Gargaú, pois na região há forte ocorrência de ventos marinhos.

Segundo o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE (2011) a maioria da população encontra-se na faixa etária entre 30 e 49 anos, seguida pela faixa de 50 ou mais anos e uma participação masculina superior à feminina.

No que se refere à educação, no estudo realizado pelo Tribunal de Contas do Estado do Rio de Janeiro (TCE, 2011), o número total de matrículas nos ensinos infantil, fundamental e médio de São Francisco de Itabapoana, em 2009, foi de 11.203 alunos, e em 2010, esse número caiu para 10.871, apresentando variação de -3,0% no número de estudantes.

### **3.1.2 USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS**

Segundo Gomes & Suzuki (2008), em toda sua área territorial, o município possuía em 2001 cerca de 49,4% de campos de pastagem utilizada para atividade pecuária leiteira, 9,5% do território era utilizado efetivamente para a produção agrícola e 9,6% da área era composta por formações florestais de Mata Atlântica. No mapa da Figura 19 pode-se observar o último fragmento significativo de Mata Atlântica Estacional de Tabuleiros no Estado do Rio de Janeiro, que hoje é conhecida como a Estação Ecológica Estadual de Guaxindiba – EEEG compreendendo uma área de 3260 ha, sendo 1200 ha de Floresta Estacional Semidecidual de Terra Baixas (LINS

& NASCIMENTO, 2007). A Estação Ecológica é também conhecida no município, como Mata do Carvão, devido à grande quantidade de fornos de carvão que existiam no seu interior (Werneck *et al.*, 2012). Cerca de 18,5 % da área total é composta por vegetação secundária e apenas 6,3% é de área urbana.

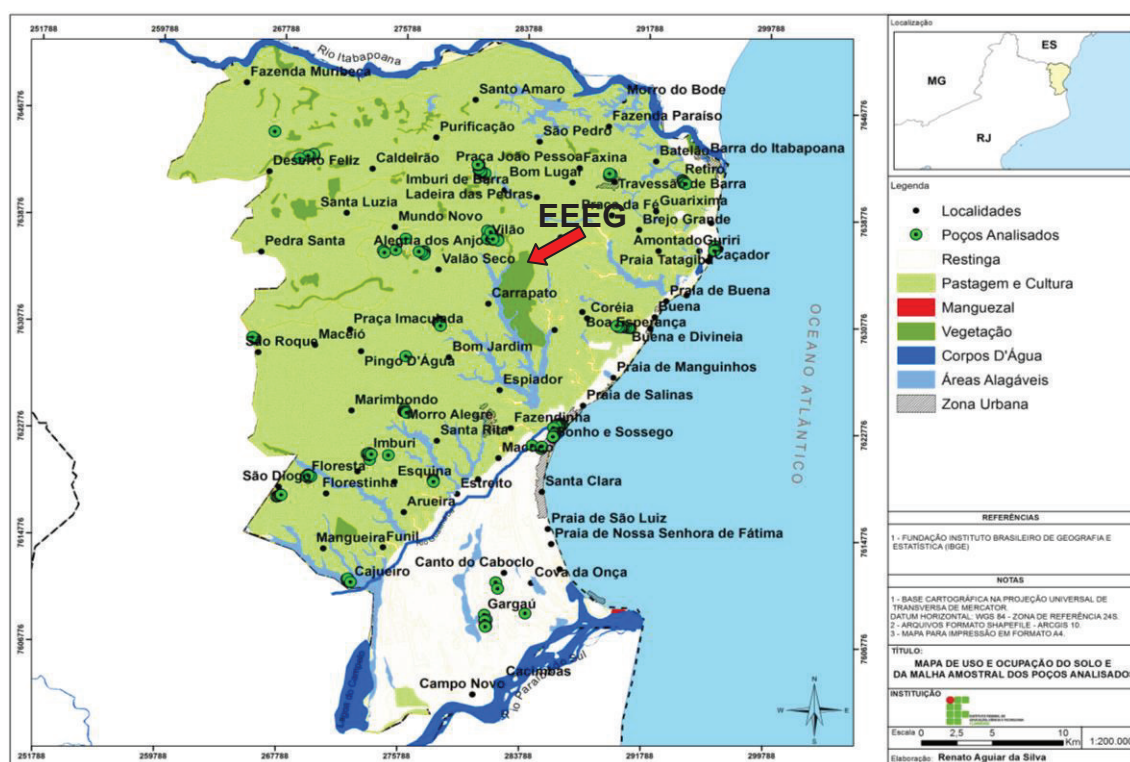


Figura 19: Mapa de Uso e Ocupação do Solo do Município de São Francisco de Itabapoana.

### 3.1.3 HIDROLOGIA

A Água subterrânea é a parcela de água que permanece no subsolo, preenchendo poros e fraturas das rochas que formam os aquíferos, onde flui lentamente até descarregarem corpos de água de superfície, ser interceptada por raízes de plantas ou ser extraída em poços. Possui papel essencial na manutenção da umidade do

solo, do fluxo dos rios, dos lagos e brejos. É ainda responsável pelo fluxo de base dos rios, sendo responsável pela sua perenização durante períodos de estiagem (RIBEIRO, 2009).

O potencial das águas subterrâneas é enorme, uma vez que em análises de escala global, 98% das reservas de água doce e líqüida se encontram em aquífero. Essa grande capacidade de armazenamento e resistência contra longos períodos de estiagem, como os que se observam, com maior frequência, devido às mudanças climáticas, fazem dos recursos hídricos subterrâneos um grande aliado na redução dos estresses hídricos que populações têm enfrentado ou ainda virão a enfrentar (HIRATA *et al.*, 2006).

A exploração de águas subterrâneas vem registrando um expressivo incremento nos últimos anos. Sendo assim, vários núcleos urbanos abastecem-se de água subterrânea de forma exclusiva ou complementar.

Até a década de 70, acreditava-se que as águas subterrâneas estavam naturalmente protegidas da contaminação pelas camadas de solo e rochas. Entretanto, a partir de então, passou a serem detectados traços da presença de contaminantes em águas subterrâneas, e diversos estudos têm sido conduzidos no sentido de avaliar a sua seguridade. Atualmente sabe-se que vários fatores podem comprometer sua qualidade (SILVA, 2003).

Na região Norte do Estado do Rio de Janeiro existe um alto potencial hídrico e boa qualidade da água, porém a vulnerabilidade de alguns aquíferos é bastante elevada,



podendo estar enriquecida com ferro e cloretos, dependendo do sistema e da profundidade do poço perfurado.

O Município de São Francisco de Itabapoana está dividido em duas Regiões Hidrográficas (RH): ao norte do município está localizada a RH X do Itabapoana, e ao sul a RH IX do Baixo Rio Paraíba do Sul. A hidrografia é composta pelo rio Guaxindiba, que corta o município até o seu deságue no Oceano Atlântico, ao norte o rio Itabapoana limita o município com o estado do Espírito Santo e ao sul o Rio Paraíba do Sul faz o limite com o município de São João da Barra.

#### **3.1.4 GEOLOGIA**

A Geologia da região em sua maior parte é composto por rochas sedimentares pouco litificadas de idade Terciária denominadas, genericamente, de Formação Barreiras. Junto ao litoral, destaca-se uma faixa da planície costeira associada à desembocadura do rio Paraíba do Sul até a localidade de Guaxindiba e, ao norte do município aflora o embasamento cristalino, nos arredores da localidade de Praça João Pessoa, Imburi de Barra e Deserto Feliz. Esse embasamento gnáissico-granítico Pré-Cambriano que ocupa parte da bacia do rio Itabapoana é composto por paragneisses (gran-biot-sill gnaisses) da Unidade São Fidélis, de idade Meso-Proterozóica, assim como o embasamento charnockitos (gran-hornpirox charnockitos) da Suíte Bela Joana, de idade Neo-Proterozóica que ocupa a região onde se encontra as localidades de Pedra Santa, Santa Luzia e Caldeirão. Por fim, é

encontrado no município os depósitos fluviais e flúvio-marinhos que acompanha as áreas alagáveis e alagadas da região, visto na figura 20 (SALES, 2011).

Esse conjunto de litologias foi modelado, amplamente, sob morfologia de colinas amplas e suaves, pontilhadas por relevos residuais (inselbergs), tais como a serra da Pedra Lisa, do Baú e do Mico. Lamego (1945) sugere que estas serras isoladas sejam remanescentes esparsos da serra do Mar, a norte do rio Paraíba do Sul, resultantes de falhamentos Cenozóicos que fragmentaram e afundaram a serra do Mar neste trecho e propiciaram o desenvolvimento de extensa superfície colinosa que abrange os baixos vales dos rios Muriaé e Itabapoana. Todavia não se pode descartar o papel da erosão diferencial sobre essas rochas para compreender a gênese desses relevos serranos residuais, principalmente com relação aos granitos isotrópicos pós-tectônicos, mais resistentes ao intemperismo e à erosão.

Sendo assim, pode-se destacar a distribuição das principais características dos solos dominantes no município de São Francisco de Itabapoana.

- Qha - Depósito Colúvio-Aluvionar

Depósitos fluviais e flúvio-marinhos areno-siltico-argilosos com camadas de cascalheiras associados a depósitos de tálus, e sedimentos lacustrinos e de manguezais retrabalhado.

- Tb - Grupo Barreiras

Depósito detrítico pobremente selecionado com granulometria cascalho, areia argilo-arenosa, e argilas geralmente contendo horizontes lateríticos.

- MNps - Complexo Paraíba do Sul - Unidade São Fidélis

Caracteriza-se por Granada-biotita-sillimanita gnaiss quartzo-feldspático (metagrauvaca), com bolsões e veios anatéticos (*in situ*) ou injetados de composição granítica. Intercalações de gnaiss calcissilicático e quartzito freqüentes. Variedades com cordierita e sillimanita (kinzigito) com contatos transicionais com o granada biotita gnaiss. Horizontes de xistos grafitosos são comuns. Também ocorrem rocha calcissilicática, metacarbonática (ca) e quartzito (qz). Em raros domínios com baixas taxas de strain estruturas turbidíticas são preservadas. Aparece como “ilhas” no meio da Formação Barreiras e ao norte do município.

- Qphm - Depósito Marinho e Flúvio-Marinho

Depósitos flúvio-marinhos siltico-areno-argilosos, ricos em matéria orgânica, englobando linhas de praia atuais a antigas, além de manguezais.

compõem-se por argilas, argilas-siltíticas e siltes, de planície de inundação, geralmente micáceos, boa compactação e apresentam cores castanho-amarelado a cinza-escuro. Ocorrem também areias quartzosas, de coloração brancoamarelada, granulometria variando de fina a grossa, às vezes conglomerática. Geralmente é mal selecionada, com grãos sub-angulares a sub-arredondados, podendo conter grãos de feldspato, mica e minerais máficos (anfíbólio e/ou piroxênio).

- N<sub>γ</sub>2b - Suíte Bela Joana

Granito tipo C: granada-hornblenda-clinopiroxênio-ortopiroxênio charnockito de granulação grossa, textura magmática equigranular a porfirítica preservada, isótropo a foliado, associado a enderbita e norito.

Compreende um domínio de rochas com hiperstênio exibindo localmente características plutônicas. Essas rochas são maciças, granulação grosseira a média e coloração variando de cinza-esverdeada clara (composição granítica) a cinza-esverdeada escura (composição tonalítica) (CPRM, 2001).

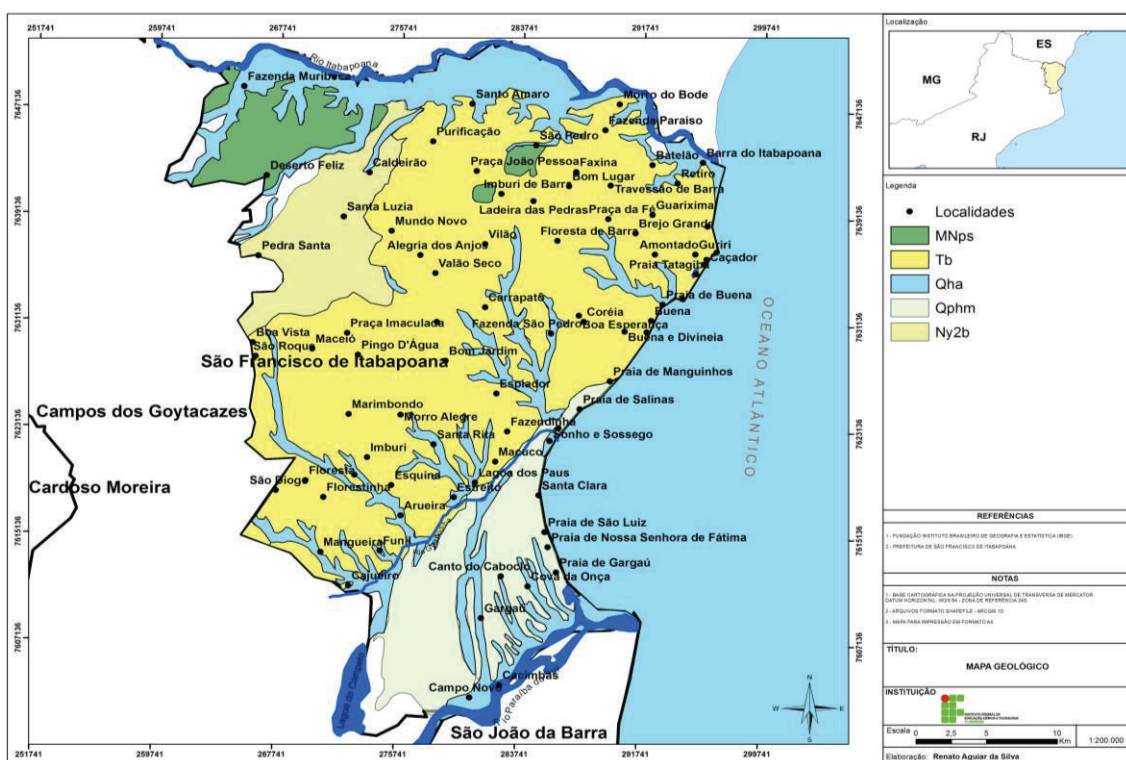


Figura 20: Mapa Geológico do Município de São Francisco de Itabapoana.

### 3.1.5 SANEAMENTO

O Saneamento pode ser definido de acordo com o conceito da Organização Mundial da Saúde - OMS como o controle de todos os fatores do meio físico do homem, que

exercem ou podem exercer efeitos prejudiciais sobre seu bem estar físico, social ou mental (MADEIRA, 2010).

Embora tenha-se desde o século XVI legislação para recursos hídricos no Brasil, as medidas de saneamento básico no país são recentes. São considerados como integrantes do saneamento brasileiro: o abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário abrangendo a coleta e tratamento deste de forma a ser descartado corretamente, limpeza pública juntamente com as fases de manejo de resíduos até sua disposição final, a drenagem pluvial envolvendo a condução da água de forma a minimizar os efeitos sazonais deletérios sobre a população e propriedades e ainda o controle de vetores transmissores de doenças (TRATA BRASIL, 2012).

Segundo o Atlas de Saneamento (IBGE, 2010), entre os anos de 2000 e 2008 houve um aumento no número de municípios do Brasil atendidos pelo sistema de saneamento básico em todas as regiões do país, mesmo com a persistência de marcantes diferenças regionais na abrangência de serviços de esgotamento sanitário, abastecimento de água, manejo de águas pluviais e resíduos sólidos.

A Prefeitura de São Francisco de Itabapoana promulgou a LEI MUNICIPAL Nº 228/2006, de 10/10/2006, que se refere ao Plano Diretor, que diz no Artigo 22:

São elementos referenciais para o saneamento ambiental de São Francisco de Itabapoana, de modo a melhorar as condições de vida da população no Município e impedir a degradação dos seus recursos naturais, os seguintes sistemas:

- I – abastecimento de água;
- II – esgotamento sanitário;
- III – drenagem das águas pluviais;
- IV – gestão integrada de resíduos sólidos;
- V – controle da poluição ambiental

E no Artigo 56. Constituem prioridades para a implementação da gestão do saneamento ambiental no Município de São Francisco de Itabapoana:

- I – implementação da Política Municipal de Saneamento Ambiental, de acordo com a lei municipal e em consonância com as políticas estadual e federal de saneamento;
- II – elaboração e implementação do Plano Diretor de Esgotamento Sanitário de São Francisco de Itabapoana;
- III – implantação de um sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos que adote uma gestão integrada e participativa, com a definição de um local adequado para destinação final, promovendo a recuperação ambiental das áreas degradadas.

Segundo a pesquisa Trata Brasil da FGV (2007), a menor taxa de acesso à rede coletora de esgoto observada no Estado do Rio de Janeiro é em São Francisco de Itabapoana, que também apresenta a maior taxa de miséria do estado (Figura 21).

Ranking – Rede Geral de Esgoto				
Menos				Rio de Janeiro
1	RJ	São Francisco de Itabapoana		0.62
2	RJ	Sumidouro		0.84
3	RJ	Rio das Ostras		1.72
4	RJ	Armação dos Búzios		3.58
5	RJ	Araruama		7.94
6	RJ	Teresópolis		8.60
7	RJ	Varre-Sai		9.10
8	RJ	Miguel Pereira		10.66
9	RJ	Seropédica		10.76
10	RJ	Iguaba Grande		11.42

**Figura 21:** Rede Geral de Esgoto Fonte: FGV

Com essa visão geral introdutória, o presente trabalho visa uma caracterização da água subterrânea consumida pelos moradores das localidades em que foram coletados e analisados os dados, para isso, foi feita a investigação dos poços de coleta, mapeamento das áreas e tratamento dos dados geográficos.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODO

Para realizar este trabalho, foram necessárias informações intermediárias que permitiram as análises e interpretações, obtidas de dados oficiais de órgãos públicos, instituições de ensino e publicações acadêmicas que permitiram o enriquecimento textual do trabalho. Além disso, foram realizadas coletas de água de poço em 21 localidades do Município de São Francisco de Itabapoana, conforme verificado no mapa da figura 22. Para cada localidade, o objetivo era visitar 10 casas, porém em algumas localidades, pelo baixo número de domicílios, não foi possível chegar a

esse número, sendo visitadas pelo menos 5 casas, chegando a um total de 157 domicílios.

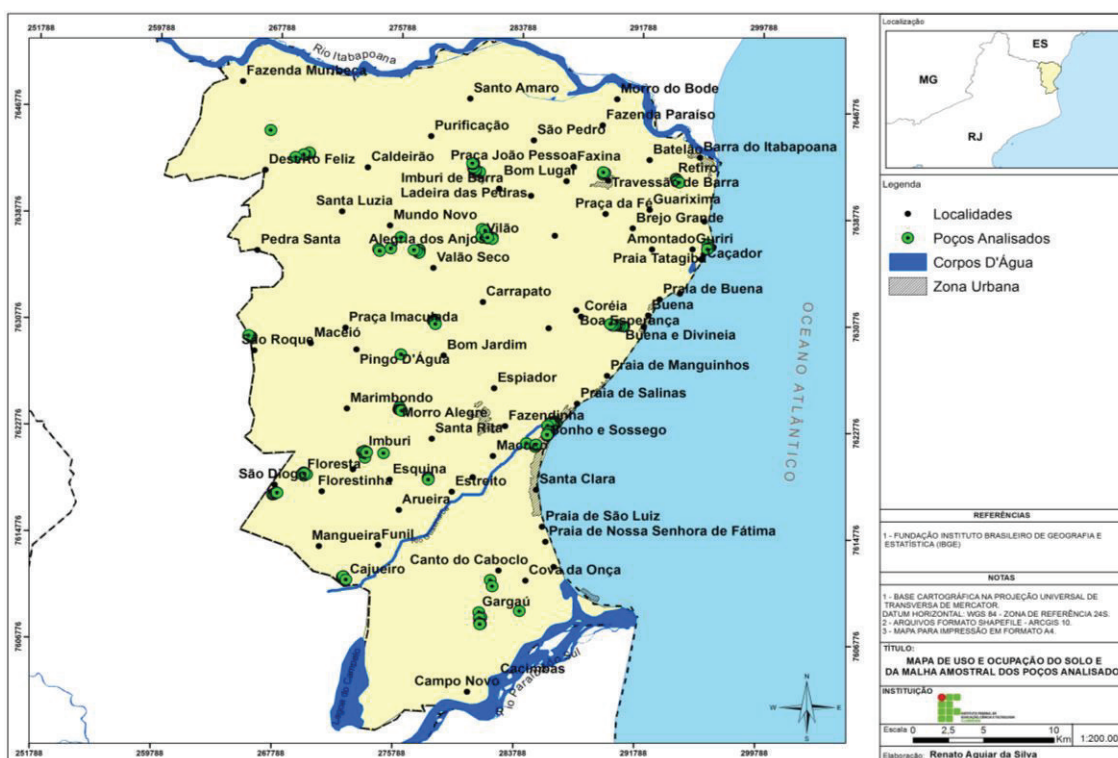


Figura 22: Mapa com a malha amostral de coleta de água.

Após as coletas, as amostras seguiram para o Laboratório de Monitoramento das Águas da Foz do Rio Paraíba do Sul – LabFoz da Unidade de Pesquisa e Extensão Agro-Ambiental – UPEA do IFF, onde foram feitas análises de determinação de pH (pontenciometria); determinação de turbidez (método nefelométrico), cloro total (concentrações de ácido Hipocloroso e íons Hipoclorito), coliformes totais e termotolerantes (método enzima- substrato – Colillert). Os ensaios foram realizados



de acordo com normas padrões de procedimento descritas no livro *Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater* (EATON *et al.*, 2005).

As determinações dos parâmetros foram realizadas em triplicadas, sendo os resultados analíticos representados pela média das triplicatas.

Os mapas temáticos foram gerados pelo método de interpolação da média ponderada pelo inverso da distância aos pontos (Inverse Distance Weighted – IDW), utilizando o software ArcGis 10. Esse método fornece uma estimativa de um valor para uma determinada área, baseado noutros valores conhecidos.

### **3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.3.1 CLORO TOTAL**

Os resultados dos ensaios físico-químicos foram comparados pela Portaria Nº 2914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde - MS. Segundo o Art. 34º desta portaria é obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede).

Ao analisar os resultados, foi verificado um número muito alto de amostras fora dos parâmetros estabelecidos na legislação, de no mínimo 0,2 mg/L . Apenas 1,27% das amostras possuíam o teor de cloro dentro da faixa obrigatória. Sendo que os outros 98,33% estavam fora dos padrões, como pode-se verificar na Figura 23. Apenas

nas localidades de Imburi e Alegria dos Anjos foram encontradas amostras dentro dos valores permitidos para consumo humano.

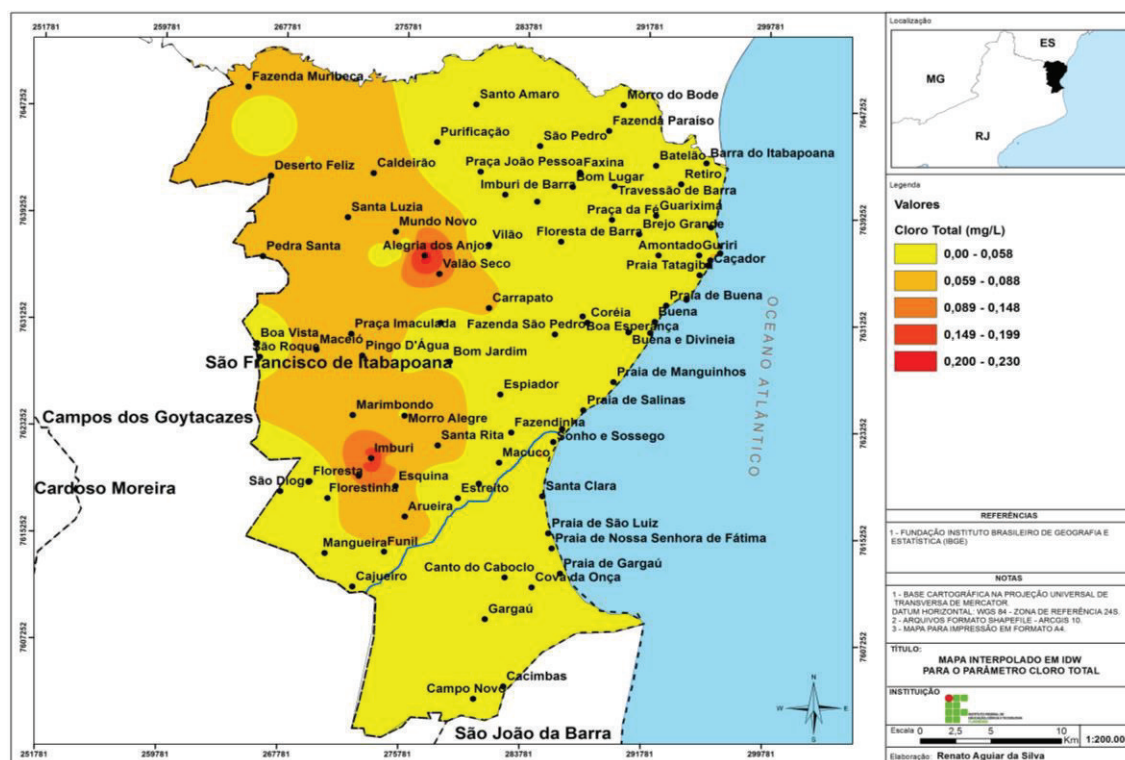


Figura 23: Mapa obtido a partir das análises relativa para o parâmetro Cloro Total.

### 3.3.2 pH

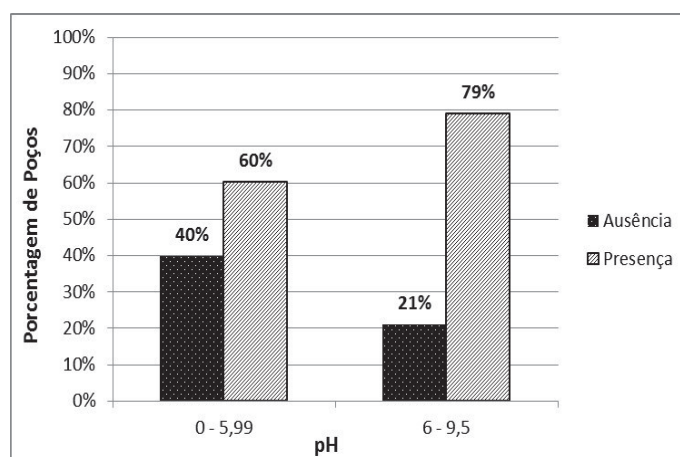
Segundo a portaria N° 2914 de 12/12/2011, do MS, a faixa ideal de pH da água para o consumo humano é entre 6,0 e 9,5.

Segundo Souza 2006, a adição de cloro reduz o pH da água e auxilia na oxidação de compostos. Portanto, como visto no item anterior não houve a adição de cloro

nos poços que foram coletadas as amostras, pois, apenas cerca de 1,27% das amostras estavam dentro do padrão estabelecido para o consumo humano.

Segundo SILVA *et al.*, (2007) os limites de pH para crescimento de *Staphylococcus aureus* estão entre 4,2 e 9,3. O reservatório de *S. aureus* são os seres humanos e os animais homeotérmicos. O pH ótimo para o crescimento e desenvolvimento de *Escherichia coli* é de 6,0 a 8,0, coincidindo com os valores de pH encontrados na água.

Na figura 24, pode-se observar que, na água com pH menores que 6, a porcentagem de poços contaminados com coliformes é de 60%. Quando são analisados poços com pH entre 6 e 9,5 a presença de coliformes aumenta para 79%, justificando que as bactérias se desenvolvem e se mantem em pH semelhante a água de consumo humano. Isso explica a importância da água como potencial fonte de contaminação de coliformes.



**Figura 24:** Correlação entre os valores de pH e ausência/presença de coliformes.

O mapa da figura 25 representa espacialmente os resultados obtidos das análises para o parâmetro pH. Percebe-se que a coloração adotada para o pH ideal de 6 a 9,5 é o azul escuro, que representa os valores mais altos para o parâmetro. Assim, cerca de 75,79% das amostras analisadas estavam fora dos padrões de potabilidade para o consumo humano. As localidades de Guaxindiba, Sonho, Sossego, Praia de Salinas e Ilha dos Mineiros foram as que possuíam os maiores valores para o parâmetro pH, entre 6,93 e 7,93. As localidades de Caçador, Manguinhos, Fazendinha, Macuco, Praia de Santa Clara, Praia de São Luiz, Praia de Nossa Senhora de Fátima, Gargaú, Canto do Caboclo e Cova da Onça obtiveram valores de pH menores, entre 6 e 6,92, porém dentro dos padrões. Os menores valores foram encontrados nas localidades de Batelão, Retiro, Travessão de Barra, Morro Alegre e Ponto de Cacimbas, nelas a maioria das amostras encontraram-se muito abaixo dos valores permitidos para o parâmetro pH, entre 2,88 e 3,89.

De acordo com o mapa, ocorre uma tendência em valores mais altos de pH, nas localidades próximas a foz do Rio Guaxindiba e nas áreas alagáveis pelas cheias do Rio Paraíba do Sul.

Segundo Alves 2004, trabalhos associam o pH baixo (3.6 – 4.0) que ocorre com frequência na região de Buena como estando associado às concentrações elevadas de rádio, indicando a lixiviação de monazita como responsável pelas elevadas concentrações. Trabalhos realizados na região dos Lagos do Estado do Rio de Janeiro, também constataram que em áreas com pH baixo (<4,5) a concentração de radionuclídeos aumenta sensivelmente.

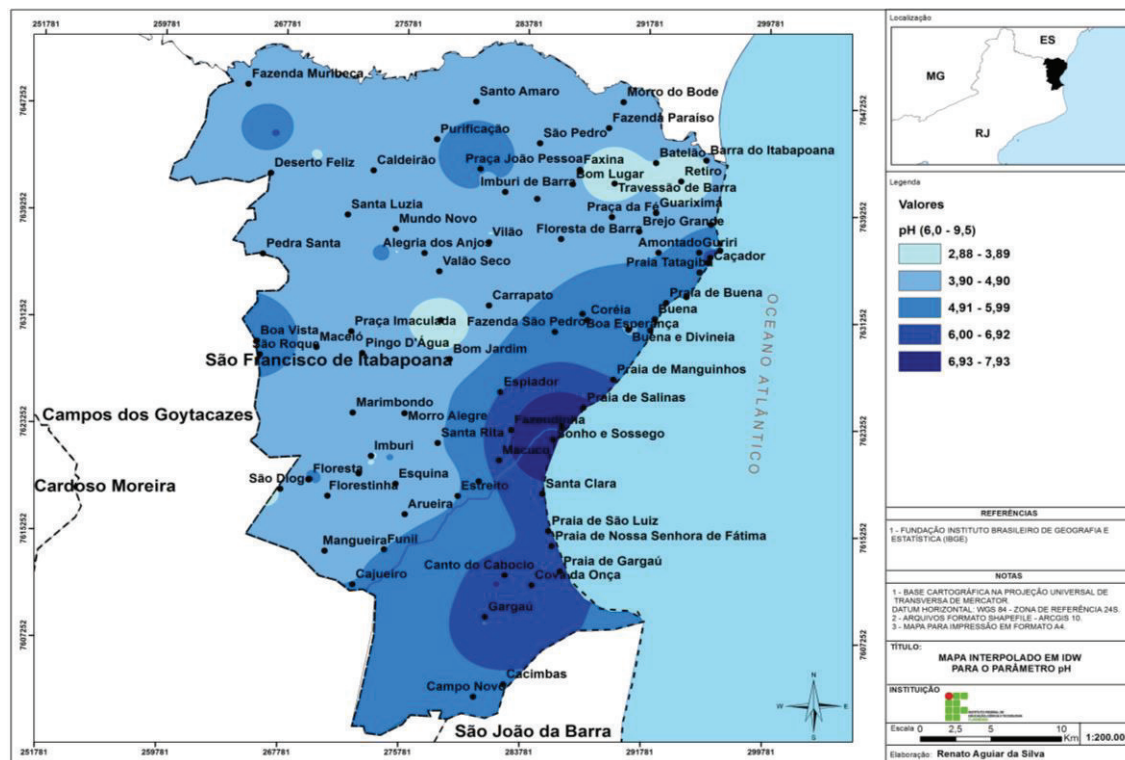


Figura 25: Mapa obtido a partir das análises relativas para o parâmetro pH.

### 3.3.3 TURBIDEZ

A turbidez é uma característica da água devido à presença de partículas em suspensão em estado coloidal, em suspensão, matéria orgânica e inorgânica finamente dividida, plâncton e outros organismos microscópicos. A turbidez representa o grau de interferência com a passagem de luz através da água, conferindo a mesma uma aparência turva (SPERLING, 2005).

Para a análise deste parâmetro, verificou-se que 35,67% das amostras estavam acima do padrão de turbidez de 5 UT para água de consumo humano, segundo Portaria N° 2914 de 12/12/2011, do MS.

Na figura 26 a seguir, pode-se observar que a área em branco (64,33%) foi encontrada amostras com valores de Turbidez considerados ideal para o consumo humano. No mapa pode-se verificar uma tendência do aumento na Turbidez em localidades situadas nas áreas com predominância de cordões arenosos e áreas alagáveis como no caso de Gargaú e localidades situadas ao longo do alagado do Rio Guaxindiba.

Na localidade de Gargaú, o evento pode ser atribuído ao fato de ser próxima a foz do Rio Paraíba do Sul e estar sofrendo a influência deste corpo hídrico por percolação. Neste sentido, moradores confirmam ainda em seus relatos que no período chuvoso e de cheia do Rio a água dos poços apresentam coloração avermelhada e cheiro de “brejo”.

Zilmer *et al.*, (2007) ao realizar a avaliação de características físico-químicas da água do Ribeirão Salgadinho, situado em Nova Xavantina – MT, após chuvas fortes, ou períodos de chuva intensa, verificou que as águas de mananciais de superfície ficam turvas, isto é devido ao carreamento dos sedimentos das margens pela enxurrada, sendo assim, os solos argilosos e a movimentação das águas ocasionam o aumento da turbidez. É verificado que condições similares de aumento nos valores de turbidez da água subterrânea acontecem com o aumento da precipitação pluviométrica.

No caso das águas subterrâneas, o aumento da turbidez pode ser atribuído ao fato dos poços serem escavados e utilizados sem nenhum tipo de revestimento, assim, sofrendo o desprendimento das paredes argilosas do próprio poço. Segundo Hirata *et al.* (2006), os incrementos em turbidez e carga bacteriana podem ocorrer devido, principalmente, à contaminação por esgoto doméstico. No caso de São Francisco de Itabapoana pode-se somar o fato das fossas serem muito próximas aos poços de captação de água.

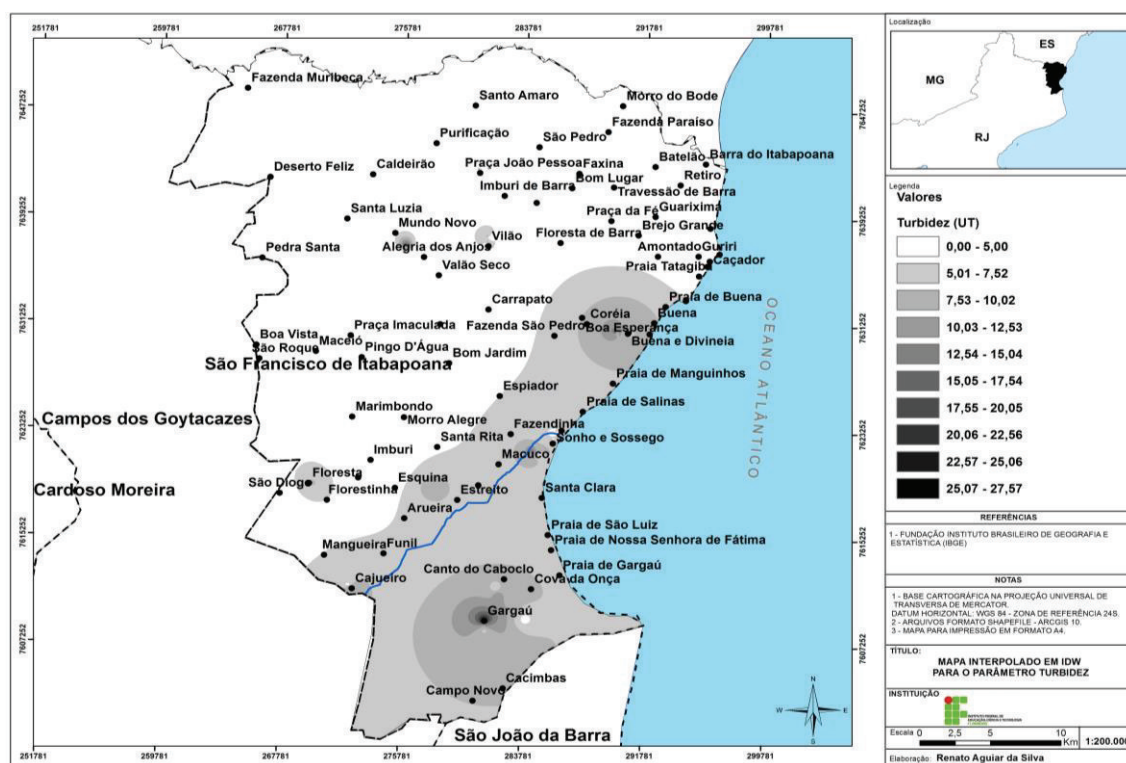


Figura 26: Mapa obtido a partir das análises relativas para o parâmetro Turbidez.

### 3.3.4 SALINIDADE

Nas análises realizadas para a determinação da salinidade verificou-se que nas localidades situadas na área em branco do mapa da figura 27, possuem água com padrões ideais para o consumo humano para o parâmetro Salinidade (Menor que 0,5%). Neste sentido, nas áreas com coloração azul, as análises verificaram uma tendência de água salobra, pois cerca de 29,94% das amostras estavam fora do padrão, e segundo Portaria Nº 2914 de 12/12/2011, as águas que possuem salinidade numa faixa entre 0,5 e 30%, estão enquadradas nesta categoria.

Estes resultados podem ser explicados pelo fato destas localidades estarem na costa marinha, sofrendo a influência por percolação da água do mar. A visualização fica mais clara quando verificamos a área da foz do rio Guaxindiba, onde pode-se observar que nela a influência marinha é muito maior que nas outras áreas da costa. Segundo Melo (2007), a salinidade da água subterrânea diminui à medida que a água subterrânea move-se para jusante com relação ao fluxo subterrâneo. Isto significa que o mecanismo de recarga contribui para uma diluição progressiva dos sais e uma redução na concentração do cloreto.

Uma área fora do padrão de salinidade aparece ao norte do município e não está contido na costa marinha, isto se justifica pelo fato do solo ser formado por Depósito Colúvio-Aluvionar (Qha). Esses depósitos são compostos de sedimentos marinhos e de resquícios de manguezais retrabalhados (CPRM, 2001).



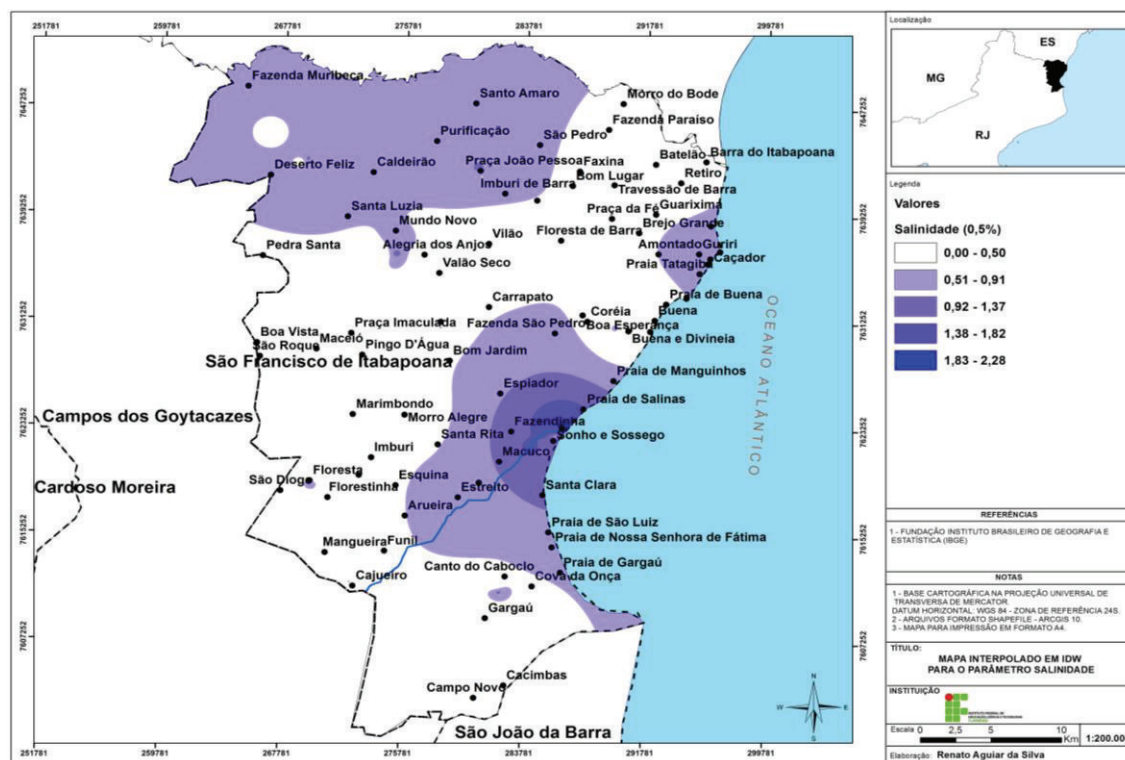


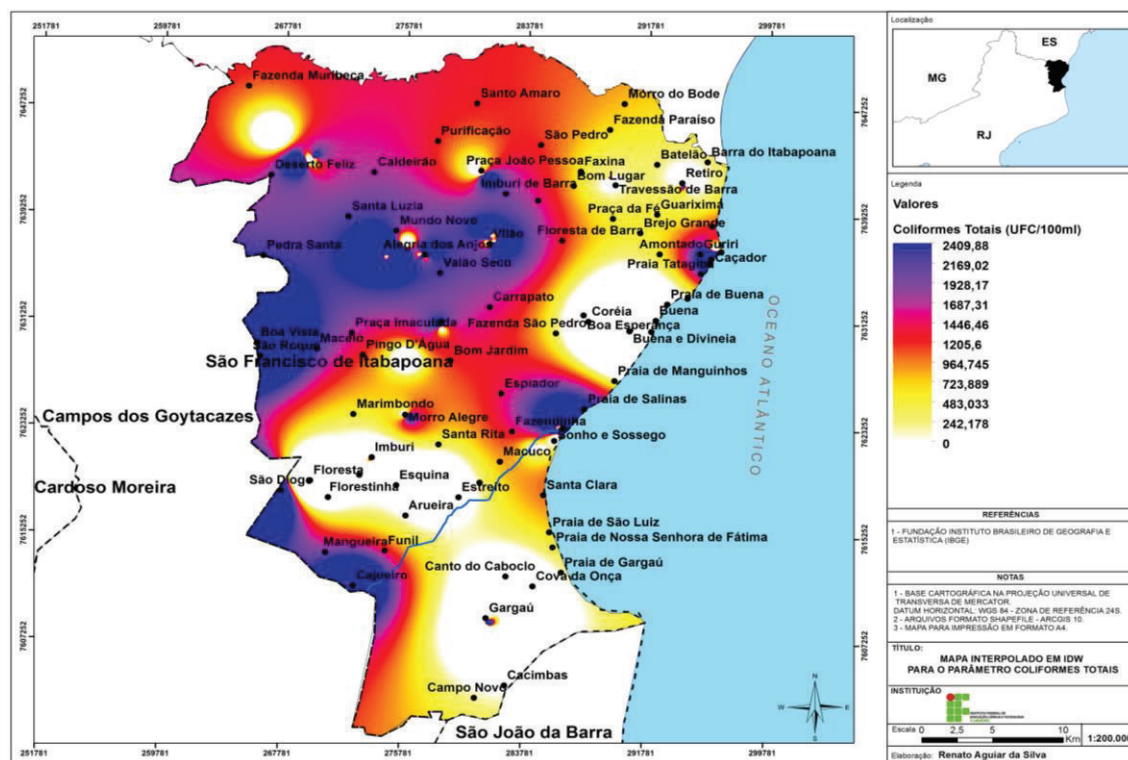
Figura 27: Mapa obtido a partir das análises relativas para o parâmetro Salinidade.

### 3.3.5 COLIFORMES TOTAIS

Nos resultados das análises da água subterrânea foram verificados que 87,07% das amostras encontravam fora dos padrões de potabilidade para o parâmetro coliforme total. Tendo em vista o uso da água para consumo humano, o Valor Máximo Permitido - VMP para coliformes totais é a ausência em 100 ml de água. Entretanto, a Portaria Nº 2914 de 12/12/2011 do MS aceita que uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, pode apresentar resultado positivo em água de poços, fontes ou outra forma de abastecimento alternativo individual desde que haja ausência de *Escherichia coli* e, ou, coliformes termotolerantes. A análise indicou que apenas

12,93% das amostras estavam dentro dos padrões e não possuíam contaminação por coliformes totais. Neste sentido, das 128 amostras que estavam contaminadas com coliformes totais, 33 delas também continham contaminação por coliformes termotolerantes.

O mapa da figura 28 representa espacialmente os resultados obtidos das análises para o parâmetro Coliformes Totais. Percebe-se que a coloração azulada representa uma tendência para os valores mais altos do parâmetro, a coloração mais clara representa os valores mais baixos ou nulos para o parâmetro. Dentro das áreas mais contaminadas, deve-se ressaltar a localidade de Guaxindiba, pois é uma área mais povoada do município, e pelo fato das fossas serem rudimentares, representa uma tendência à contaminação por coliformes totais. Outra localidade que merece atenção é a área situada entre Mundo Novo e Alegria dos Anjos, conhecida pelo antigo lixão de São Francisco de Itabapoana. Nesta região, o lixo era depositado sem nenhuma preparação capaz de minimizar o risco de contaminação ambiental e não existia nenhum controle quanto aos tipos de resíduos depositados e quanto ao local de disposição dos mesmos.



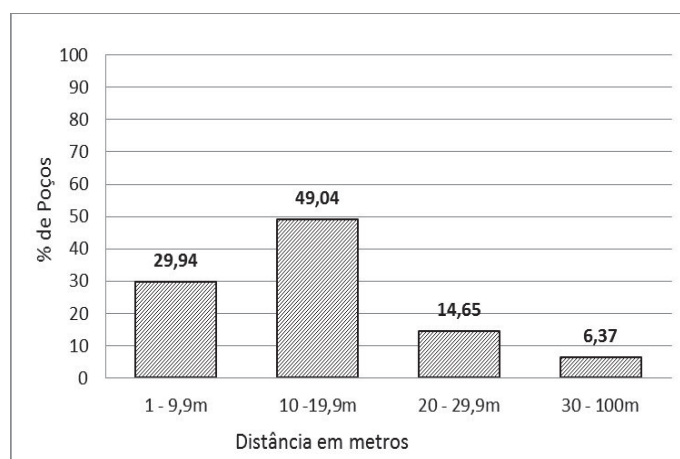
**Figura 28:** Mapa obtido a partir das análises relativas para o parâmetro Coliformes Totais.

Paralelamente as coletas de amostra de água, foram medidas a distância entre as fossas negras e o poço de captação de água para consumo. Essa medição verificou que existia uma grande variação nas distâncias, entre 3 e 100m e uma distância média de 17m.

Segundo Camargo, 2009 a pouca distância entre fossas negras e poços de captação de água, pode ser considerada um dos grandes causadores do alto índice de contaminação por coliforme total, indicando que o lençol freático pode estar contaminado.

Diante do gráfico da figura 29, podemos observar que apenas 6,37% dos poços analisados possuíam distancia superior ou igual a 30m em relação à fossa de dejetos sanitários.

O escoamento das águas superficiais e as distâncias inferiores a 30m em relação às fossas sépticas facilita a contaminação dos poços de abastecimento (CAMARGO, 2009).



**Figura 29:** Distância entre o poço e a fossa.

### 3.3.6 COLIFORMES TERMOTOLERANTES

A presença de bactérias do grupo Coliforme, especialmente as conhecidas como Coliformes Fecais são indicadoras da contaminação do ambiente por matéria fecal proveniente de organismos de sangue quente.

Segundo o MS, a simples presença de Coliformes Termotolerantes numa amostra de água de 100 ml acarreta uma não conformidade e invalida o uso deste manancial para consumo humano. O mapa da figura 30 representa espacialmente os

resultados obtidos das análises para o parâmetro Coliformes Termotolerantes. Percebe-se que a coloração azulada representa os valores mais altos para o parâmetro, e que a tendência na contaminação está presente na região central do município. Pode-se ressaltar que entre as praias de Santa Clara e Manguinhos, há uma maior tendência à contaminação da água subterrânea, pois é a faixa onde ocorre a maior concentração urbana do município. Segundo a Prefeitura Municipal, a população nesta região duplica no verão, fazendo com que a demanda de água e o descarte do esgoto também aumente. As localidades situadas entre a Praia de Buena e Lagoa Doce também obtiveram valores altos para o parâmetro Coliformes Termotolerantes. Na divisa do Município com Campos dos Goytacazes, nas localidades de São Diogo, Boa Vista e São Roque os valores encontrados mostraram uma tendência à contaminação por este parâmetro. No geral, 35,37% das amostras coletadas estavam em conformidade e não apresentavam contaminação por Coliformes Termotolerantes e 64,63% das amostras apresentavam contaminação.

A ocorrência de valores elevados de Coliformes Termotolerantes nestes ambientes são indicadores de contaminação por material fecal proveniente do despejo de efluentes *in natura* diretamente em fossas rudimentares que são construídas de forma irregulares e muito próximas ao poço de captação de água.

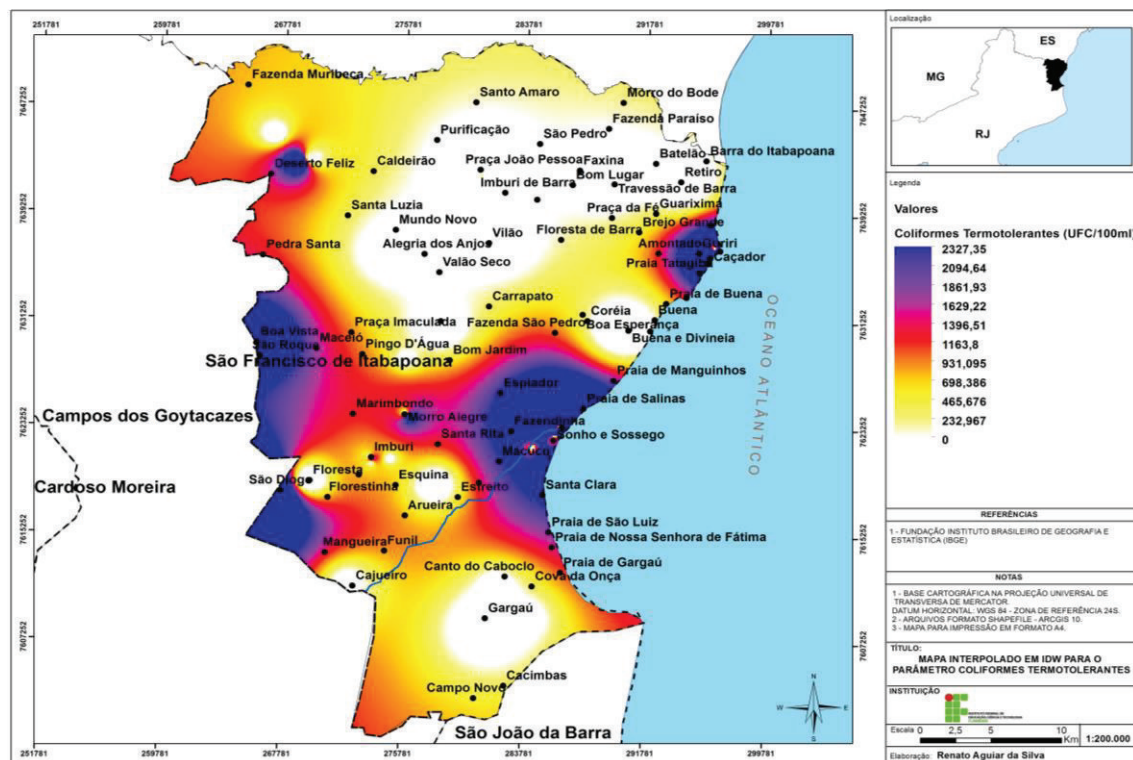


Figura 30: Mapa obtido a partir das análises relativas para o parâmetro Coliformes Termotolerantes.

### 3.3.7 MAPA GERAL DO CRUZAMENTO ENTRE OS PARÂMETROS

Para melhor visualizar as localidades que estão em conformidade com o preconizado na Portaria Nº 2914 de 12/12/2011, foi elaborado um mapa de cruzamento de todas as áreas, com as amostras dentro dos padrões analisados de qualidade da água (Figura 31).

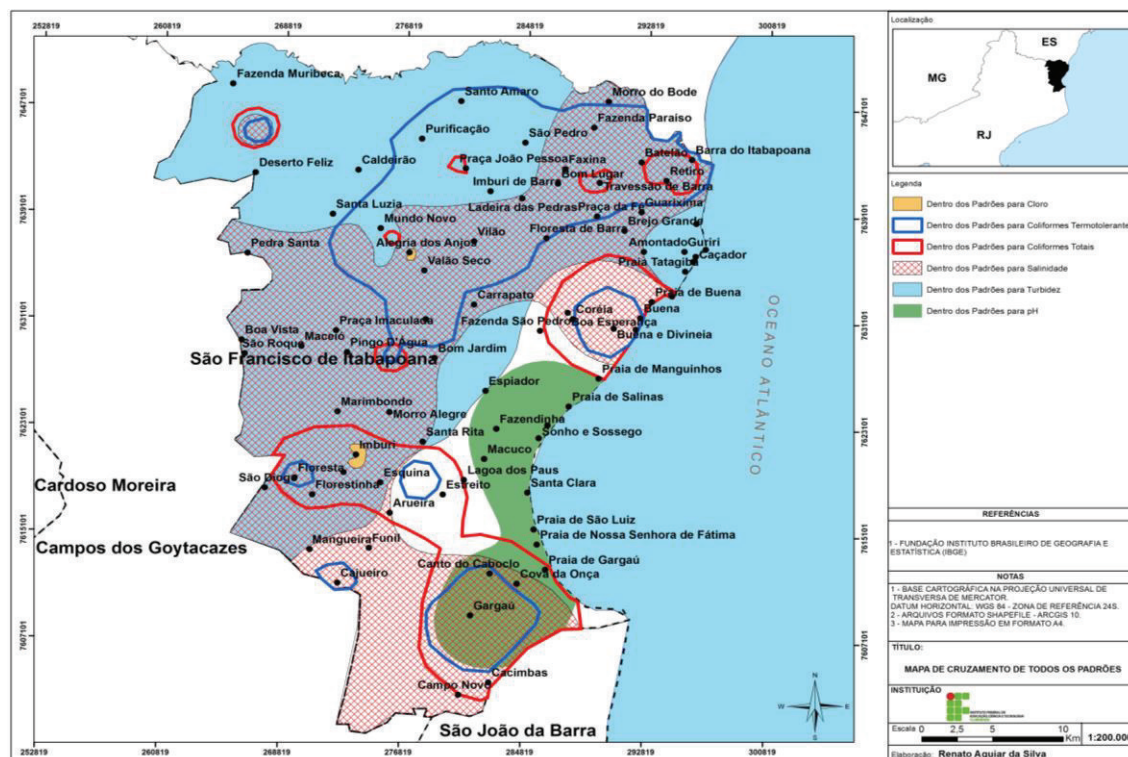


Figura 31: Mapa do cruzamento de todos os parâmetros em conformidade.

Após a análise do mapa, pode-se deduzir que em nenhuma localidade os 6 padrões de potabilidade estavam em conformidade para a qualidade da água de consumo humano. Porém, a área centrada entre as localidades de Deserto Feliz e Fazenda Muribeca, Travessão de Barra, Batelão, Barra de Itabapoana, Retiro e Floresta possuem 4 parâmetros dentro dos padrões normais, sendo eles: Coliformes Totais, Termotolerantes, Salinidade e Turbidez. As localidades de Alegria dos Anjos e Imburi foram as únicas que possuíam o parâmetro Cloro dentro dos padrões de conformidade. As localidades compreendidas entre Gargaú e a praia de Manguinhos foram as que possuíam o padrão pH dentro dos padrões. A localidade de Gargaú, também possui 4 parâmetros dentro dos padrões, sendo eles: Coliformes Totais,

termotolerantes, pH e salinidade. As localidades de Caldeirão, Santa Luzia, Praia de Lagoa doce, Amontado, Guriri, Praia de Tatagiba e Espiador possuíam tendência a conformidade apenas para o parâmetro Turbidez com os parâmetros de qualidade de água para o consumo humano.



### 3.4 CONCLUSÕES

A água subterrânea apresentou parâmetros fora do padrão de potabilidade em todas as localidades, possivelmente em função da falta de manutenção dos poços e das irregularidades na construção, como perfuração feita próxima a fossa, entre outras.

Pode-se concluir ao analisar o parâmetro cloro, que um número muito reduzido de residências fez uso de cloro para desinfecção da água, propiciando um meio adequado para a sobrevivência e proliferação de agentes patógenos oportunistas.

Para o parâmetro pH, conclui-se que a maioria dos domicílios visitados possuíam um valor muito abaixo do permitido e que existe uma tendência a menores valores de pH na localidade de Guaxindiba. Verificou-se ainda que existe uma correlação entre o aparecimento de coliformes e o pH da água de consumo humano, revelando a importância do uso de medidas de manutenção e limpeza dos poços e caixas d'água.

Ficou evidente para o parâmetro turbidez que, as áreas onde ocorrem influencia dos rios Paraíba do Sul e Guaxindiba, possuem uma maior tendência a valores altos de turbidez da água. Este fator também pode ser atribuído a má qualidade e falta de manutenção dos poços.

Após as análises foi verificado que a salinidade estava fora dos padrões em 29,94% das amostras e este fato pode ser atribuído à percolação da água do mar nessas localidades costeiras e a localidade de Guaxindiba é novamente a que mais sofre com as águas salobras.

Os parâmetros microbiológicos analisados demonstraram que 128 domicílios continham poços contaminados com coliformes totais, e dentre as áreas mais contaminadas, deve-se ressaltar a localidade de Guaxindiba, por ser uma área mais povoada do município, e pelo fato das fossas serem rudimentares, representa uma facilidade à contaminação por coliformes totais.

Para o parâmetro Coliformes Termotolerantes cerca de 64,63% das amostras apresentavam contaminação, indicando a infecção por material fecal e precárias condições higiênico-sanitárias, não sendo aceitável para o consumo humano.

A correlação entre a distância da fossa e o poço de coleta de água concluiu que ocorre uma tendência à contaminação por coliformes totais e termotolerantes quando essa distância é inferior a 30 metros.

Por fim, pode-se concluir que é precário o saneamento dessas localidades e que a saúde dos residentes e consumidores da água subterrânea está altamente comprometida.

O governo municipal deve intervir de forma contundente e eficaz nestas localidades, a fim de zelar pela qualidade de vida e saúde dos moradores. Por outro lado, a população deve ser informada e educada ambientalmente para que sejam tomadas providências para a proteção de seus recursos hídricos subterrâneos e superficiais.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil** - Informe 2012. Ed. Especial. Brasília: ANA, 2012

ALVES, M. G; JÚNIOR, J. L. S; JÚNIOR, E. L. S; ALMEIDA, F. T. **Avaliação de elementos tóxicos nas águas subterrâneas no município de São Francisco de Itabapoana/rj**. XIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. São Paulo, Brasil - eISSN 2179-9784. 2004.

BRASIL, Ministério da Saúde - Portaria Nº 2914 DE 12/12/2011 (Federal), 2011.

CAMARGO, M. F; PALOUSSO, L.V. **Avaliação qualitativa da contaminação microbiológica das águas de poços no município de Carlinda – MT**. Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina, v. 30, n. 1, p. 77-82, jan./jun. 2009.

CORREA, R.L. **Geografia – Conceitos e Temas**. Bertrand Brasil - 12ª Edição, 2007.

CPRM, **Geologia do Estado do Rio de Janeiro: texto explicativo do mapa geológico do Estado do Rio de Janeiro** / organizado por Luiz Carlos da Silva {e} Hélio Canejo da Silva Cunha. – Brasília: CPRM. 2ª edição revista em 2001.

EATON, Andrew D.; CLESCERI, Lenore S.; RICE Eugene W.; GREENBERG Arnold E.. **Standard Methods for the Examination of water & wastewater** 21 Ed. [S.L.]: Apha, 2005.

FGV/CPS, **Mapa da Fome II**. Brasil 2003.

FGV/CPS, **Pesquisa Trata Brasil: Saneamento e Saúde**. Brasil 2007.

GOMES, M. A. C; SUZUKI M. S. **Aspectos ambientais e históricos da lagoa do Campelo**. Perspectivas Online, Volume 2, nº 7, 2008.

HIRATA, R.; ZOBY, J. L.; FERNADES, A.; BERTOLO, R. **Hidrogeología del Brasil: uma breve crônica de las potencialidades, problemática y perspectivas**. Boletín Geológico y Minero, n.117 (1): 25-36. 2006.

IBGE, Disponível em <http://www.censo2010.ibge.gov.br>, acessado em 04 de agosto de 2012. BRASIL 2010

LAMEGO, A. R. **O Homem e o brejo**. Rio de Janeiro: Conselho Nacional de Geografia: IBGE, (Biblioteca Geografia Brasileira, 1). 1945. 217 p

LINS, B.L.A. & NASCIMENTO, M.T, **Fenologia de Paratecoma peroba (Bignoniaceae) em uma floresta estacional semidecidual do norte fluminense, Brasil**. Rodriguésia 61(3): 559-568. 2010.

MADEIRA, R. F. **O setor de saneamento básico no Brasil e as implicações do marco regulatório para a universalização do acesso**. Revista do BNDES 33, junho 2010.

Melo, J. G. Vasconcelos, M. B. Moraes, F. Morais, S. D. O, Medeiros, J. I. **Aspectos da salinização das águas subterrâneas na borda sul da bacia potiguar, RN**. XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2007

MOURA, A. N; ANDRADE, J. G. P; LUVIZOTTO, J. E. **Compartilhamento de Dados entre Sistemas de Informação Geográfica e Modelos de Simulação Hidráulica**. Gobierno de Chile; Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Agua, Vida y Desarrollo. Santiago de Chile, IICA, oct. 2010.

OLIVEIRA, E.. **Introdução a Sistemas de Informações Geográficas, (2004)**.

PEREIRA, F. L. CAMPOS V.B.G. **Uma aplicação de SIG para Análise Espacial da Poluição Atmosférica num Trecho Rodoviário**. Relatório p/Grupo SEAD-T do Fundo Setorial em Transporte, CNPq, (2004).

PIROLI, E.L. **Geoprocessamento aplicado ao manejo sustentável do meio ambiente**. Organizado por Sidney Osmar Jadoski. Manejo sustentável do meio ambiente; Unicentro, 2007.

RIBEIRO, L. **Águas Subterrâneas. Ecossistemas e Bem-Estar Humano em Portugal**. Cap. 11, Portugal, 2009

SALES, C.W. JÚNIOR, L.P.Q. OLIVEIRA, V.P.S. **Avaliação da contaminação do solo e da água subterrânea na área do lixão de São Francisco de Itabapoana – RJ**. 2º Seminário Sobre Ecotoxologia Aquática. Campos dos Goytazes, 2011.

SEBRAE, **Informações Socioeconômicas do Município de São Francisco de Itabapoana**. Rio de Janeiro, 2011.

SILVA A. P. **Avaliação Das Condições Higiênico-Sanitárias Da Água Consumida No Município De São Gonçalo**. Rio de Janeiro, 2007.

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.

SOUZA, J. A. A, CORDEIRO, E. A. COSTA, E. L. **Aplicação de hipoclorito de sódio para recuperação de gotejadores entupidos em irrigação com água ferruginosa**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, PB v.10, n.1, p.5–9, 2006

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 3ª Ed. P.452, 2005.

WERNECK, L.G. FULGENCIO, A.G. SALES, C.W. **Conjuntura dos Recursos Hídricos do Município de São Francisco de Itabapoana, RJ.** Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes/RJ, v. 6 n. 1, p. 69-83, jan. / jun. 2012.

ZILMER, T. A.; VARELLA, R. F.; ROSSETE, A. N. **Avaliação de algumas características físico-químicas da água do Ribeirão Salgadinho, Nova Xavantina – MT.** Holos Environment, v. 7, n. 2, p.123-138. 2007.

KULKAMP, M.S.; CORSEUIL, H.X. E JR. AMORIM, C.,J. **Influência do etanol na biodegradação de hidrocarbonetos de petróleo em um aquífero contaminado com uma mistura de diesel etanol.** In: XII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, p.1-11, 2002.

TIBURTIUS, E. R. L; ZAMOURA-PERALTA, P.; EMMEL, A. **Treatment of gasolina-contaminated waters by advanced oxidation processes.** Journal of Hazardous materials B, 126, p.86-90, 2005.

TUNDISI, J. G. **O Futuro dos Recursos**, Instituto Internacional de Ecologia – Multiciência, São Carlos-SP, outubro de 2003.