

INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
FLUMINENSE

Secretaria de Educação
Profissional e Tecnológica

Ministério
da Educação



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
MODALIDADE PROFISSIONAL

AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS
EM POÇOS ESCAVADOS SOBRE ÁREA DE RESTINGA

MICHELI ROCHA CORDEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES/RJ

2010

MICHELI ROCHA CORDEIRO

**AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO DE EFLUENTES DOMÉSTICOS
EM POÇOS SOBRE ÁREAS DE RESTINGA.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Instituto Federal Fluminense como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Paulo Rogério Nogueira de Souza
D.Sc. em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos.

Co-orientador: Luis Felipe Umbelino D.Sc em Ecologia.

CAMPOS DOS GOYTACAZES/RJ

2010

Cordeiro, Micheli Rocha

Avaliação da contaminação de efluentes domésticos em poços escavados sobre áreas de restinga / Micheli Rocha Cordeiro. — 2010.

78 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense, 2010.

Orientador: Prof. D.Sc. Paulo Rogério Nogueira de Souza.

Co-orientador: D.Sc Luis Felipe Umbelino.

1. Efluentes domésticos. 2. Poços, contaminação. 3. Água, contaminação. 4. Restinga. I. Título.

Dissertação intitulada “Avaliação da contaminação de efluentes domésticos em poços sobre áreas de restinga”, elaborada por Micheli Rocha Cordeiro, 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 Sustentabilidade Regional do Instituto Federal Fluminense.

Aprovada em

Banca Examinadora:

.....

Paulo Rogério Nogueira de Souza, D.Sc. em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

.....

Luiz Felipe Umbelino dos Santos, Doutor em Ecologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

.....

Maria Inês Paes Ferreira, Doutora em Ciência e Tecnologia de Polímeros pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

.....

Fernando Benedicto Mainier, Pós-Doutorado em Engenharia pela Universidade de São Paulo/ Universidade Federal Fluminense - UFF

DEDICATÓRIA

Ao meu pai, por todo seu empenho em cuidar da minha educação e moral. Em memória, a minha mãe, que me incentivou, desde o meu nascimento até sua morte, a sempre estudar. A minha vovozinha Maria da Glória que já se foi, mas deixou seu amor à natureza.

A todos os moradores do Lagomar que contribuíram direta ou indiretamente com esta dissertação.

A minha querida professora Maria Inês que acredita em nós.

AGRADECIMENTOS

Aos meus orientador e co-orientador, por toda a dedicação de tempo e paciência em me orientar.

Aos meus amigos Bruna, Thaís, Priscila, Cida, Laura, Rafael, Frank, Vanussa e Carlito, que se fizeram presentes em todas as etapas do Mestrado, sugerindo, criticando, ajudando e incentivando.

Aos professores José Augusto, Jader Lugon e Rosane, com suas dicas e sugestões. Em especial a Maria Inês, que sempre acreditou que seríamos capazes, e nos incentivou com idéias e críticas construtivas.

A Gisele, secretária do Mestrado, por sua dedicação e empenho no atendimento as nossas demandas.

Aos meus ex-chefes José Luiz e Zélio Cozendey pelo apoio imprescindível, o que me permitiu assistir às aulas durante o horário de expediente.

Ao IF Fluminense por disponibilizar um curso de tamanha importância, público e de qualidade.

RESUMO

A presente dissertação tem o intuito de investigar se há contaminação de fossas sépticas nos poços de abastecimento assentados sobre área de restinga, no bairro Lagomar, município de Macaé (RJ). O bairro está localizado na macroárea da orla norte, área limítrofe e zona de amortecimento do Parque Nacional Restinga de Jurubatiba (PARNA Jurubatiba), que possui grande relevância ecológica e belezas cênicas, tendo abrigo para inúmeras lagoas costeiras e espécies endêmicas. A área objeto de estudo é um bairro de população de baixa renda, com residências precárias, onde não existem os sistemas de tratamento de efluente e nem abastecimento de água pública, agravando o risco de doenças relacionadas à má qualidade de saneamento ambiental. A área do Lagomar foi subdividida em 10 partes, pois foi considerada homogênea no que tange ao tipo de sistema de tratamento de efluente e abastecimento de água através de poços escavados. Em cada uma das 10 partes retirou-se uma amostra de água. Os pontos de coleta foram todos em residências que possuíam poços escavados e havia disponibilidade para coleta das amostras. Utilizou-se a ferramenta de geoprocessamento para mapear e identificar a área objeto de estudo. A coleta está dividida em três campanhas, sendo a primeira de maio a segunda em junho e a terceira em julho. As amostras foram coletadas a partir de mangueiras conectadas com o poço escavado, sem passar pela caixa d'água, salvo exceção do ponto dois. A coleta e acondicionamento das amostras seguiram a Instrução Técnica do Guia de Amostragem de Amostras Ambientais da FIRJAN 2007 (IT-221). Observou-se que a maioria dos pontos de coleta apresentou indicativos de contaminações por efluentes domésticos e não-conformidade referente aos padrões de potabilidade da água. A água foi classificada como própria e excelente para os padrões de balneabilidade, salvo exceções.

ABSTRACT

This thesis aims to investigate whether there is contamination from septic tanks in the supply wells sitting on a sandbank area, in Lagomar neighborhood, Macaé (RJ). This neighborhood is located in a wide area bordering the northern area and buffer zone of Parque Nacional Restinga Jurubatiba (PARNA Jurubatiba), which has great ecological relevance and scenic beauty, sheltering numerous coastal lagoons and endemic species. The studied area is a neighborhood of low-income population, with poor households, where there are no systems or wastewater treatment and public water supply, increasing the risk of diseases related to poor environmental sanitation. Lagomar area was split in 10 parts, since it was considered homogeneous as to the type of effluent treatment system and water supply through dug well. In each of the 10 shares, a water sample was retreated. The sites were all in homes who had dug wells and were available for sample collection. We used the GIS tool to map and identify the studied area. The collection is divided into three campaigns, the first of May to June in the second and third in July. The samples were collected from hoses connected to the dug well without going through the water tank, unless the exception of two point at which the water passed the water tank to be collected later. The collection and handling of samples followed Technical Instruction Guide for Sampling of Environmental Samples of FIRJAN 2007 (IT-221). It was observed that most of the collection sites showed indications of contamination by wastewater and non-compliance related to standards for drinking water. The water has been classified as appropriate and excellent for bathing standards', with some exceptions.

LISTA DE FIGURAS E MAPAS

Figura 1 – Vista do bairro Lagomar	22
Figura 2 – Perfil do solo no Lagomar.....	24
Figura 3 – Vazamento de efluente doméstico	30
Figura 4 - Fluxograma da Fossa septica	31
Figura 5 – Fossa séptica em construção.....	32
Figura 6 – Vista interior da fossa Séptica.....	32
Figura 7 – Mapa da localização do município de Macaé	36
Figura 8 – Vista da praia do Lagomar	37
Figura 9 – Parque Nacional Restinga de Jurubatiba.....	38
Figura 10 – Vista aérea do Bairro Lagomar e o limite com o PARNA Jurubatiba.....	39
Figura 11: Porcentagem de domicílios em situação de invasão.	40
Figura 12 – Foto aérea da Lagoa de Jurubatiba.....	41
Figura 13 – Vista aérea do Lagomar	43
Figura 14 - Sistema de fossa seca.....	45
Figura 15 – escoamento superficial	48
Figura 16 – Poço escavado	55
Figura 17 – Resquícios de restinga em construções desordenadas	72
Mapa 1 – Pontos de Coleta de Água no Lagomar	52
Mapa 2: Uso e ocupação da área em torno do bairro Lagomar.....	75

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Abastecimento de Água.....	20
Gráfico 2 – Proporções dos diferentes tipos de tratamento de efluente no bairro Lagomar	27
Gráfico 3 – Cloreto	62
Gráfico 4 – Condutividade	63
Gráfico 5 – Cor Aparente	65
Gráfico 6 – Turbidez.....	65
Gráfico 7 – Nitrato.....	65
Gráfico 8 – Nitrito	66
Gráfico 9 – pH.....	67
Gráfico 10 – Coliforme Total	68
Gráfico 11 – Coliforme Fecal.....	69
Gráfico 12 – Salinidade da Água.....	71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Doenças infecto - parasitárias (DIP).....	34
Quadro 2 – Internações Hospitalares por DRSAI	35
Quadro 3 – Dados dos pontos de coleta	53
Quadro 4 – Coordenadas	54
Quadro 5 - Métodos internos e externos utilizados pelo laboratório do Centro de Tecnologia SENAI-RJ	57
Quadro 6 – Concentrações limite para quantificação do método utilizado.....	58
Quadro 7 - Parâmetros Legais determinados pela Resolução 518	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado das campanhas	59
Tabela 2 – Resultados da primeira campanha	60
Tabela3 – Resultados da segunda campanha.....	60
Tabela 4 – Resultados da terceira campanha.....	61
Tabela 5 – Conversão de condutividade elétrica para concentração de sal %.....	70
Tabela 6 – Resultados de concentração de sal ‰ para as três campanhas.....	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA – Agência Nacional das Águas
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM – Companhia de Pesquisa de Recurso Mineral
DIP – Doenças Infecto – Parasitárias
DRSAI – Doenças Relacionadas ao Saneamento Inadequado
FIRJAN – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEMA – Instituto de Permacultura e Ecovilas da Mata Atlântica
PARNA – Parque Nacional Restinga de Jurubatiba
PMM- Prefeitura Municipal de Macaé
RSB – Reator Sequencial por Batelada
SEMMA – Secretaria Municipal de Meio Ambiente
SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial
SIAB – Sistema de Informação da Atenção Básica
SIS – Sistema de Informação em Saúde (SIS)
SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação
SUS – Sistema Único de Saúde
OMS – Organização Mundial de Saúde

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
2.1 Solos de restinga e água subterrânea	18
2.2 Contaminação ambiental: Solo e água subterrânea	21
2.3 Efluentes	27
2.4 Fossa séptica e filtro	28
2.5 Doenças associadas ao saneamento inadequado	33
2.6 Caracterização da área de estudo	35
2.7 Sistemas alternativos de tratamento de efluentes	43
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	48
3.1 Materiais	48
3.2 MÉTODOS	48
3.2.1 Etapa I – caracterização da área de estudo	49
3.2.2 Etapa II – Elaboração de mapas.....	49
3.2.2.1 Mapa de uso e ocupação em torno do Lagomar	49
3.2.2.2 Mapa com os pontos de coleta.....	50
3.2.3 Etapa III – Escolha dos pontos de coleta	52
3.2.3.1 Características dos pontos	52
3.2.4 Etapa IV – Georreferenciamento dos pontos.....	53
3.2.5 Etapa V – Coleta e acondicionamento das amostras	54
3.2.6 Etapa VI – Definição e análise dos parâmetros de qualidade de água	55
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
4.1 Avaliação das características físico-químicas e bacteriológicas	57
4.1.1 Indicadores de conformidade	60
4.1.1.1 Padrão de potabilidade da água (Resolução 518).....	60
4.1.1.2 Padrões de Balneabilidade.....	67
4.1.2 Uso e ocupação do solo	69
4.1.3 A qualidade da água nos pontos de coleta.....	76
5 CONCLUSÕES	78
REFERÊNCIAS	79

1 INTRODUÇÃO

Grande parte dos municípios brasileiros não possui tratamento adequado de efluentes domésticos (IBGE, 2009). As regiões Norte e Nordeste, bem como as áreas periféricas e as zonas rurais das regiões Sul e Sudeste são as que apresentam os piores índices. A ausência de saneamento básico é responsável por inúmeros problemas tanto para a saúde pública quanto para o Meio Ambiente, dificultando o desenvolvimento econômico e o combate à pobreza (SAIANI; TONETO JÚNIOR, 2006).

Nas periferias dos centros urbanos, a ausência de estações de tratamento de efluentes é facilmente observável e em muitos casos os efluentes são despejados em corpos hídricos sem nenhum tipo de tratamento. Nas áreas rurais e urbanas, podem ser observados alguns sistemas de tratamento individuais, tais como fossa séptica seguida de filtros ou sumidouros.

Corpos hídricos têm sido contaminados frequentemente pela ausência ou ineficácia de tratamentos de efluentes e, conseqüentemente, as populações têm adoecido, mantendo assim um ciclo de pobreza. É necessário avaliar os níveis de contaminação das águas subterrâneas e propor tratamento de efluente alternativo e eficaz, tendo em vista que esse é responsável por melhorar a qualidade do efluente antes de despejá-los em corpos hídricos.

Autores, como Castro e Nascimento Filho (2005) e Ferrete (2007), dissertam que a falta ou precariedade do saneamento impactam a saúde pública. Castro (2005) estima que 50% de diferentes tipos de infecções estão associados a excretas humana. Inúmeras são as doenças relacionadas ao saneamento inadequado e, segundo Costa (2002), estas são classificadas pelo Sistema de Informação em Saúde (SIS) em quinze grupos e cinco categorias. Os grupos são - diarreia, febre entérica, hepatite A, dengue, febre amarela, leishmanioses, filariose, filariose linfáticas, malária, doença de Chagas, esquistossomose, doenças dos olhos, helmintíases e teníases. As categorias são distintas em função do meio de transmissão. São elas - feco-oral; inseto vetor; pelo contato com água; relacionada com a higiene e um grupo englobando geo-helmintos e teníases.

A ineficiência no tratamento do efluente assola parte da população brasileira, e Segundo dados do IBGE (2009), somente 54,5% da população brasileira urbana possuem rede coletora, sendo que no Rio de Janeiro, este percentual é de 62%. Todavia esses resultados se apresentam distantes de contemplar 100% da população. Para os domicílios que se excluem das redes coletoras, a população utiliza tratamentos individuais, tais como

fossa séptica, fossas rudimentares, valas e outros. Como segunda opção para tratamento dos efluentes no Brasil, 23,4% da população urbana utiliza as fossas sépticas, e no Estado do Rio de Janeiro, 29,8%. Tais sistemas de tratamentos individuais causam grande impacto nos aquífero quando construídos ou operados de forma inadequada, ou seja, mesmo quando a região possui tais sistemas de tratamento existe potencial de poluição nos corpos hídricos superficiais e subterrâneos (LIMA; PEDROSA; ROCHA, 2008).

O Bairro Lagomar, objeto desta dissertação, está localizado no Município de Macaé ao norte do Estado do Rio de Janeiro. Esse município acompanha a realidade estatística da população brasileira, apesar de ter recebido no ano de 2007, R\$ 358.203.835,34 de royalties do petróleo e no ano de 2008 R\$ 519.415.834,09 (PMM, 2010). Possuía no ano de 2007 um PIB per capita de R\$ 37.667/ habitantes (IBGE, 2010). Apesar de uma boa arrecadação, possui apenas uma Estação de Tratamento em operação, privada, construída por um condomínio. Os demais bairros não possuem tratamento coletivo, e quando apresentam algum tipo de tratamento, são sistemas individuais de fossa sépticas e estão associados, ou não, com filtros anaeróbios ou sumidouros. Apesar do município ser agraciado com valores exorbitantes de royalties, não há garantia de que a região possa transformar esta compensação em benefícios para a sociedade, é necessário aliar políticas públicas adequadas (PIZZOL; FERRAZ, 2010).

O bairro está localizado na macroárea da orla norte, área limítrofe e zona de amortecimento do Parque Nacional Restinga de Jurubatiba (PARNA Jurubatiba), e está contemplada pela Lei 9.985/ 2000 (BRASIL, 2000) a qual define que as atividades humanas estão sujeitas a restrições e a um mínimo impacto negativo. É importante destacar que o PARNÁ Jurubatiba possui grande relevância ecológica e beleza cênica, tendo abrigo para inúmeras lagoas costeiras e espécies endêmicas.

A área objeto de estudo é um bairro de população economicamente vulnerável com residências precárias, onde se concentra grande parte dos migrantes recentes de Macaé (ALMEIDA, 2010). Nessa localidade o prejuízo ambiental pode ser maior, pois a área está assentada sobre solos arenosos, ou seja, de alta permeabilidade com lençol freático elevado em alguns trechos.

A partir de observações de campo e coleta de dados *in situ*, pode-se afirmar que a localidade não possui sistema de tratamento de efluente e nem abastecimento de água tratada, e que tem como fonte de água poços de abastecimento, em sua maioria sem outorga ou controle ambiental.

A precariedade ou ausência dos sistemas de tratamento de efluentes de um determinado local aumenta o potencial de contaminação dos corpos hídricos. O solo tem alta permeabilidade com trechos de lençol freático elevado pode-se hipotetizar que a qualidade da água pode, estar sendo afetada por contaminação de efluentes domésticos. Sendo a população abastecida por poços escavados, aumenta-se o potencial risco de danos à saúde pública. Assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade da água de abastecimento das residências urbanas oriunda de poços escavados e situados em depósitos arenosos litorâneos. Sendo assim, os objetivos específicos deste trabalho são:

- Analisar a água consumida pela população;
- Verificar a conformidade do corpo hídrico com a Resolução 518 de 25 de março de 2004, que estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, além de outras providências;
- Verificar a conformidade do corpo hídrico com os padrões de balneabilidade CONAMA 274, de 29 de novembro de 2000;
- Apresentar tecnologias alternativas para o tratamento de efluentes domésticos em bairros assentados sobre solo de restinga;
- Elaborar um mapa de uso e ocupação da área de entorno do bairro Lagomar.

A observação participante do autor do trabalho caracteriza uma das metodologias adotadas, a implicação, tendo em vista que, o autor trabalhou entre os anos de 2005 e 2006, a atuação no setor de Segurança do Trabalho numa empresa de pequeno porte instalada no Lagomar permitiu o acesso a relatórios médicos e a índices de absenteísmo. Constatou-se através de relatórios médicos que doenças não-ocupacionais eram mais incidente em trabalhadores residentes no bairro. A água do bairro é de baixa qualidade onde pode-se observar visualmente que apresenta coloração, odor desagradável e sabor salino. Tal constatação motivou a investigação da qualidade do saneamento ambiental do Balneário Lagomar.

Esta dissertação está dividida em cinco capítulos. O primeiro capítulo, a Introdução, contém a importância, justificativa e os objetivos. No segundo capítulo, Revisão da Literatura, foram levantados dados referentes às características dos solos de restinga, água subterrânea e contaminações em solos e águas subterrâneas. Descrevem-se também

características da área de estudo e dos sistemas alternativos de tratamento de efluentes. No terceiro capítulo, Materiais e Métodos; i) levantamento da literatura, englobando as características da área objeto de estudo e suas peculiaridades; ii) elaboração de mapas sendo de uso e ocupação em trono do bairro do Lagomar e dos pontos georreferenciados; iii) escolha e características dos pontos; iv) georreferenciamento dos pontos; v) coleta e o acondicionamento das amostras e vi) parâmetros analisados. No quarto capítulo, Resultados e Discussão apresentam-se os resultados das dez amostras em cada uma das três campanhas. Também é apresentada uma análise temporal da amostras ao longo das três campanhas, e análise da balneabilidade da água. No quinto capítulo as conclusões apontam para contaminações de fossas em poços escavados, enfatizando as não-conformes para os padrões de potabilidade definidos na Resolução 518, apesar das amostras coletadas apresentarem conformidade para os padrões de balneabilidade.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão da literatura descreve sucintamente características dos solos de restinga, o tipo de aquífero no qual a área de estudo se caracteriza, a contaminação de solo e água subterrânea, bem como os efluentes domésticos, sistemas de fossas sépticas e associação de doenças ao uso inadequado do tratamento de efluentes domésticos, com destaque para as características da área de estudo.

2.1 Solos de restinga e água subterrânea

Solos de restinga ocorrem em faixas alongadas de areia quartzosas, formadas por planícies quaternárias que possuem superfície plana (ESTEVEZ, 1998). As áreas de restinga, no estado do Rio de Janeiro, estão atualmente ocupadas por resquícios de vegetação de restinga, pastagens, núcleos urbanos (especialmente na região dos lagos) e agricultura (plantações de coco). Segundo o Relatório Geológico do Estado do Rio de Janeiro (COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSO MINERAL – CPRM, 2001), esses solos são permeáveis e apresentam níveis de lençol freático elevados; baixa fertilidade natural; aquífero confinados a semiconfinados. Predominam nas áreas de restinga os solos das classes, Espodossolos e Neossolos, e conforme Sistema Brasileiro de Classificação de Solos da Embrapa de 1999.

Os espodossolos são constituídos por material mineral, apresentando horizonte B espódico, imediatamente abaixo de horizonte E ou A, dentro de 200 cm da superfície do solo, ou de 400 cm de profundidade, se a soma do horizonte A + E ou horizonte hístico + E ultrapassa 200 cm de profundidade. Esta classe de solo cobre áreas de 1216,0 km² aproximadamente 2,8% do Estado do Rio de Janeiro. Os solos classificados como Neossolos são pouco evoluídos e sem horizonte B diagnóstico e apresentando textura areia ou areia franca nos horizontes ate, no mínimo, a profundidade de 150 cm a partir da superfície do solo ou até um contato lítico; essencialmente quartzosos tendo nas frações areia grossa e areia fina 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e, praticamente, ausência de minerais primários alteráveis, menos resistentes ao intemperismo (EMBRAPA, 1999).

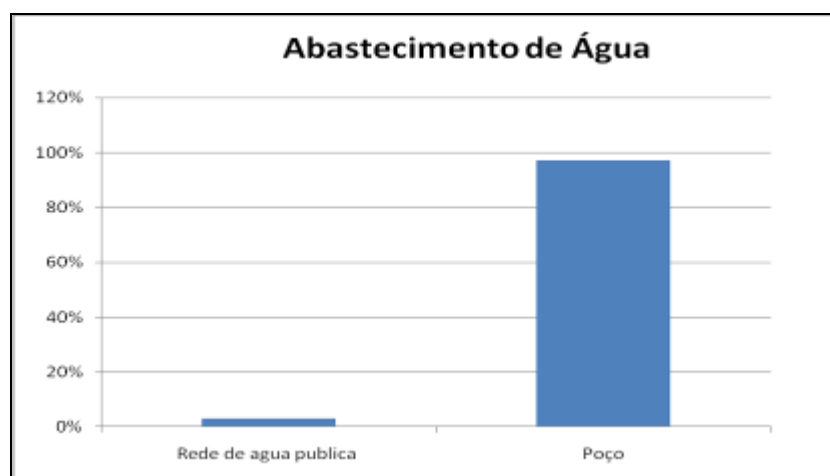
Estas classes de solos não são indicadas para utilização agrícola, pois apresentam fortes limitações ao uso agrícola devido, sobretudo, à elevada suscetibilidade à erosão, inferida pela pouca espessura do horizonte B. Em virtude dessas condições, são mais indicadas para preservação do Meio Ambiente, Relatório Geológico do estado do Rio de Janeiro (CPRM, 2001) tais como o Parque Nacional Restinga de Jurubatiba, classificado como Unidade de Conservação da Natureza - Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC (Brasil, 2000), ou seja, áreas que não deveriam sofrer uma ocupação desordenada. Pelo contrário, são regidas por Lei Federal e deve haver planejamento devido a sua fragilidade e singularidade.

Segundo dados da Companhia de Pesquisa de Recurso Mineral (2001) praticamente todos os países do mundo utilizam água subterrânea para abastecimento. A relação de demanda quanto ao uso varia entre países e regiões de um mesmo país, sendo que, de um modo geral o abastecimento público possui maior demanda que o individual. Na Europa, em torno de 75% do abastecimento público é oriundo de água subterrânea e em países como Suécia, Holanda e Bélgica esta proporção chega a 90%.

Segundo dados da Agência Nacional das Águas – ANA (BRASIL, 2009), a distribuição de água subterrânea no Brasil não é uniforme, pois algumas regiões possuem abundância e outras, escassez. As águas subterrâneas vêm sendo utilizadas para diversos fins e observa-se um aumento do consumo. Em algumas regiões brasileiras representam o principal manancial hídrico e desempenham papel socioeconômico, uma vez que permitem o acesso a comunidades pobres ou sem abastecimento público.

O bairro do Lagomar, segundo dados da Prefeitura Municipal de Macaé (PMM, 2010) possui, conforme gráfico, 1, 3% da população abastecida pela rede pública e 97% através de poços escavados.

Gráfico 1 – Abastecimento de Água



Fonte: Adaptado de, Prefeitura Municipal de Macaé. Secretaria Municipal de Saúde. Cadastro do Sistema de Informação da Atenção Básica – SIAB (PMM, 2010).

A população não possui tratamento de água público assim cada família se adequa à realidade e adota um método preventivo. Segundo a Prefeitura Municipal de Macaé (PMM, 2010), 95% da população do bairro consomem água filtrada, 1% ferve a água antes da ingestão, 1,5% utilizam água com adição de cloro e 2,5% da população não executa nenhum tipo de tratamento. O bairro Lagomar possui sistema de aquífero livres (superficiais), os quais são significativamente mais suscetíveis às contaminações do que os demais tipos de aquífero (LIMA; PEDROSA; ROCHA, 2008; CPRM, 2001).

A área em estudo não possui abastecimento de água tratada e a população tem como principais fontes a compra de caminhões pipa e utilização de poços escavados que possuem diâmetro médio de 2,5m e profundidade média de 40m. Estes corpos hídricos, segundo Barroso (2001 *apud* LIMA; PEDROSA; ROCHA, 2008), estão sujeitos a contaminações devido à ausência simultânea de estações de tratamento de efluentes domésticos no local e a baixa profundidade destes poços (BEATO *et al.*, 2003).

2.2 Contaminação ambiental: Solo e água subterrânea

A contaminação é definida pela transmissão de substâncias ou microrganismos que causam danos à saúde (BRAGA *et al.*, 2005). A contaminação ambiental não é um hábito moderno, e ocorre desde a época dos romanos. O primeiro tipo de contaminação diz respeito ao emprego de fertilizantes sintéticos e defensivos agrícolas e o segundo tipo está associado à infiltração de fossas, aterros sanitários, vazamentos de tanques, derramamentos de industriais, resíduos perigosos enterrados, lixiviações urbanas e resíduos nucleares (SCHNOOR, 1996).

As fontes de poluição são classificadas em difusa e pontual (VON SPERLING, 2005 *apud* PINHEIRO, 2008). As pontuais, tais como emissão de efluente e atividades agrícolas. As difusas são oriundas de vários pontos de emissão, mais difíceis de monitoramento, tais como poluição através de rede pluvial que podem estar associadas à emissão de efluentes de fossas sépticas quando não existência de estações de tratamento de efluentes e ou não utilização de sumidouros.

As contaminações do solo e da água estão associadas às ações antrópicas que vem com o passar dos anos, se agravando em função do uso irracional desses recursos. A preservação do solo está intrínseca na legislação, tal como o Estatuto da Cidade, regulamentado através da lei 10.257, de 10 de julho de 2001 que, no seu capítulo II, artigo 4, item III letra B, define como instrumento de política urbana a disciplina do parcelamento e o uso e ocupação do mesmo. Entretanto observa-se na figura 1 o inverso à regulamentação, pois o cenário atual é de potencial contaminação.

As características do solo, sua interação com a água e atmosfera e o manejo desse recurso são de suma importância no estudo das contaminações, tendo em vista que podem aumentar ou diminuir sua vulnerabilidade.

Figura 1 – Vista do bairro Lagomar



Fonte: Foto da autora (2010).

Um dos principais processos físicos de contaminação se dá pela dispersão através do meio poroso, onde mecanismos de advecção e difusão transportam os contaminantes (TROVÃO, 2006; DYMINSKI, 2006). Advecção é o mecanismo de transporte através do fluxo do fluido e dispersão é o somatório de dois mecanismos - a difusão molecular, fenômeno da migração de uma região de maior concentração para uma de menor concentração e a difusão hidrodinâmica, que é a diferença de velocidade de fluxo nos poros do solo o que faz com que a solução se disperse (DYMINSKI, 2006; FETTER, 2004 *apud* TROVÃO, 2006).

Para dispersão do contaminante no meio fluido a condutividade hidráulica é importante, pois orienta a movimentação da água no solo e depende do nível de saturação quanto menor a umidade, menor a energia potencial e conseqüentemente menor a carga hidráulica (FETTER, 2004 *apud* TROVÃO, 2006).

Processos químicos e bioquímicos de contaminação do solo são inerentes aos compostos minerais silicatados que se envolvem em reações químicas devido aos solos que possuem capacidade de troca de catiônica (BAIRD, 2002; DYMINSKI, 2006). A capacidade

de troca catiônica é definida como sendo a soma total de cátions que um solo pode adsorver (KIEHL, 1979).

A sorção é um dos relevantes processos e está definido como o somatório da adsorção e absorção. A adsorção é definida como o fenômeno de aderência a partículas do solo, através de forças de atração elétrica e absorção é a retenção das substâncias pelos poros (DYMINSKI, 2006).

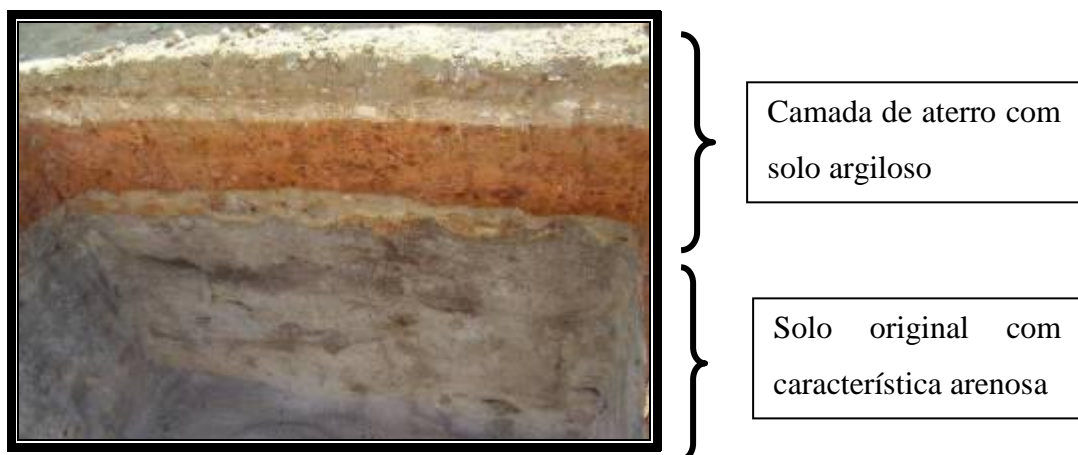
Além dos diferentes processos químicos e bioquímicos identificados acima, outros são de suma importância, tais como:

- Sorção hidráulica, processo do contaminante orgânico que é retido pela matéria orgânica do solo;
- Precipitação quando ocorre excesso no grau de solubilidade;
- Biodegradação feita através de microorganismos;
- Degradação abiótica através de processos de oxi-redução, hidrólise e ionização;
- Volatilização difusão dos gases;
- Dissolução, ocorre à reação inversa à precipitação;
- Formação de complexos e ligação entre cátion metálico e um ânion ou molécula polar aumenta a solubilidade;
- Co-valência e dissolução entre vários solventes e a ionização de ácidos e bases, que aumentam a solubilidade na água.

Além dos fatores físicos, químicos e bioquímicos que regem os mecanismos de movimentação do contaminante no solo, outros fatores intervenientes vão influenciar, tais como as características dos contaminantes, do solo, do ambiente, e a temperatura (DYMINSKI, 2006).

Na figura 2 a seguir, observa-se um perfil do solo no Bairro Lagomar e a prática de aterrar a primeira camada, tendo em vista que parte deste bairro está sujeita a alagamentos, devido à elevação de lençol freático e à baixa declividade.

Figura 2 – Perfil do solo no Lagomar



Fonte: Foto da autora (2005).

A disseminação de bactérias no solo varia em função da estrutura biológica dos organismos patogênicos, pois cada espécie possui maior ou menor resistência. Contudo a disseminação horizontal é quase nula, chegando a 1m de raio, todavia a vertical chega a 3m em terrenos sem fenda (COELHO, 2007).

Para áreas que possuem abastecimento de água através de poços escavados, ou seja, captam água do freático a pouca profundidade, também conhecidos como rasos ou cacimbas (ECKHARDT *et al.*, 2009) esse dado é de relevância, tendo em vista que estes são assentados sobre solos permeáveis aumentando o potencial de poluição, características condizentes com a área objeto de estudo desta dissertação.

As principais fontes poluidoras de águas subterrâneas estão associadas à criação de animais, sistemas de saneamento através de fossas sépticas ou fossas rudimentares, aterros sanitários, escoamento das águas pluviais pelos solos fertilizados (HIRATA; VANIER, 2002). Muitos autores dissertam sobre contaminações através de efluentes domésticos nos solos, segundo Firme (2003) e Ferreira (2002) no município de Piracicaba-SP há contaminação dos solos nas margens do rio por esgoto doméstico.

A qualidade da água subterrânea é tão importante quanto sua quantidade. A qualidade é definida como resultado do conjunto de características físicas, químicas, biológicas e organolépticas, para o padrão definido de acordo com sua finalidade (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL – CETESB, 2009).

As composições químicas e físicas da água subterrânea estão associadas às características de contato com rochas ou solo, menor velocidade de escoamento, maiores pressões e temperaturas e facilidade de dissolver gás carbônico ao percolar. Devido a tais características, as águas subterrâneas possuem concentrações de sais diferentes das águas superficiais e estas podem variar conforme litologia (CETESB, 2009).

A qualidade da água é função do uso e ocupação do solo em uma bacia, que pode ser representada através de diversos parâmetros físico, químico e biológico (FONSECA, 2007). A seguir serão relacionados os principais parâmetros analisados neste estudo, contudo, segundo Pinheiro (2008), vale ressaltar que é necessário separar sempre que possível os aspectos naturais dos antrópicos:

a) Cloretos, segundo Sperling (2005) estão presentes em todas as águas naturais e podem ser oriundos da dissolução de sais e interferem no sabor da água e em níveis baixos podem interferir em outras determinações, como Demanda Química de Oxigênio - DQO (FONSECA, 2007). Quando há uma correlação entre o cloreto e o nitrato existe probabilidade que a fonte de tais elementos seja a mesma decorrente de saneamento *in situ*. Como exemplo, a falta de saneamento básico no município de Mirante da Serra- RO acarretou a contaminação de cloreto nas águas subterrâneas (CAMPOS, 2004).

b) A concentração de patógenos por unidade de volume em um corpo hídrico Segundo Von Sperling (2005), é determinante para medir a potencialidade de uma água em transmitir doenças. Os organismos mais utilizados como indicadores de contaminação fecal são as bactérias do grupo coliforme. Os mais usuais são os coliformes totais; o coliforme fecal e *Escherichia coli*.

Os coliformes totais são do grupo de bactérias que, segundo VON SPERLING (2005) podem ser chamadas de 'ambiental' dado seu potencial de incidir em águas e solos que não estão contaminados. Coliformes fecais são de origem do trato intestinal humano e de outros animais. *Escherichia coli* é a principal do grupo dos coliformes fecais, abundante nas fezes humanas e de animais (VON SPERLING, 2005). Diferente dos coliformes fecais e totais é o único organismo que garante que a contaminação é exclusivamente fecal (PINHEIRO, 2008).

c) Condutividade é a capacidade de transmitir corrente elétrica. Sua origem são substâncias que se encontram dissolvidas (FONSECA, 2007). Esse parâmetro pode ajudar a detectar fontes poluidoras nos ecossistemas aquáticos (PINHEIRO, 2008). A condutividade

elétrica será utilizada para se calcular a concentração de sal nas amostras e classificá-las nos padrões de balneabilidade.

d) A cor pode ser de origem natural ou antropogênica. Os sólidos dissolvidos são os responsáveis pela coloração da água e quando de origem antropogênica podem estar associados a efluentes domésticos e industriais. A utilização mais freqüente desse parâmetro é para caracterização de água bruta e tratada. A cor aparente inclui uma parcela de turbidez da água (VON SPERLING, 2005).

e) Turbidez assim como a cor, influi na passagem de luz através da água, prejudicando a fotossíntese. As principais fontes são os sólidos em suspensão que podem ser de origem natural e antropogênica (FONSECA, 2007), podendo estar associadas a compostos tóxicos e organismos patogênicos (VON SPERLING, 2005).

f) pH representa a concentração de íons hidrogênio, indicando a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade, e possui como fonte os sólidos e gases dissolvidos (FONSECA, 2007).

g) Nitrogênio é um elemento importante que participa da formação de proteínas e componentes básicos da biomassa (ESTEVES, 1998). Dentro do ciclo biogeoquímico do nitrogênio existem inúmeras formas de composição química, entretanto no meio aquático o pode ser encontrado na forma molecular (N_2), na forma orgânica, amônia, nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-) (FONSECA, 2007). Para Lima, Pedrosa e Rocha (2008) o íon nitrato possui grande mobilidade para que possa se deslocado para camadas subterrâneas. Ainda, segundo os mesmos autores acima as águas subterrâneas dissolvem teores em torno de 0,1 a 10mg/ L, todavia teores acima de 0,3mg/ L podem indicar poluição. Segundo CONAMA 396/2008 o limite de nitrato em água subterrânea para consumo 1.000 μ g/ L. O valor máximo para a portaria 518/04 é de 10mg/ L de nitrato. No município de Maceió, Alagoas, confirma-se que há migração contínua para águas subterrâneas pela presença de poços absorventes e sumidouros. O excesso de nitrato nas águas pode causar doenças, tais como metahemoglobinemia e até levar à morte (LIMA; PEDROSA; ROCHA, 2008).

2.3 Efluentes

Efluente orgânico de origem sanitária é definido na Diretriz 215, R. 4 de 26 de setembro de 2007 como: “Efluentes sanitários, domésticos e outros despejados contendo matéria orgânica biodegradável proveniente de atividades poluidoras não industriais e os esgotos sanitários gerados em indústrias com sistema de tratamento independente” (RIO DE JANEIRO, 2007).

Os principais componentes dos efluentes são a água, constituindo 99,9% dos efluentes e é também o veículo transportador dos sólidos e matéria orgânica (BAIRD, 2002). Os componentes sólidos orgânicos são predominantemente constituídos de proteínas, carboidratos, gorduras, surfactantes e uréia, enquanto os sólidos inorgânicos são constituídos de substâncias minerais dissolvidas e areia (BRASIL, 1999). As concentrações dos componentes dos efluentes dependem de vários fatores como, a água de abastecimento, o uso submetido à água, as condições sociais, consumo per capita de água (COELHO, 2007).

As principais características se subdividem em: físicas, químicas e biológicas. As físicas são: matéria orgânica, temperatura, odor, (cor e turbidez e vazão). As químicas são: matéria orgânica e inorgânica, sendo que a orgânica é composta por cerca de 70% dos sólidos dos efluentes e são de origem orgânica, ou seja, compostos de carbono, hidrogênio, oxigênio e algumas vezes nitrogênio. Utilizando tratamento primário, pode-se remover parte dos sólidos totais (FUNASA, 2004 *apud* COELHO, 2007). A matéria inorgânica é composta principalmente pela presença de areia e de substâncias minerais dissolvidas. As principais características biológicas dos efluentes domésticos são microorganismos de água residual e indicadores de poluição. Utiliza-se o consórcio de tratamento primário e secundário para eliminar a matéria orgânica e patógenos (PAGANINNI, 1997 *apud* COELHO, 2007).

Os microorganismos encontrados nos efluentes domésticos são bactérias, vírus, protozoários e helmintos. Diversas são as formas de contágio das doenças transmitidas através da água. As principais vias de transmissão se dão através do feco-oral, contato da pele com a água contaminada ou ingestão de carne mal cozida (BRASIL, 1999).

Para se monitorar a qualidade do efluente deve-se seguir a Diretriz Técnica da FEEMA – 202- R.10 que define os padrões para lançamento de efluentes diretamente ou indiretamente nas águas interiores costeiras, superficial ou subterrânea, do Estado do Rio de Janeiro (RIO DE JANEIRO, 2006).

Diferentes métodos de tratamento de efluente são observados em operação, contudo o país utiliza com maior frequência as estações de tratamento, fossa séptica, e fossas rudimentares (IBGE, 2009). Poucos sistemas alternativos de tratamento de efluente se estão implementados e somente um dentre os demais não utiliza a água, denominado fossa seca. Quando da escolha do sistema adequado para cada região, deve-se levar em conta peculiaridades, como a classe de solo, a precipitação e sua distribuição ao longo do ano, classe social da comunidade, infra-estrutura de saneamento já existente, recurso disponível, densidade populacional entre outras. A abordagem de inovações no consumo e na reutilização da água deverá acontecer para melhorar a gestão dos recursos hídricos (TUNDISI, 2003).

2.4 Fossa séptica e filtro

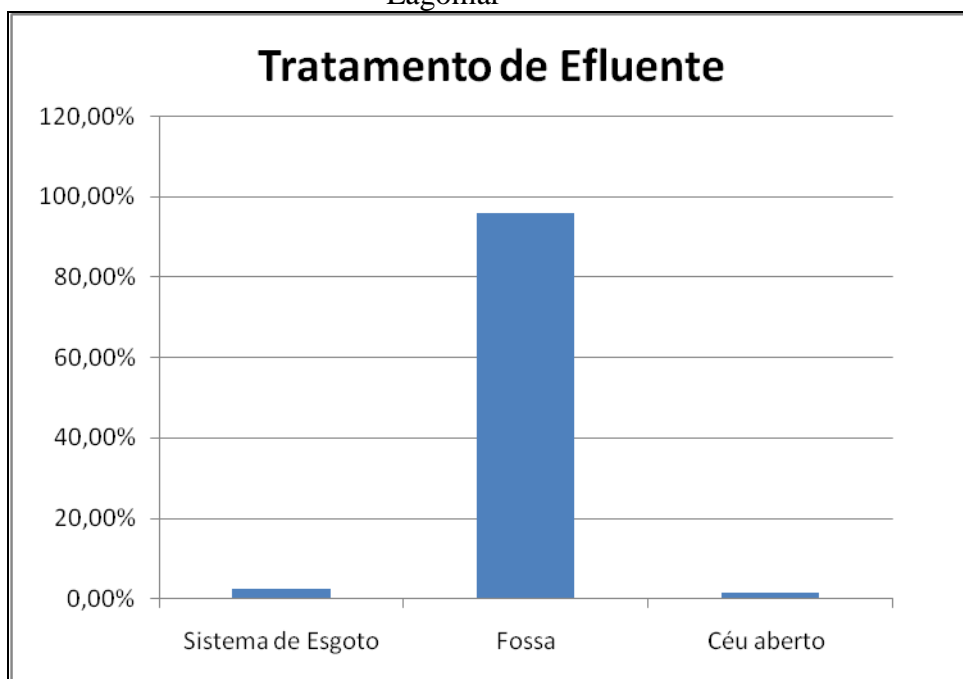
Segundo dados do IBGE (2009), no Brasil apenas 54,5% da população urbana possuem seus domicílios conectados às redes coletoras de efluentes sanitários. Entretanto esses dados não representam conforto em relação à contaminação dos corpos hídricos, tendo em vista que alguns domicílios apesar de possuírem ligação à rede coletora do município, em alguns casos não possuem Estações de tratamento de efluentes, ou seja, os efluentes são despejados na rede pública e posteriormente em corpos hídricos sem o devido tratamento. No Estado do Rio de Janeiro, os dados são ligeiramente mais confortáveis apresentando 62% de conexão às redes, todavia ainda muito aquém do desejável.

Nas regiões onde não se apresentam conexões com redes municipais, a segunda opção mais utilizada pela população brasileira são os sistemas de tratamento por fossas sépticas. No Brasil, aproximadamente 23,4% das áreas urbanas tratam seus efluentes através deste sistema e no Estado do Rio de Janeiro 29,8% (IBGE, 2009).

Segundo o TCE-RJ (*apud* RAMOS, 2008), o município de Macaé não está muito distante da realidade brasileira, e apresenta 67% de domicílios ligados à rede e 15,6% utilizam fossa séptica para tratar seus efluentes antes de despejá-los nos corpos hídricos. No bairro do Lagomar, segundo dados da Secretaria Municipal de Saúde de Macaé no ano de 2010, têm-se cadastrado no Sistema de Informação da Atenção Básica (SIAB) 9.032 pessoas,

entretanto este número representa apenas 22,58% da população do bairro estimada pela Prefeitura Municipal de Macaé, 2010 em 40.000 moradores. Do montante total cadastrado no SIAB, 2,5% têm sistema de esgoto, 96% possuem fossa séptica e 1,5% dos efluentes são despejados a céu aberto, conforme observa-se no gráfico 2 (PMM, 2010).

Gráfico 2 – Proporções dos diferentes tipos de tratamento de efluente no bairro Lagomar



Fonte: Adaptado de, Prefeitura Municipal de Macaé. Secretaria Municipal de Saúde. Cadastro do Sistema de Informação da Atenção Básica – SIAB (PMM, 2010).

As fossas sépticas são um dos sistemas mais utilizados no Brasil por serem de baixo custo, fácil construção e manutenção e requerem áreas relativamente pequenas, muito utilizadas em áreas rurais e urbanas onde não exista rede coletora.

O bairro do Lagomar, área de objeto de estudo desta dissertação, apresenta realidade condizente com a brasileira, com ausência da rede coletora. Sendo assim os moradores são obrigados a utilizarem sistemas de fossa séptica, seguidas de filtro ou sumidouro, causando potencial poluição aos corpos hídricos. A situação é mais grave tendo em vista que a fonte principal de água de abastecimento da população são os poços escavados com pouca profundidade.

Tendo em vista os padrões utilizados na construção destas fossas sépticas e como está sendo feita a manutenção desses sistemas no Lagomar, a eficácia do tratamento empregado é duvidosa. A existência desses sistemas, que se apresentam em larga escala no Brasil não impede a contaminação dos corpos hídricos, tendo em vista ser sua eficácia dependente da construção e manutenção adequada por parte dos usuários (ABNT, 1993). Observa-se na figura 3 a existência de sistema de tratamento de efluente em situação de não - conformidade.

Figura 3 – Vazamento de efluente doméstico

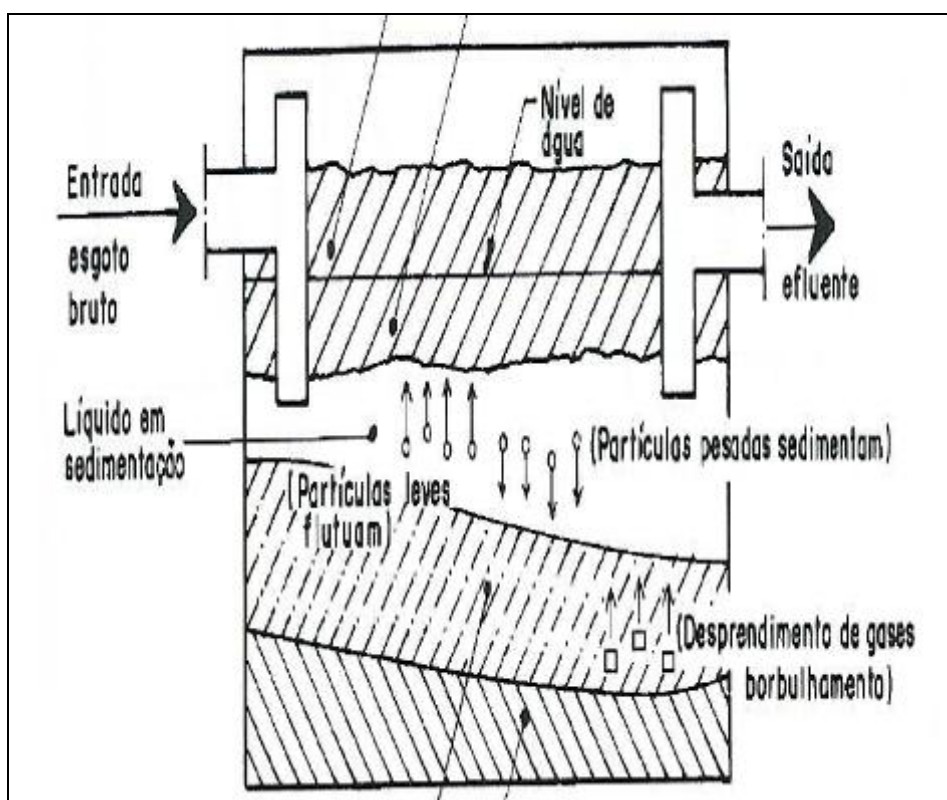


Fonte: Elaboração própria

O dimensionamento desses sistemas é um fator determinante na sua eficácia, tendo em vista que quando sub-dimensionado não apresentam a eficácia desejada. O padrão adequado de construção desse sistema se encontra procedimentado na NBR 7229/ 1993 (ABNT, 1993), onde se define tanque séptico/ fossa séptica como uma unidade cilíndrica ou prismática ou retangular, de fluxo horizontal, para tratamento de esgotos por processos de sedimentação, flotação e digestão. É uma caixa hermeticamente fechada onde se acumulam efluentes domésticos e se executa o tratamento primário de separar e transformar a parte sólida da parte líquida do efluente.

Conforme desenho esquemático representado na figura 4 o efluente entrada no sistema e as partículas sólidas e densas tendem a se depositar no fundo do tanque e se transformam em lodo. A parte líquida do efluente sai do sistema e o tratamento será complementado através de - filtros anaeróbios, filtros aeróbios, filtro de areia, vala de infiltração, escoamento superficial e desinfecção podendo também utilizar como disposição final - poços absorventes, vala de infiltração, corpo de água e sistema público (NBR 7229/1993).

Figura 4 - Fluxograma da Fossa septica



Fonte: NBR 7229/ 1993

Observa-se nas figuras 5 e 6 a vista superior e o interior de um sistema de fossa séptica em construção para atender o tratamento de efluentes domésticos.



Figura 5 – Fossa séptica em construção Figura 6 – Vista interior da fossa Séptica
Fonte: Elaboração própria.

Ainda segundo NBR 7229/ 1993 (ABNT, 1993), somente é indicado o uso dessas fossas para áreas desprovidas de rede pública. Mesmo quando o dimensionamento for adequado, não se pode garantir que haverá efetiva remoção de matéria orgânica, nitrogênio, fósforo e coliformes nesses reatores, havendo quase sempre a necessidade de implantação de unidades de pós-tratamento, como filtros (MAGRI, 2004). Usualmente se observa as fossas sépticas seguidas de filtros ou sumidouros ligados à rede coletora, quando existente. Os conjuntos em análise possuem filtros anaeróbios e têm como destinação final a rede pluvial do município, em que não apresenta estação de tratamento de esgoto em operação.

A ineficácia do sistema de tratamento de efluente pelo Estado contribui para um cenário de má qualidade ambiental, que segundo Ferrete (2007), pode estar associada à falha de planejamento urbano e rural.

A ocupação desordenada demonstra descaso com as características ambientais, favorecendo a crescente degradação do ambiente natural. O zoneamento ambiental é uma prática preventiva que visa ao controle e à direção da ocupação do território. Apesar de existirem instrumentos que estabelecem diretrizes gerais para política urbana, regulamentados através da Lei 10.257, de 10/07/01. Henrique e Mendes (2001) apresentam que no Brasil o zoneamento ambiental tem sido utilizado após a constatação de problemas como ação corretiva.

Os mesmos autores afirmam que no território litorâneo paulista estão concentrados os maiores resquícios de Mata Atlântica e de manguezais, assim como parte da população

carente do Estado. Não muito distante da realidade paulista, o bairro do Lagomar assenta uma comunidade carente com graves deficiências de infra-estrutura, aumentando a pressão antrópica e modificando os últimos resquícios de restinga.

2.5 Doenças associadas ao saneamento inadequado

As pressões antrópicas dos centros urbanos causam impactos negativos como exemplo,, o consumo de água e a geração de efluentes (PINHEIRO, 2008). Quando o saneamento ambiental é inadequado, as populações estão expostas aos riscos sanitários. O Sistema Único de Saúde- SUS, classifica as doenças associadas à ineficiência do saneamento ambiental, as Infecto – Parasitárias, DIP (COSTA, 2002), em 15 grupos de 5 grandes categorias, conforme quadro 1.

Quadro 1 – Doenças infecto - parasitarias (DIP)

CATEGORIA	GRUPO DE DOENÇAS	DOENÇAS
Doenças de transmissão feco-oral	1- Diarréia	1 Cólera
		2 Infecções por salmonella
		3 Shigelose
		4 Outras infecções intestinais bacterianas (Escherichii coli, etc...)
		5 Amebíase
		6 Outras doenças intestinais por protozoários
		7 Isosporiase, e outras
		8 Doenças intestinais por vírus
	2 Febre entérica	2 Febre Tifóide
	3 Hepatite A	3 Febre paratífóide
Doenças transmitidas por inseto vetor	4 Dengue	6 Leishmaniose tegumentar e visceral
	5 Febre amarela	
	6 Leishmanioses	
	7 Filarioses linfáticas	
	8 Malária	
9 Doenças de Chagas		
Doenças transmitida através do contato com a água	10 Esquistossomose	
	11 Leptospirose	
Doenças relacionadas com a higiene	12 Doenças dos olhos	12 Tracoma e conjuntivites
	13 Doenças da pele	13 Dermatofitoses e outras
Geo- helmintos e teníases	14 Helmintíases	14 Helmintíases
	15 Teníases	15 Teníases

Fonte: Adaptado da, Classificação internacional de doenças OMS (COSTA *et al.*, 2002)

Segundo Costa *et al.* (2002), as doenças com tendências a redução de número de infectados são: diarreias, malária, hepatite, leishmaniose, leptospirose, febre entérica, helmintíase, esquistossomose, conjuntivite, teníase e tracoma. As com tendências ao crescimento são: dengue, doença de Chagas, micoses superiores, filariose linfática e febre amarela.

Doenças Relacionadas ao Saneamento Inadequado – DRSAI são casos de registros hospitalares. No quadro 2, pode-se observar o número absoluto de casos registrados, entretanto podemos pensar que os números reais são maiores, tendo em vista as subnotificações. O quadro contudo não permite observar as diferentes regiões do Brasil, haja vista que determinadas doenças possuem regiões próprias de ocorrência. No aspecto geral, observa-se uma melhora, ou seja, diminuição das internações hospitalares entre 1996 e 2003, todavia vale lembrar que estamos longe do quadro ideal.

Quadro 2 – Internações Hospitalares por DRSAI

DOENÇAS	1996	2003
1 Diarréia	662.927	558.029
2 Febre entérica	5.989	1.133
3 Hepatite A	13419	2995
4 Dengue	515	53139
5 Febre amarela	55	78
6 Leishmanioses	4.072	3.314
7 Filarioses linfáticas	122	181
8 Malária	29.191	10.417
9 Doenças de chagas	952	3.579
10 Esquistossomose	1.657	972
11 Leptospirose	3.697	2.912
12 Doenças dos olhos	6.299	24
13 Doenças da pele	277	1.365
14 Helmintíases	2.320	1.408
15 Teníases	589	1

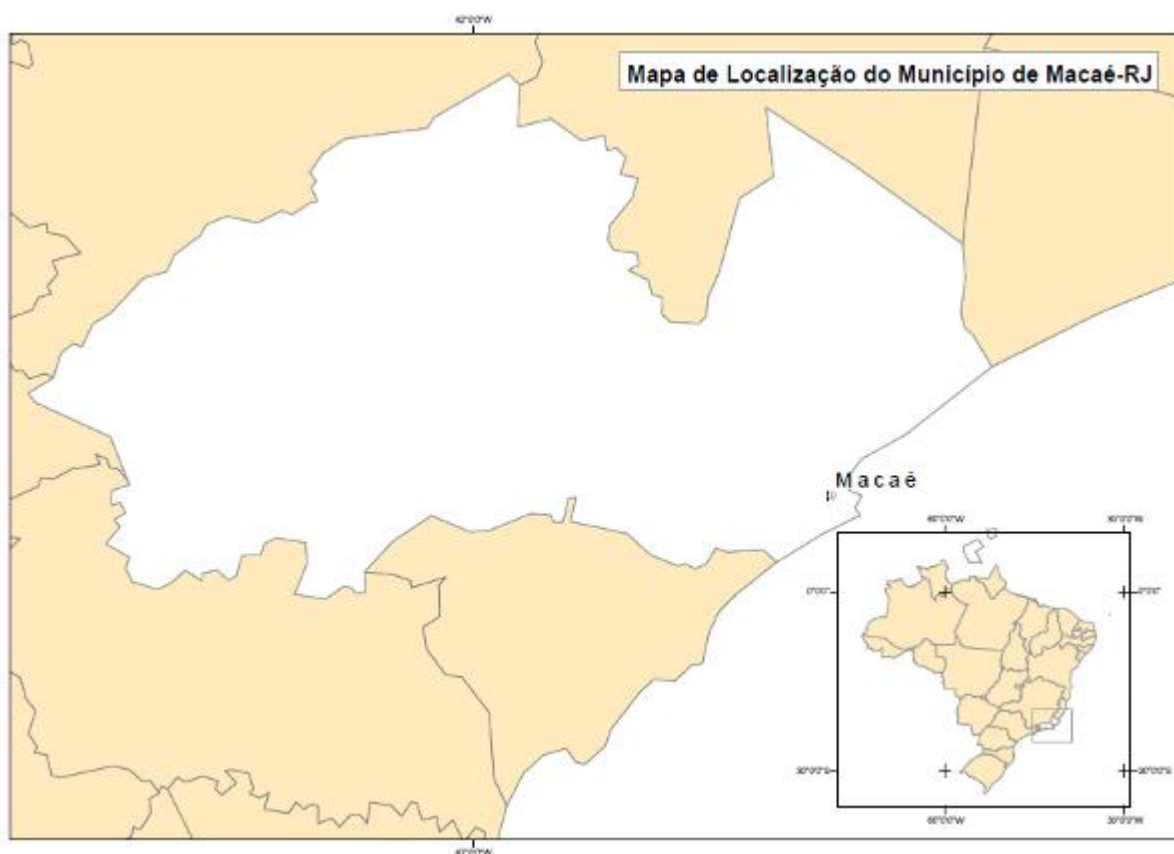
Fonte: Adaptado de Classificação internacional de doenças – Organização Mundial da Saúde (COSTA *et al.*, 2002).

Apesar dos avanços em termos gerais, três doenças especificamente apresentaram um crescimento considerável a doenças de Chagas, as doenças da pele e a dengue. Nota-se um crescimento expressivo no período.

2.6 Caracterização da área de estudo

O município de Macaé está localizado ao Norte do Estado do Rio de Janeiro, e aproximadamente a 200 km da capital, conforme apresentado na figura 7. O principal acesso é feito pela BR- 101. Segundo dados do IBGE (2009), o município possuía uma população de cento e noventa e quatro mil e quatrocentas e treze pessoas.

Figura 7 – Mapa da localização do município de Macaé



Fonte: Elaboração própria.

A economia do município de Macaé é sustentada pelas atividades ligadas à base exploração marítima de petróleo (*offshore*). Na década de 70, iniciou-se o processo de

instalações das empresas em Macaé e, a cada ano, aumenta o número de empreendimentos que migram para o município e instalam seus canteiros para desenvolverem diversas atividades na exploração e distribuição de petróleo e gás. Alguns bairros são característicos por inúmeras empresas instaladas, ou seja, “parques industriais”.

A área de estudo pertence a Planícies Costeiras, formadas por terraços Arenosos de Terraços Marinhos, cordões Arenosos e Campos de Dunas localizadas na divisa com o município de Carapebus (CPRM, 2001). Observa-se na figura 8 uma vista da praia do Lagomar. O bairro Lagomar, objeto de estudo, se encontra instalado ao norte do município de Macaé, e está a 2 km do terminal da Transpetro/ Petrobras em Cabiúnas e aproximadamente a 12 km do centro urbano. As indústrias instaladas nessa área se encontram entre a área no entorno do Parque Nacional Restinga de Jurubatiba. O ecossistema abriga espécies endêmicas e uma comunidade de baixa renda sem acesso a água tratada e saneamento público.

Figura 8 – Vista da praia do Lagomar



Fonte: Elaboração Própria (2010).

A restinga, foi formada a partir de recuos e avanços do mar durante o período Quaternário. A justaposição sucessiva de depósitos arenosos paralelos à costa criou dunas dando origem à planície arenosa na qual se encontram pelo menos, dezoito lagoas costeiras. Observa-se na figura 9 o PARNA Jurubatiba e sua beleza cênica.

Figura 9 – Parque Nacional Restinga de Jurubatiba



Fonte: Secretaria Municipal de Meio Ambiente – SEMMA (PMM, 2002).

Dentre os problemas socioambientais o saneamento apresenta uma deficiência notória no município de Macaé, pois somente 89,3% da população municipal possuíam abastecimento de água tratada. No ano de 2000, o município possuía 132.461 pessoas e dentre estas aproximadamente 13.000 pessoas não possuíam água tratada, ou seja, utilizavam poços, nascentes e outras captações de água para abastecimento. Além da ausência de água tratada em parte do município, segundo dados do IBGE, 2000 apenas 89,3% do município possuíam conexão com a rede de esgotamento ou pluvial; aproximadamente 20.000 pessoas tratavam os efluentes através de fossas sépticas, 15%, e 24.000 pessoas usam outros

tratamentos tais como fossas rudimentares, valas, rio, lagos, mar, outros tipos, ou seja, 18,2% da população. Mesmo aqueles que possuem conexão com a rede não garantem o despejo nos corpos hídricos dentro dos padrões aceitáveis.

Observa-se na figura 10 a vista aérea do bairro do Lagomar e uma distinta divisão entre o bairro e o Parque Nacional Restinga de Jurubatiba – PARNA.

Figura 10 – Vista aérea do Bairro Lagomar e o limite com o PARNA Jurubatiba

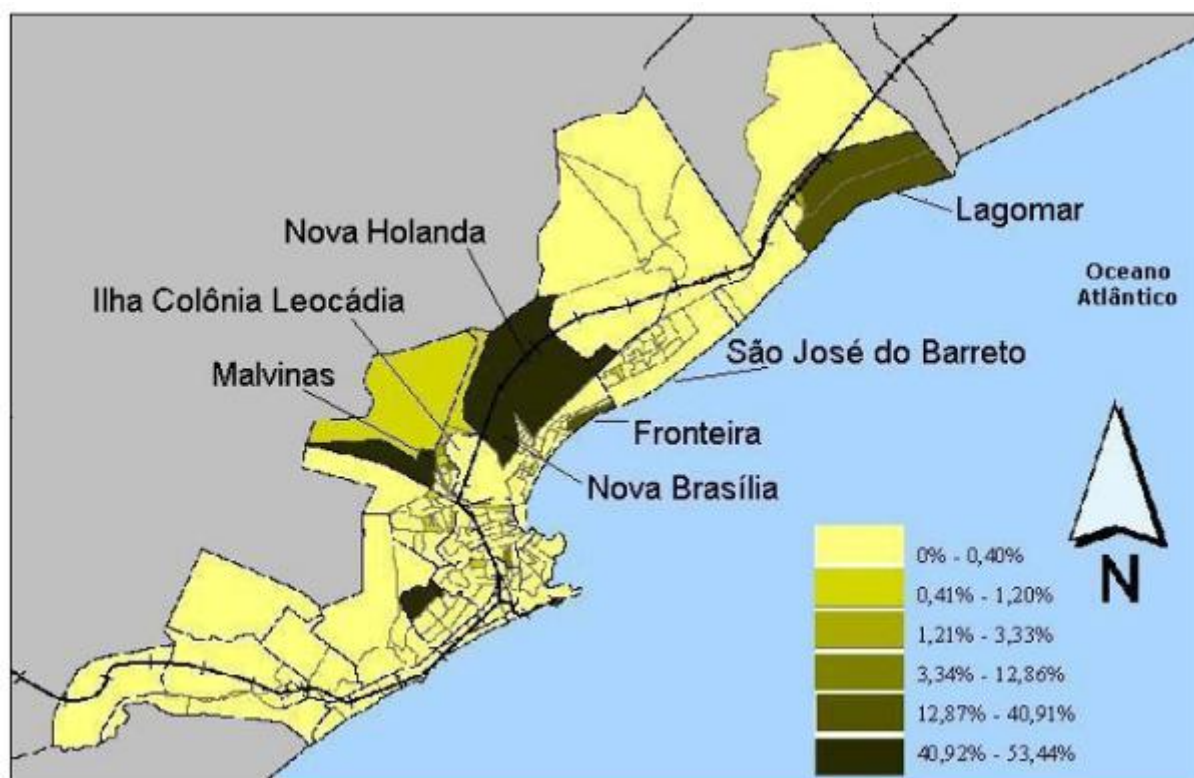


Fonte: SEMMA (PMM, 2002).

O bairro está assentado sobre restinga, e essa é uma das áreas urbanas que tem sido mais intensamente impactada com as invasões irregulares com fins de uso habitacional, constituindo loteamentos irregulares. Essas ocupações desordenadas são acessos alternativos ao mercado imobiliário para famílias de menor renda. Segundo Villaça (2001 *apud* FARIA; TOUGEIRO, 2010) a estruturação do espaço urbano é dominada pelos agentes sociais que detêm maior renda e esses são escolhidos as áreas de acordo com as vantagens e infraestrutura. Assim inicia-se a segregação do espaço urbano de acordo com as diferentes rendas e surgem os bairros populares (FARIA; TOUGEIRO, 2010).

Observa-se na figura 11 que Lagomar possui de 40,9 a 53,44% de domicílios em situação de invasão e segundo Sevilla (2007 *apud* FARIA; TOUGEIRO, 2010) com isso iniciam-se os conflitos, pois há divergência de interpretação sobre a apropriação dos espaços ocupados. O bairro possui um conflito instalado no município com visibilidade pública, que foi instituído no Ministério Público Estadual e Federal, o mediador do conflito. O conflito no Lagomar foi instalado, segundo Soares (2006 *apud* FARIA; TOUGEIRO, 2010) pela apropriação de restinga de Macaé e os loteadores e os moradores são os denunciados, acusados de “supressão de vegetação de restinga” e compra de “lotes fora do padrão”.

Figura 11: Porcentagem de domicílios em situação de invasão.



Fonte: Almeida (2010).

O conflito no bairro do lagomar possuem três atores principais- o órgão fiscalizador municipal, os ocupantes e os poder público municipal e tal conflito gerou três ações públicas e a celebração do termo de Ajuste de Conduta –TAC, que não significa a resolução do conflito (FARIA E TOUGUEIRO, 2010).

As áreas de restinga são depósitos de minerais intemperizados e com dependência da matéria orgânica para se manter agregado (CPRM, 2001).

À leste da região metropolitana situa-se a Região dos Lagos, ... Propriamente dita, consiste de uma seqüência de planícies costeiras que se estendem de Maricá até o Parque Nacional Restinga de Jurubatiba, este localizado entre Macaé e barra do Furado. Trata-se de extensos cordões arenosos de origem marinha recobertos por vegetação de restinga, intercalados por depressões intercordões. Em alguns casos os cordões litorâneos foram retrabalhados por ação eólica...O crescimento acelerado de cidades como Macaé, com loteamentos indiscriminados, muitas vezes assentados sobre planícies costeiras, onde predominam solos bastantes permeáveis (Espodossolos carbícos ou ferrocárbicos e Neossolos Quartzarenícos), tem acarretado consideráveis danos ambientais. Além da destruição da vegetação de restinga, provocam a contaminação das Lagunas costeiras e do Lençol freático. Ademais, trata-se de uma área de escassa disponibilidade de água superficial ou subterrânea (CPRM, 2001).

O relevo é suave a médio, com menor tendência a erosões fluviais. Todavia ocorre facilidade de erosão eólica em áreas desprovidas de cobertura vegetal, tendo em vista que o tipo de solo é arenoso. Sem cobertura vegetal e com pouco teor de matéria orgânica o solo tem facilidade em se desagregar, ser removido e depositado em outros locais (CPRM, 2001).

A favorabilidade hidrogeológica se compõe de cordões de restinga e terraços litorâneos: Areias com matriz sílica a argilosa, granulométrica fina e grossa caracterizada por aquífero livre, rasos e normalmente salinizados, aproveitamento restrito. O relevo rebaixado tem ondulações suaves e planícies aluviais geralmente espessas e muito permeáveis (CPRM, 2001).

O Bairro do Lagomar possui as características acima citadas e uma das Lagoas existentes é a de Jurubatiba que se encontra nas coordenadas 22°17.628'S 41°41.451'O e é bastante visitada durante o verão pela população local. Observa-se, a seguir, na figura 12 a Lagoa de Jurubatiba.

Figura 12 – Foto aérea da Lagoa de Jurubatiba



Fonte: SEMMA (PMM, 2002).

As formações pioneiras referem-se às vegetações concentradas em áreas cujos solos estão submetidos às influências marinha, fluvial e fluviomarinha. Seus principais representantes são as restingas, os mangues e demais ambientes com acúmulo d'água e sujeitos a inundações periódicas. A vegetação de restinga é formada por faixas de areia, paralelas à linha da Costa, formadas principalmente por sedimentos arenosos transportados e empilhados pelo mar. Essas áreas compreendem ambientes diferenciados, tais como: mangues, brejos, dunas, lagoas (CPRM, 2001). A cobertura vegetal é um dos fatores que influenciam a erosão do solo e segundo dados da fundação SOS Mata Atlântica, no período entre 1985 a 1990 houve uma diminuição equivalente a 3,59% das áreas de restinga. As principais atividades econômicas responsáveis por tal processo de degradação são as especulações imobiliárias e a agricultura.

O bairro do Lagomar é de caráter predominante residencial, entretanto possui empresas instaladas. Existem muitos terrenos não ocupados, conforme se observa na figura 13, a seguir, e embora apresente crescimento acelerado, não há pressão imobiliária nesse setor, sendo que o valor do metro quadrado de terreno é de R\$ 70,43 (SILVA, 2004).

Figura 13 – Vista aérea do Lagomar



Fonte: SEMMA (PMM, 2002).

As terras sobre a área não são indicadas para utilização agrícola, pois apresentam forte limitação a este, devido, sobretudo, à elevada suscetibilidade à erosão, inferida pela pouca espessura do horizonte B. Predominam solos rasos, situados em áreas muito acidentadas, não raro associadas a afloramentos rochosos. Em virtude dessas condições, são mais indicadas para preservação (CPRM, 2001).

O relevo Litorâneo é composto por Planícies costeiras (terrenos arenosos de terraços marinhos, cordões arenosos e campos de dunas). Superfície sub horizontes com microrelevos ondulados de amplitudes topográficas inferiores a 20m, geradas por processos de sedimentação marinha e/ ou eólica. Terrenos bem drenados com padrão de drenagem paralelo, acompanhando as depressões intercordões. Unidades geoambiental de planícies costeiras (restingas) são descritas como cordões litorâneos constituídos por sedimentos quaternários, arenosos, de origem marinha e com predominância de solos da classe Espodossolos e Neossolos. A vegetação original é composta por floresta de restinga e atualmente, por vegetação de restinga, pastagens, (especialmente na região lagos) e, subordinadamente, por agricultura (plantações de coco). A precipitação media varia de 700 a 1400 mm (CPRM, 2001).

A área objeto de estudo apresenta limitações devidas a terrenos permeáveis, níveis de lençol freático elevado e suscetível a contaminações, solo arenoso e de baixa fertilidade natural. Terrenos suscetíveis à erosão eólica, quando desmatados. Aquífero livres, rasos, com

potencial restrito e águas freqüentemente salinizadas, que segundo Vignoli Filho (1988 *apud* FERRETE, 2007), são tipos de aquífero que, quando utilizados para abastecimento público aumentam o potencial de contaminação dos corpos hídricos subterrâneos, pois a água é captada através de poço rasos, caso específico do Lagomar. As recomendações para a área são que seja protegida por lei, preservada e recoberta por vegetação de restinga (CPRM, 2001).

2.7 Sistemas alternativos de tratamento de efluentes

Serão relacionados os sistemas: infiltração rápida; fossa seca; circuito bananeira; reator seqüencial por batelada (RSB) e *wetlands* (várzea artificial).

A técnica de infiltração rápida é a depuração das águas residuais através de infiltração direta sobre o solo, utilizada para tratar efluentes primários e secundários (COELHO, 2007).

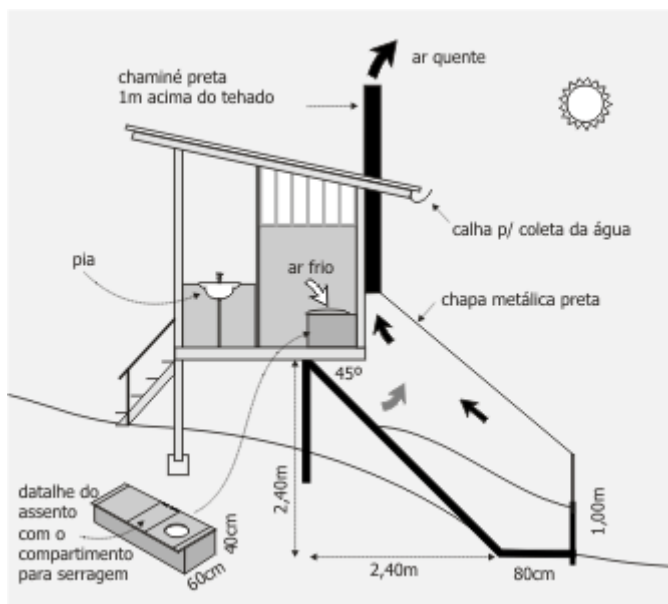
Esta forma natural de resolver os problemas dos esgotos domésticos foi transmitida ao povo helênico que utilizava um sistema similar como meio de eliminação de água residuais da cidade de Atenas. Porém, a colonização romana com a prática da construção de cloacas e o deságüe dos esgotos nos rios, acabou com um procedimento capaz de depurar e reintegrar na natureza, as águas contaminadas (MERINO, 2003 *apud* COELHO, 2007).

O método de infiltração é similar a filtros de areia intermitentes, onde a maior porção dos esgotos infiltra-se no solo, ou a ele se incorpora, embora uma parte evapore diretamente para a atmosfera. A aplicabilidade deste método depende do solo apresentar uma camada espessa acima do nível freático, mais do que naquele método, entretanto são exigidos grande permeabilidade e boas características de drenagem, para que se tornem viáveis as elevadas taxas de aplicação normalmente empregadas (CASHIN, 1993 *apud* COELHO, 2007).

A fossa seca é comumente observada em pequenas propriedades rurais, principalmente em regiões do Nordeste, onde se observa pouca disponibilidade de água. Não utiliza a água na limpeza de dejetos humanos (IPEMA, 2009). Para aderir a tal método é necessária distância mínima de 15m de distância de mananciais de água (ABNT, 1993). A

área deve ser plana, seca, e estar livre de alagamentos (IPEMA, 2009). Neste método, a matéria orgânica se decompõe com altas temperaturas (entre 37°C e 70°C), transformando-se em húmus e eliminando os patógenos (IPEMA, 2009). Observa-se na figura 14 o desenho esquemático do sistema de fossa seca.

Figura 14 - Sistema de fossa seca



Fonte: Jenkins (*apud* IPEMA, 2009).

No tratamento do dejetos utiliza-se serragem ou qualquer outro material orgânico (terra, folhas secas, etc.) para cobrir a matéria após a defecação. Esse processo cumpre várias funções: absorve a umidade, elimina o cheiro, afasta moscas e outros bichos e ajuda a manter um balanceamento entre o carbono e o nitrogênio (C/N). A folhagem ajuda a oxigenar o composto, fator importante na decomposição da matéria (IPEMA, 2009).

Para pequenas propriedades que possuam características favoráveis à implantação do circuito bananeira este é uma opção de sistema simples e barato. As bananeiras se adaptam a solos úmidos e ricos em matéria orgânica. O sistema é bem simples: compreende despejar as águas servidas dos vasos sanitários em uma fossa séptica, e depois lançá-la em um buraco com britas e terra em cima, rodeado de bananeiras e plantas que se adaptadas a solos úmidos (o lírio é também um excelente filtro). Elas irão aproveitar a água e os nutrientes do efluentes

sanitário. Este sistema pode ser usado para irrigação das plantas do jardim e árvores (IPEMA, 2009).

Reatores são vastamente pesquisados pela comunidade científica. Vários modelos são observados no mercado, sendo pré-fabricados de simples implementação e boa eficiência de tratamento. Como os demais sistemas possuem vantagens e desvantagens (CYBIS; SANTOS, GEHLING, 2004).

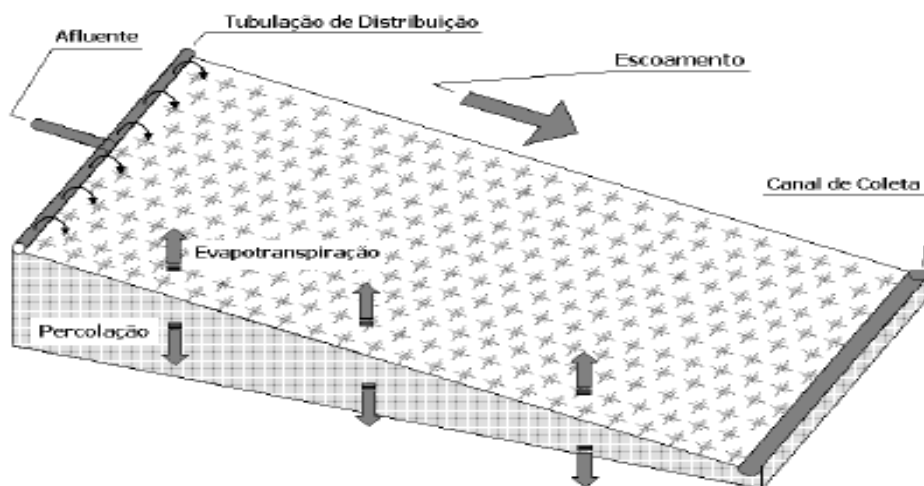
O Reator Sequencial de Batelada - RSB é capaz de proporcionar os processos de nitrificação, amonificação, desnitrificação. Obedece a um ciclo de operação pré-determinado, composto por cinco etapas básicas: enchimento, reação, clarificação, retirada do resíduo, e repouso. Antes de começar o enchimento, já existe no reator a massa que permaneceu da fase anterior. Na etapa de reação o liquor é misturado e ou aerado, de acordo com o objetivo do processo biológico. Na fase de sedimentação, sem mistura, os sólidos são sedimentados para, então, durante a próxima fase de retirada, o efluente clarificado ser removido. Depois dessa fase permanece no reator em repouso até o começo do próximo ciclo (CYBIS; SANTOS, GEHLING, 2004).

O escoamento superficial é outro método de tratamento de efluente que possui vantagens comparativas aos demais, todavia é muito pouco difundido no Brasil e na América Latina (CERQUEIRA 2004 *apud* TONETTI 2005). No processo de tratamento de esgoto por escoamento, o afluente é lançado na parte superior de um plano levemente inclinado e de baixa permeabilidade. O processo de depuração dá-se à medida que o efluente escoar no terreno recoberto por vegetação, onde os sólidos em suspensão são “filtros” e a matéria orgânica é oxidada pelos microorganismos que se estabelecem na cobertura das plantas e no solo, como se observa na figura 15 (TONETTI, 2005).

Este método apresenta vantagens sobre os demais:

- É apropriado para o tratamento de esgoto de pequenas comunidades;
- Proporciona tratamento avançado, com operação relativamente simples e barata;
- A cobertura vegetal pode ser utilizada em atividades agrícolas;
- Não gera e não produz maus odores;
- Os efluentes apresentam qualidade aos lodos ativados, tendo custo de operação e manutenção 40% menor. (OVERCASH, 1978 *apud* TONETTI 2005).

Figura 15 – escoamento superficial



Fonte: Tonetti (2005).

O sistema de tratamento por escoamento superficial é uma das tecnologias viáveis, possuindo parâmetros construtivos e operacionais bastante simplificados que permitem sugerir-lo como uma alternativa ao tratamento de esgotos das pequenas comunidades rurais e urbanas (TONETTI, 2005).

Sistemas de *wetlands* também podem ser utilizados em pequenas comunidades (OLIJNYK, 2007). São ecossistemas que funcionam como receptores de águas naturais e águas produzidas por atividades antrópicas. Os *wetlands* naturais são conhecidos como terras úmidas, brejos, várzeas, pântanos, manguezais e lagos rasos. *wetlands* construídos são sistemas artificialmente projetados para utilizar plantas aquáticas (macrófitas) em substrato como areia, cascalhos ou outro material inerte, onde ocorre a proliferação de biofilmes que agregam populações variadas de microrganismos os quais, por meio de processos biológicos, químicos e físicos, tratam águas residuais (OLIJNYK, 2007).

O *wetland* construído remove satisfatoriamente matéria orgânica e sólido suspenso. É um sistema de estrutura simples e de fácil manejo, embora apresente obstrução no volume de vazios do substrato, devido à acumulação de lodo durante a operação. A sedimentação e a retenção desse lodo ocorre, geralmente, em razão da baixa velocidade de escoamento da água no sistema *wetland* (OLIJNYK, 2007).

O mecanismo de redução de coliformes termotolerantes e totais ocorre devido à combinação de fatores físicos, químicos e biológicos. Os fatores físicos incluem mecanismo de filtração através da densidade das plantas, fixação de biofilme no substrato e nas macrófitas e sedimentação propriamente dita. Já os fatores químicos envolvem oxidação, efeito biocida resultante do material excretado por algumas macrófitas e adsorção da matéria orgânica (OLIJNYK, 2007).

Além desses sistemas alternativos de tratamento de efluentes apresentados, os cientistas têm desenvolvido outros com eficácia já comprovada. Todavia não se vê implementação destes em larga escala e onde a rede coletora não alcança a comunidade. A poluição é pública e notória, e em muitos casos, os efluentes são despejados *in natura* nos corpos hídricos. Boas alternativas já existem, a sociedade e o poder público ainda se encontram na inércia quanto à implementação de tais métodos alternativos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Amostras de água de poços escavados da população foram coletadas em dez pontos distintos. Os pontos são diferenciados pela numeração que varia de 1 a 10. Utilizou-se a ferramenta de geoprocessamento para mapear e identificar a área objeto de estudo.

3.1 Materiais

- GPS Garmin Etrex Vista;
- Câmera fotográfica Sanyo, 10 MEGA PIXELS, E1075 Digital Câmera, 3X Optical foom, Digital anti-blur;
- Computador e impressora;
- Trena LUFKIN, Fabricante Cooper tools, 8 X 26”;
- Caneta a prova de água;
- Material de escritório;
- Prancheta;
- Luva Cirúrgica;
- Dois isopores de tamanho grande;
- Anti-séptico de mãos;
- Gelo.

3.2 MÉTODOS

Assim como proposto por Lima, Pedrosa e Rocha (2008), este trabalho está sendo realizado em etapas:

3.2.1 Etapa I – caracterização da área de estudo

A primeira etapa foi caracterizar a área com levantamento de dados da literatura sobre características do aquífero, relevo, geomorfologia, sistemas de tratamento de efluente, captação de água, geologia, geomorfológica, os aspectos físicos e climatológicos, uso e cobertura do solo, a aptidão agrícola e a descrição das principais classes de solo.

3.2.2 Etapa II – Elaboração de mapas

Foi utilizada a ferramenta de geoprocessamento na elaboração dos mapas e estes foram elaborados visando a uma melhor observação da área objeto de estudo.

3.2.2.1 Mapa de uso e ocupação em torno do Lagomar

O mapa de uso e ocupação em torno do bairro Lagomar possui escala de 1:7200 e foi elaborado a partir da localização da imagem da área através do *Google Earth* (2009), área está denominada de Bairro do Lagomar, pertencente ao município de Macaé ao Norte do Estado do Rio de Janeiro. Após a captura da imagem fez-se o georreferenciamento no aplicativo VISTASAGA (2007). Criou-se um arquivo raster onde foram discriminadas as categorias temáticas: áreas industriais, Lagoa de Jurubatiba, fragmento de restinga, pastagem degradada, Praia, cobertura vegetal, solo exposto, estrada, ruas secundarias, linha férrea, Bairro do Lagomar, Bairro do Engenho da Praia, Bairro de Cabiúnas. Os softwares de apoio, o tratamento das informações foram o AutoCad da AUTODESK e COREL DRAW (Corel Corporation). A partir desse mapa pode-se observar quais são os principais usos do solo em torno do bairro objeto de estudo.

3.2.2.2 Mapa com os pontos de coleta

Para a espacialização dos pontos de coleta de água no bairro Lagomar, no município de Macaé, no Estado do Rio de Janeiro, foi realizado um levantamento de dados para o reconhecimento da área de estudo. Foram utilizadas bases cartográficas de divisão política, contendo limites e sede administrativa, oriundas de instituições reconhecidas, como o IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística a ANA – Agência Nacional de Águas e da Prefeitura de Macaé.

Para a coleta de dados em campo, foi utilizado 1(um) aparelho receptor GPS Garmin Etrex Vista, com o objetivo de coletar pontos de coleta de água no bairro Lagomar Os dados coletados em campo foram selecionados e tabulados no *software Excel 2007*. O mapa de espacialização dos pontos de coleta de água foi produzido com o apoio do Geoprocessamento, através de ferramentas específicas, utilizando para tanto o *software ArcGIS 9.3*. Os mapas temáticos foram projetados para o datum *WGS 84 (World Geodetic System 1984)*, que é um Sistema de Referência Terrestre Convencional (CTRS).

3.2.3 Etapa III – Escolha dos pontos de coleta

Foi extraída uma foto aérea Google Earth 22 graus 18`38.29`` S 41 graus 42`48.18`` O, elevação 9m, do bairro do Lagomar. A área do Lagomar foi subdividida entre 10 partes, pois foi considerada homogênea no que tange ao tipo de sistema de tratamento de efluente e abastecimento de água através de poço escavado. Em cada uma das 10 partes retirou-se uma amostra de água. Os pontos de coleta foram todos em residências que possuíam poços escavados e havia disponibilidade para coleta das amostras.

3.2.3.1 Características dos pontos

Apresentam-se no quadro 3 as características dos dez pontos que foram tomados com objeto de estudo para análise da água. Foi aplicado um questionário fechado com perguntas sobre os poços (estimativa de profundidade) e se havia ou não tratamento da água por parte dos moradores. Os dados referentes à profundidade dos poços não foram mensurados, sendo apenas estimativas; entretanto a distância entre os poços e as fossas de cada residência foi mensurada.

Quadro 3 – Dados dos pontos de coleta

Número do poço	Distancia do poço ao sistema de tratamento de efluente	Estimativa de Profundidade do poço	Tratamento de água
1	22	7	com tratamento
2	17	9	com tratamento
3	8	6	sem tratamento
4	17	Sem informação	com tratamento
5	8	9	sem tratamento
6	18	Sem informação	sem tratamento
7	Sem informação	Sem informação	com tratamento
8	Sem informação	Sem informação	Sem informação
9	21	9	sem tratamento
10	18	8	com tratamento

Fonte: Elaboração própria, coleta de dados *in loco*.

3.2.4 Etapa IV – Georreferenciamento dos pontos

Assim como Lima, Pedrosa e Rocha (2008), foi utilizado o georreferenciamento como ferramenta. Para levantamento das coordenadas utilizou-se do GPS Garmin Etrex Vista, com precisão planimétrica 5m, utilizando Datum horizontal. Como apoio, a base cartográfica do IBGE, cujas coordenadas se encontram no Datum Horizontal WGS84. Segue no quadro 4 os dez pontos e suas devidas coordenadas.

Quadro 4 – Coordenadas

Pontos	Pontos georreferenciados
1	S 22° 18' 35,8" W 41° 42' 51,7"
2	S 22° 18' 8,2" W 41° 42' 22,4"
3	S 22° 17' 50,3" W 41° 42' 20,0"
4	S 22° 18' 17,3" W 41° 42' 2,6"
5	S 22° 18' 38,4" W 41° 42' 24,6"
6	S 22° 18' 43" W 41° 42' 235,3"
7	S 22° 18' 54" W 41° 42' 46"
8	S 22° 19' 2,4" W 41° 43' 7,9"
9	S 22° 18' 823,1" W 41° 42' 48,1"
10	S 22° 18' 26,9" W 41° 42' 13,3"

Fonte: Elaboração própria.

3.2.5 Etapa V – Coleta e acondicionamento das amostras

A coleta foi dividida em três campanhas, sendo a primeira em maio, a segunda em junho e a terceira em julho. As amostras foram coletadas a partir de mangueiras conectadas com o poço escavado sem passar pela caixa d' água, salvo exceção do ponto 2 de coleta a água passava na caixa d' água para depois ser coletada. Observa-se na figura 16 um dos poços escavados que foi ponto de coleta.

Figura 16 – Poço escavado



Fonte: Foto da autora (2010).

A coleta e o acondicionamento das amostras seguiram Instrução Técnica Guia de Amostragem de Amostras Ambientais - IT-221 (FIRJAN, 2007). Utilizando-se de uma trena durante coleta de água foi mensurada a distância do poço ao sistema de tratamento de efluente, visando avaliar a conformidade com os padrões NBR 72229 (ABNT, 1993).

3.2.6 Etapa VI – Definição e análise dos parâmetros de qualidade de água

Os parâmetros analisados são: Cloreto, Coliformes totais, Coliformes Fecais, Cor, pH, Turbidez, Condutividade, Nitrato, Nitrito.

Os métodos analíticos para obtenção dos resultados estão conforme o Relatório Técnico emitido pelo Laboratório do Centro de Tecnologia SENAI-RJ Ambiental. Segue no quadro 4 a descrição de cada método analítico relacionado aos diferentes parâmetros analisados. Os métodos internos do laboratório descrito no quadro se referem a documentos elaborados pelo Centro de Tecnologia SENAI-RJ e denominados de Instruções Técnicas- IT. Esses métodos baseiam-se em métodos padronizados e alguns não seguem, na íntegra, os procedimentos descritos nos métodos padrões.

Para classificação do corpo hídrico o CONAMA 274 (BRASIL, 2001) utiliza a concentração de sal na água como um dos parâmetros a serem observados, todavia não se mensurou a concentração de sal e sim a condutividade elétrica, sendo assim os resultados de condutividade elétrica foram convertidos de $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Micro Siemens por centímetro) para concentração de sal em ‰ (parte por mil). Para conversão de condutividade elétrica para concentração de sal (OLIVEIRA, 1998), aplicou-se o fator de conversão 0,65 sobre o valor de condutividade elétrica e obteve-se a concentração de sal, ou seja, a salinidade da água em mg/L, todavia é necessário concentração de sal em ‰ (parte por mil), tendo em vista que o CONAMA 274/2000 utiliza esta unidade para quantificar a salinidade do corpo hídrico.

Quadro 5 - Métodos internos e externos utilizados pelo laboratório do Centro de Tecnologia SENAI-RJ

PARÂMETROS	MÉTODO INTERNO DO LABORATÓRIO	MÉTODO EXTERNO AO LABORATÓRIO
CLORETOS	IT-042	Standard Methods 4500-CI-B
COLI. TOTAL	IT-003	Standard Methods 9223B (b)
CONDUTIVIDADE	IT-133	Standard Methods 2510 B
COR APARENTE	IT-048	Standard Methods 2120 B
COLI. FECAL	IT-003	Standard Methods 9223B (b)
NITRATO	IT-197	Standard Methods 4500
NITRITO	IT-131	Standard Methods 4500
pH	IT-014	Standard Methods 4500-H+B
TURBIDEZ	IT-046	Standard Methods 2130 B
CONCENTRAÇÃO DE SAL	Convertido a partir da condutividade elétrica	-

Fonte: Adaptado do Relatório técnico de potabilidade de água (Centro de tecnologia SENAI-RJ Ambiental, 2010).

Os dados foram interpretados com o apoio da análise de variância (ANOVA) com intuito de verificar se existem variações significativas entre a média dos parâmetros físicoquímico e bacteriológicos. Todas as análises foram realizadas com 95% de confiança e significância (0,05%), permitindo rejeitar ou não a hipótese nula, ou seja, os dados serem iguais (PINHEIRO, 2008).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação das características físico-químicas e bacteriológicas

Os parâmetros físico- químicos e bacteriológicos foram analisados nos 10 pontos, salvo exceção dos pontos 5, 6 e 10, nesses pontos não foram obtidos os parâmetros cloreto, condutividade, cor, nitrato, nitrito, pH e turbidez, apenas na segunda campanha devido a erros laboratoriais. As campanhas foram realizadas durante os meses de maio, junho e julho de 2010. Os valores reportados como “menor que” (<) referem-se a concentrações inferiores aos limites de quantificação dos métodos empregados segue no Quadro 6 estes valores para alguns parâmetros.

Quadro 6 – Concentrações limite para quantificação do método utilizado

PARÂMETRO	CONCENTRAÇÕES LIMITE PARA QUANTIFICAÇÃO DO MÉTODO UTILIZADO
Cloreto	<1,0 mg/L
Coliformes totais	<1NMP/ 100mL
Condutividade	-
Cor aparente	-
Coliforme fecal	<1NMP/100 mL
Nitrato	<0,05 mg/L
Nitrito	<0,005 mg/L
pH	-
Turbidez	-

Fonte: Adaptado do Relatório técnico de potabilidade de água (Centro de tecnologia SENAI-RJ Ambiental, 2010).

Os poços possuíam profundidade estimada pelos próprios moradores variando de 6 a 9 m. A captação é feita através de bombeamento mecânico e a água é acondicionada

posteriormente nas caixas d'águas. Em todos os pontos a água foi coletada através de uma torneira que recebia água diretamente do poço sem passar pela caixa, com exceção do ponto 2 em que não havia esta possibilidade sendo a água coletada após a passagem pela caixa. Na Tabela 1 pode-se observar os resultados de todos os pontos nas três campanhas.

Tabela 1 – Resultado das campanhas

	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4	PONTO 5	PONTO 6	PONTO 7	PONTO 8	PONTO 9	PONTO 10
CLORETOS 1ª	32	36	55	41	40	31	40	11	15	25
CLORETOS 2ª	36	36	30	49	-	-	1	13	13	-
CLORETOS 3ª	35	33	27	43	43	18	30	13	19	22
COLI. TOTAL 1ª	1	344,8	387,3	290,9	648,8	686,7	1	517,2	1	1
COLI. TOTAL 2ª	1	1	1	209,8	272,3	1	1	133,1	601,5	396,8
COLI. TOTAL 3ª	1	245,2	1203,3	2419,2	290,9	1	26,2	209,8	12,2	1
CONDUTIVIDADE 1ª	278,6	352,6	210,6	598,3	338,7	391,7	286,5	180,6	309,4	292,9
CONDUTIVIDADE 2ª	338,3	377,8	224	579,3	-	-	237	167,8	300,8	-
CONDUTIVIDADE 3ª	328,9	402,9	278,4	623,5	352,4	432,9	235,5	194,9	374,2	352,1
COR APARENTE1ª	189	168	144	185	67	228	84	139	161	91
COR APARENTE2ª	68	138	238	523	-	-	52	136	158	-
COR APARENTE 3ª	72	192	108	186	127	98	47	72	104	76
COLI. FECAL 1ª	1	1	1	1	63,3	75,7	1	1	1	1
COLI. FECAL 2ª	1	1	1	1	34,1	1	1	4,1	65	1
COLI. FECAL 3ª	1	1	60,2	235,9	1	1	1	1	1	1
NITRATO 1ª	0,06	0,67	0,35	0,005	1,35	0,76	0,06	0,07	0,07	0,07
NITRATO 2ª	0,05	1,13	0,17	0,05	-	-	0,05	0,05	0,1	-
NITRATO 3ª	0,05	0,7	0,05	0,19	0,14	0,81	1,16	0,05	0,92	0,09
NITRITO 1ª	0,005	0,19	0,01	0,005	0,01	1,15	0,005	0,005	0,005	0,005
NITRITO 2ª	0,005	0,16	0,01	0,01	-	-	0,005	0,005	0,005	-
NITRITO 3ª	0,005	0,03	0,005	0,005	0,01	0,03	0,005	0,005	0,005	0,005
pH 1ª	6,3	6,3	6,2	6	6	6,1	5,8	6,3	6,3	5,9
pH 2ª	3,9	6,9	6,4	6,8	-	-	5	6,8	7,5	-
pH 3ª	6,1	6,7	6,3	6,5	6,2	6,9	5,6	6,4	7,2	6,7
TURBIDEZ 1ª	10,4	7,2	3,6	2,1	0,96	1,1	3,4	6,5	0,73	1,09
TURBIDEZ 2ª	2,8	15,9	3,7	3,1	-	-	0,62	9,5	1,29	-
TURBIDEZ 3ª	4,5	14,4	2,1	4,6	10,7	0,29	1,58	1,78	0,52	0,02

Na Tabela 2 observam-se os resultados apenas na primeira campanha.

Tabela 2 – Resultados da primeira campanha

	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4	PONTO 5	PONTO 6	PONTO 7	PONTO 8	PONTO 9	PONTO 10
CLORETOS 1ª	32	36	55	41	40	31	40	11	15	25
COLI. TOTAL 1ª	1	344,8	387,3	290,9	648,8	686,7	1	517,2	1	1
CONDUTIVIDADE 1ª	278,6	352,6	210,6	598,3	338,7	391,7	268,5	180,6	309,4	292,9
COR APARENTE	189	168	144	185	67	228	84	139	161	91
COLI. FECAL 1ª	1	1	1	1	63,3	75,7	1	1	1	1
NITRATO 1ª	0,06	0,67	0,35	0,05	1,35	0,76	0,06	0,07	0,07	0,07
NITRITO 1ª	0,005	0,19	0,01	0,005	0,01	0,15	0,005	0,005	0,005	0,005
pH 1ª	6,3	6,3	6,2	6	6	6,1	5,8	6,3	6,3	5,9
TURBIDEZ 1ª	10,4	7,2	3,6	2,1	0,96	1,1	3,4	6,5	0,73	1,09

Tabela 3 observam-se os resultados apenas na segunda campanha.

Tabela3 – Resultados da segunda campanha

	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4	PONTO 5	PONTO 6	PONTO 7	PONTO 8	PONTO 9	PONTO 10
CLORETOS 2ª	36	36	30	49	-	-	31	13	13	-
COLI. TOTAL 2ª	1	1	1	209,8	272,3	1	1	133,1	601,5	396,8
CONDUTIVIDADE 2ª	338,3	377,8	224	579,3	-	-	237	167,8	300,8	-
COR APARENTE	68	138	238	523	-	-	52	136	158	-
COLI. FECAL 2ª	1	1	1	1	34,1	1	1	4,1	65	1
NITRATO 2ª	0,05	1,13	0,17	0,05	-	-	0,05	0,05	0,1	-
NITRITO 2ª	0,005	0,16	0,01	0,01	-	-	0,005	0,005	0,005	-
pH 2ª	3,9	6,9	6,4	6,8	-	-	5	6,8	7,5	-
TURBIDEZ 2ª	2,8	15,9	3,7	3,1	-	-	0,62	9,5	1,29	-

Tabela 4 observam-se os resultados apenas na terceira campanha.

Tabela 4 – Resultados da terceira campanha

	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4	PONTO 5	PONTO 6	PONTO 7	PONTO 8	PONTO 9	PONTO 10
CLORETOS 3ª	35	33	27	43	43	18	30	13	19	22
COLI. TOTAL 3ª	1	245,2	1203,3	2419,2	290,9	1	26,2	209,8	12,2	1
CONDUTIVIDADE 3ª	328,9	402,9	278,4	623,5	352,4	432,9	235,5	194,9	374,2	352,1
COR APARENTE 3ª	72	192	108	186	127	98	47	72	104	76
COLI. FECAL 3ª	1	1	60,2	235,9	1	1	1	1	1	1
NITRATO 3ª	0,05	0,7	0,05	0,19	0,14	0,81	1,16	0,05	0,92	0,09
NITRITO 3ª	0,005	0,03	0,005	0,005	0,01	0,03	0,005	0,005	0,005	0,005
pH 3ª	6,1	6,7	6,3	6,5	6,2	6,9	5,6	6,4	7,2	
TURBIDEZ 3ª	4,5	14,4	2,1	4,6	10,7	0,29	1,58	1,78	0,52	0,02

4.1.1 Indicadores de conformidade

4.1.1.1 Padrão de potabilidade da água (Resolução 518)

Como parâmetro de potabilidade de água será utilizado a Resolução 518/2004, conforme Quadro 7:

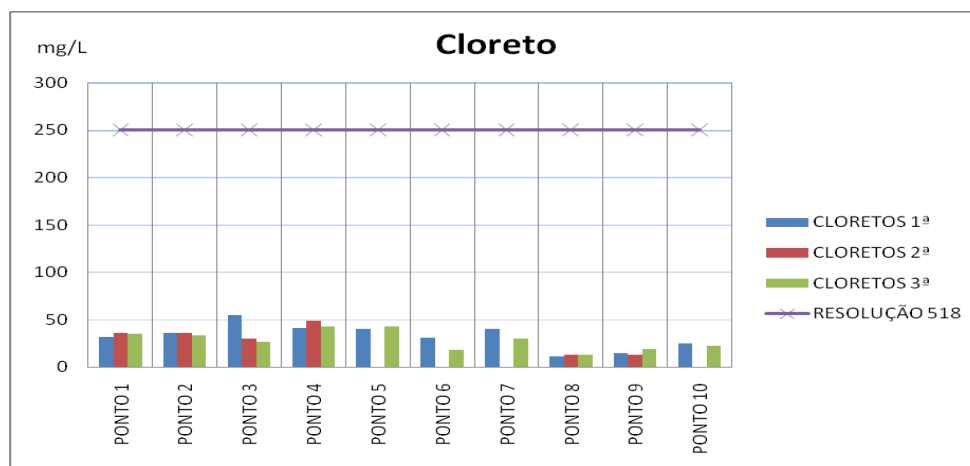
Quadro 7 - Parâmetros Legais determinados pela Resolução 518

	RESOLUÇÃO 518
CLORETOS	250mg/L
COLI. TOTAL	Ausência em 100 mL
CONDUTIVIDADE	Não estabelecido
COR APARENTE	189 uH
COLI. FECAL	Não estabelecido
NITRATO	10mg/L
NITRITO	1mg/L
pH	6,0 a 9,5
TURBIDEZ	5 UNT

Fonte: Adaptado da Resolução 518 (BRASIL, 2004).

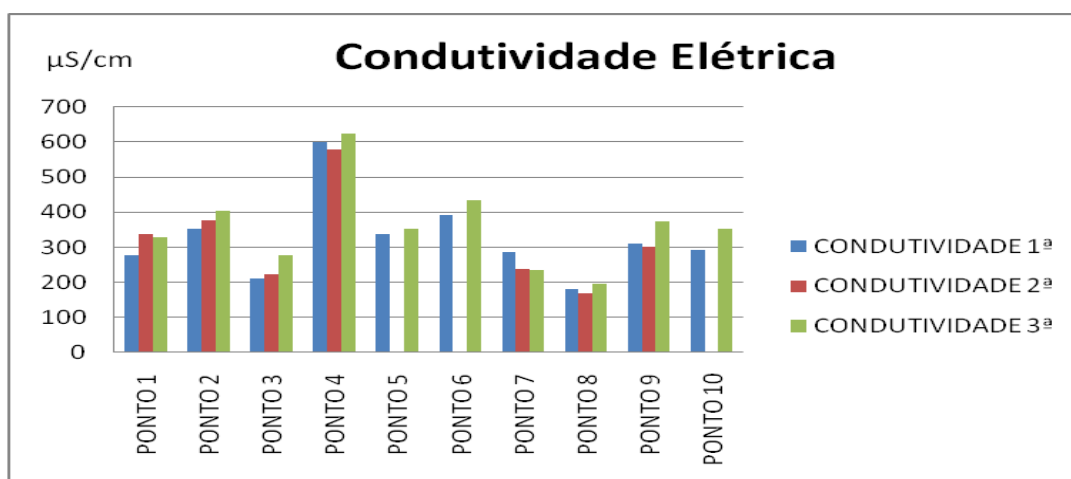
O Cloreto em todos os dez pontos nas três campanhas não apresentou nenhum resultado acima do parâmetro legal, conforme se observa no gráfico 3, entretanto a concentração tende a ser maior para os que tratam a água e a sua concentração é significativamente menor nos pontos onde a distância poço-fossa é maior. O Ponto 04 apresentou-se a maior concentração.

Gráfico 3 – Cloreto



A Resolução 518 não estabelece valores para condutividade elétrica, entretanto foram identificados valores que variam entre 180,6 a 598,3 $\mu\text{S}/\text{cm}$, como se observa no gráfico 4 e este parâmetro é utilizado para expressar a concentração de sais solúveis totais na água. Há diferenças estatisticamente significativas entre as amostras. O Ponto 04 é o que apresenta o maior valor. Em todas as amostras e durante as três campanhas apresentou-se concentração de sal, que será discutida no item que tange à balneabilidade, que, segundo Frota Júnior *et al.*, (2007), podem ser oriundos das propriedades químicas de rochas que compõem o solo; do escoamentos superficiais; decorrência de adição de efluentes ou, segundo Zoby (2008) através de intrusão salina como no caso do aquífero costeiro da região oceânica de Niterói (RJ) ou no aquífero Barreiras em São Luiz (MA).

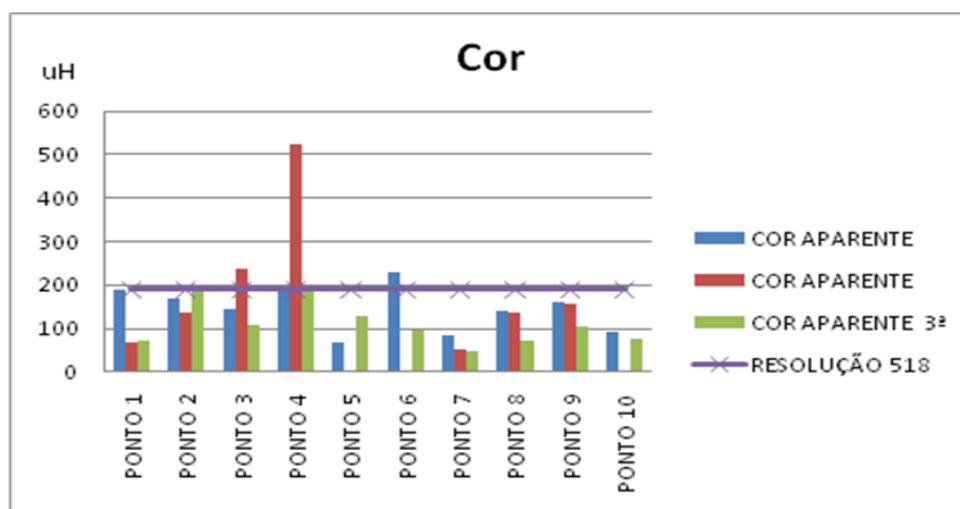
Gráfico 4 – Condutividade



Referente ao parâmetro cor aparente na primeira campanha apenas o Ponto 06 se apresenta acima do limite, contudo os Pontos 01, 02, 04, 08 e 09, apesar de não estarem acima do valor estabelecido apresentaram valores próximos ao limite. Na segunda campanha os Pontos 03 e 04 se apresentam acima do limite. Na terceira campanha, apresentaram-se nos Pontos 02 e 04 em não-conformidade, conforme no gráfico 5. Os resultados revelaram ocorrência de pigmentação em todas as amostras, variando de uma amostra para outra. Para o parâmetro cor aparente os valores são consistentemente maiores que os de referência e o Ponto P4 apresentou os maiores valores.

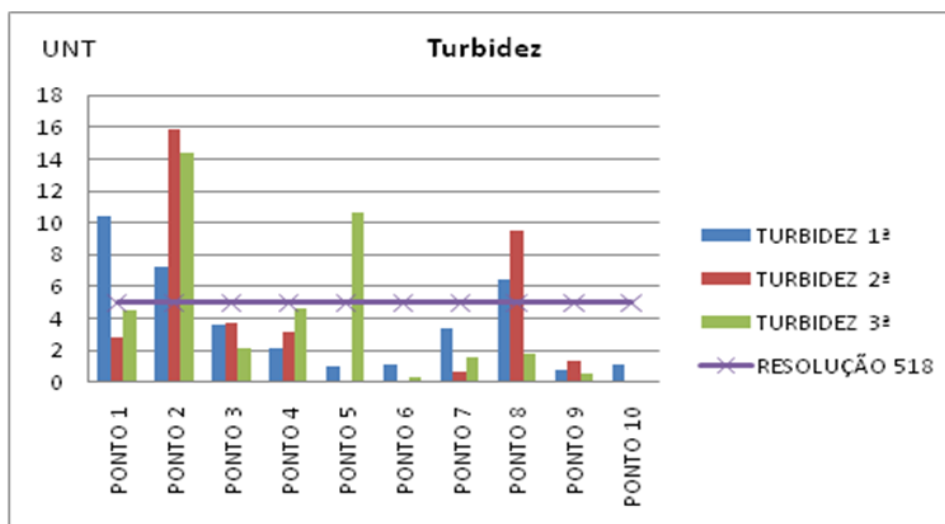
A cor aparente sofre influência da turbidez, ou seja, a turbidez pode ser responsável pelo aumento da cor e essa é resultado da presença de matéria orgânica em decomposição, (ácidos húmicos e tanino) podendo esta associada a presença de íons metálicos de ferro e manganês (LIMA, 2001 *apud* PINHEIRO, 2008).

Gráfico 5 – Cor Aparente



Para o parâmetro turbidez não houve uniformidade ao longo das três campanhas. Os resultados apresentaram variações significativas entre os pontos de coleta, mas não houve variações apreciáveis para um mesmo ponto, entre as campanhas. O Ponto P2 foi o que apresentou a maior média.

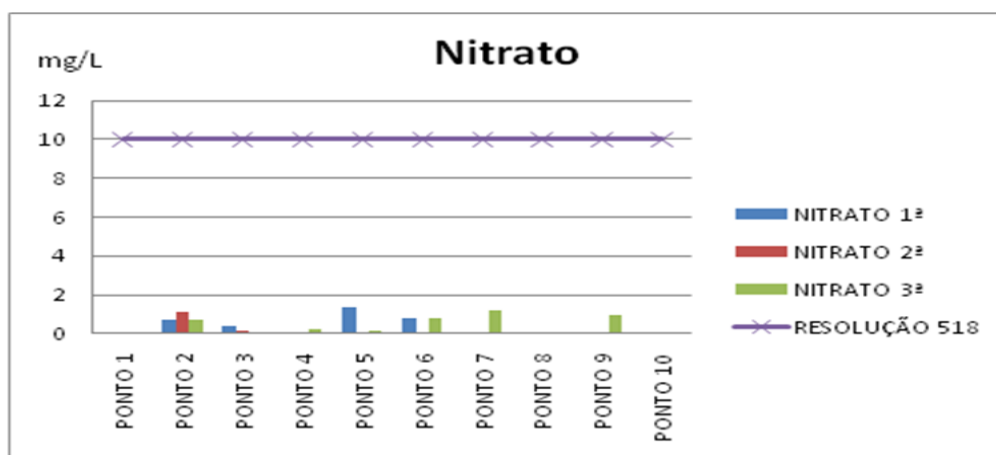
Gráfico 6 – Turbidez



O método de análise laboratorial não mede valores inferiores a 0,005 mg/L. Para o Nitrato, os valores variaram de menor que 0,005 mg/L a 1,35 mg/L. Conforme gráficos 7, observa-se que os valores não estão acima do determinado pela Lei, entretanto o Ponto P2 foi

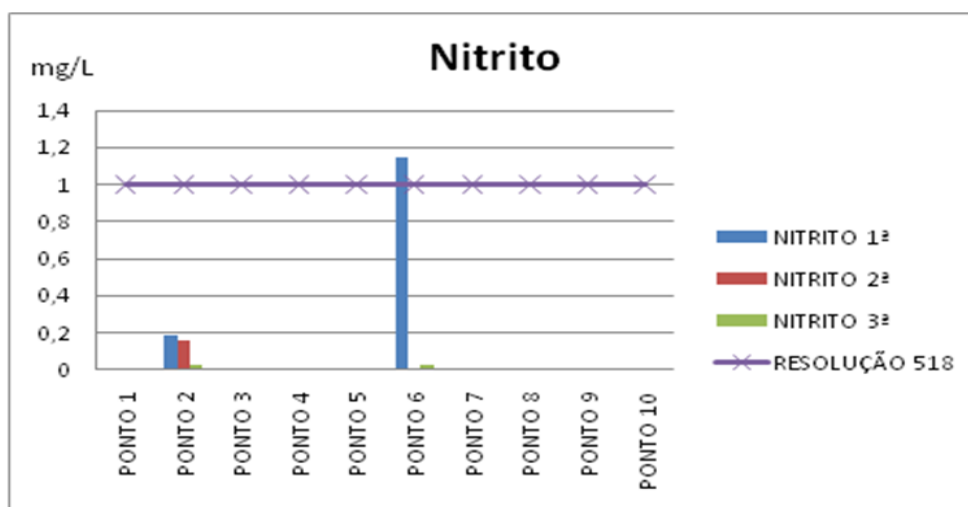
o que apresentou a maior concentração. Segundo Campos (2004), apesar de o limite adotado pela Resolução 518 ser 10 mg/L, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) considera valores acima de 3 mg/L como indicativo de contaminação antrópica.

Gráfico 7 – Nitrato



Para o nitrito o comportamento de todas as amostras nas três campanhas foi consistentemente menor que o de referência, todavia o Ponto P6 foi o que apresentou a maior concentração, conforme gráfico 8.

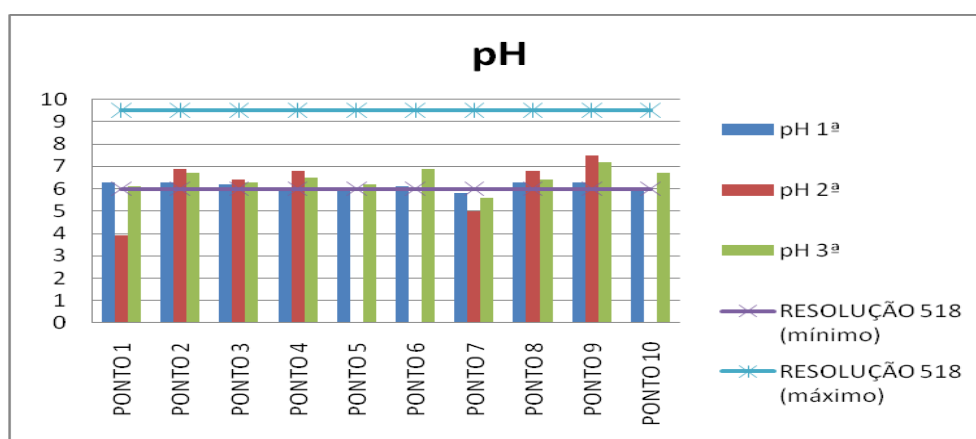
Gráfico 8 – Nitrito



Os resultados do valor de pH das amostras apresentaram variações entre 5,8 a 7,5 conforme observa-se no gráfico 9. Houve variação acentuada entre as campanhas e nenhuma amostra se mostrou acima do limite superior de pH. Os Pontos P5, P6 e P10 apresentam médias bastante baixas e não há diferenças estaticamente significativas entre elas. Os pontos P1 e P7 destacam-se pelas médias mais baixas.

Os ecossistemas que possuem valores baixos de pH, possuem elevadas concentrações de ácido orgânicos dissolvidos (ESTEVES, 1998 *apud* PINHEIRO 2008).

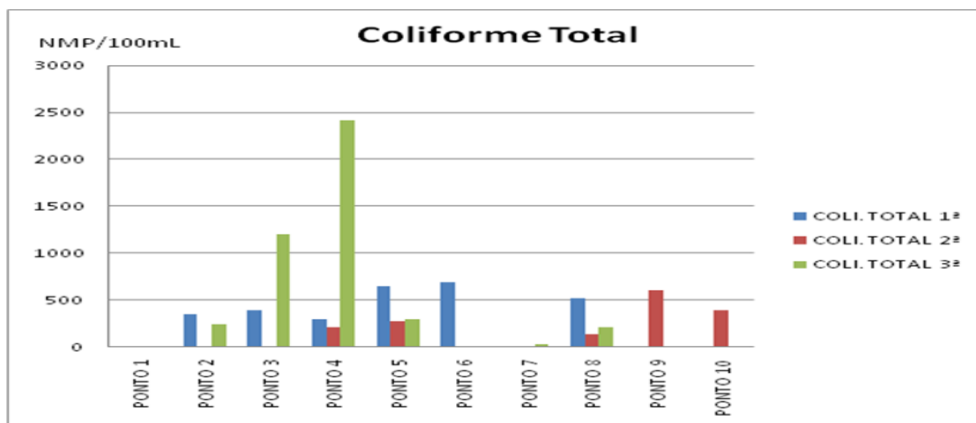
Gráfico 9 – pH



A contaminação por coliformes totais tende a ser maior para os pontos onde não há tratamento de água, porém é observado também onde o tratamento é realizado, surgindo em 18 das 30 amostras aparecendo em todos os pontos de coleta em pelo menos uma campanha, com exceção do Ponto P1, onde não apareceu. O Ponto P4 foi o que apresentou a maior contaminação. Outro problema relacionado à presença de coliforme total na água é a indicação de que a água pode estar armazenada em péssimas condições, podendo o poço ter sido construído inadequadamente (CAMPOS, 2004).

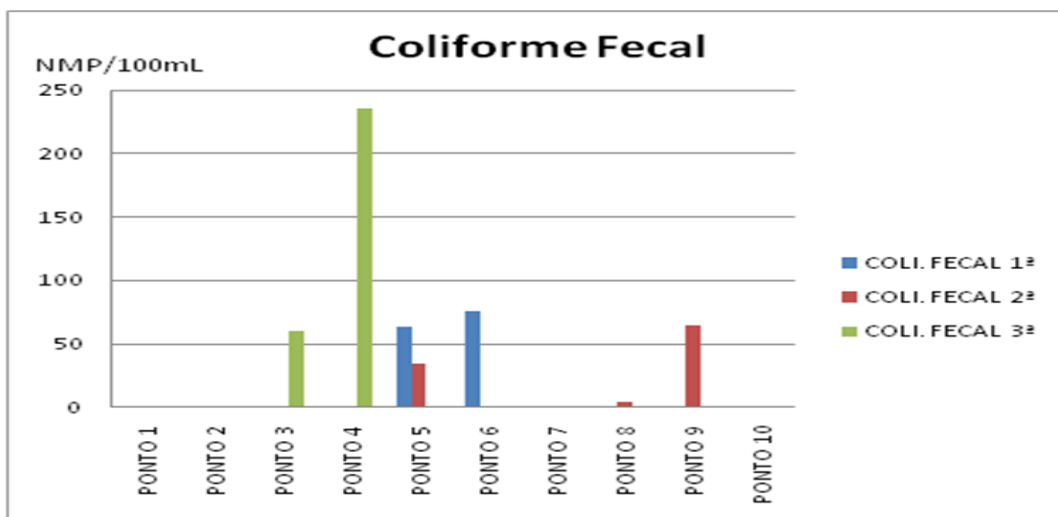
A presença de coliforme total pode estar relacionada a fontes locais de matéria orgânica, que apresenta elevadas quantidades de bactérias coliformes (PINHEIRO, 2008). A baixa qualidade dessa água esta associada a características onde apresentam alto índices de matéria orgânica viva ou morta que influenciam na cor, turbidez, pH e concentração de coliformes totais. Além das características naturais essas águas são armazenadas em poços escavados.

Gráfico 10 – Coliforme Total



Coliformes fecais surgiram em todas as amostras de água não tratada e até mesmo no P4 (água tratada) e a média desse contaminante subiu desde a 1ª até a última campanha, presente em 7 das 30 amostras e em 60% dos pontos de coleta (P3, P4, P5, P6, P8 e P9). O Ponto P4 foi o que apresentou a maior contaminação.

Gráfico 11 – Coliforme Fecal



4.1.1.2 Padrões de Balneabilidade

A Resolução do CONAMA 274, de 29 de novembro de 2000, classifica a água como doce, salobra, salina, própria ou imprópria visando assegurar os padrões de balneabilidade (BRASIL, 2000). Em regiões tropicais os valores de condutividade nos ambientes aquáticos estão relacionados às características geoquímicas e às condições climáticas, tais como períodos de seca e chuva. O fator que determina a condutividade são as substâncias dissolvidas que se dissociam em cátions e ânions (SILVA *et al.*, 2008; ESTEVES, 1998). À medida que os sólidos são dissolvidos e adicionados à solução, a condutividade elétrica aumenta, podendo ser oriunda de lançamento de dejetos industriais e urbanos (NASCIMENTO, 1995 *apud* OLIVEIRA, 1998).

Nas tabelas 5 e 6, observam-se os resultados valor de condutividade elétrica e a concentração de sal expressa em salinidade obtidos durante as três campanhas.

Tabela 5 – Conversão de condutividade elétrica para concentração de sal %.

	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4	PONTO 5	PONTO 6	PONTO 7	PONTO 8	PONTO 9	PONTO 10
CONDUTIVIDADE										
1 ^a	278,6	352,6	210,6	598,3	338,7	391,7	286,5	180,6	309,4	292,9
Salinidade	0,1811	0,22919	0,1369	0,3889	0,2202	0,2546	0,1862	0,11739	0,2011	0,19039
CONDUTIVIDADE										
2 ^a	338,3	377,8	224	579,3	-	-	1	167,8	300,8	-
Salinidade	0,2199	0,13163	0,078	0,2018	-	-	0,0003	0,05846	0,1048	-
CONDUTIVIDADE										
3 ^a	328,9	402,9	278,4	623,5	352,4	432,9	235,5	194,9	374,2	352,1
Salinidade	0,2138	0,26189	0,181	0,4053	0,2291	0,2814	0,1531	0,12669	0,2432	0,22887

Fonte: Elaboração própria.

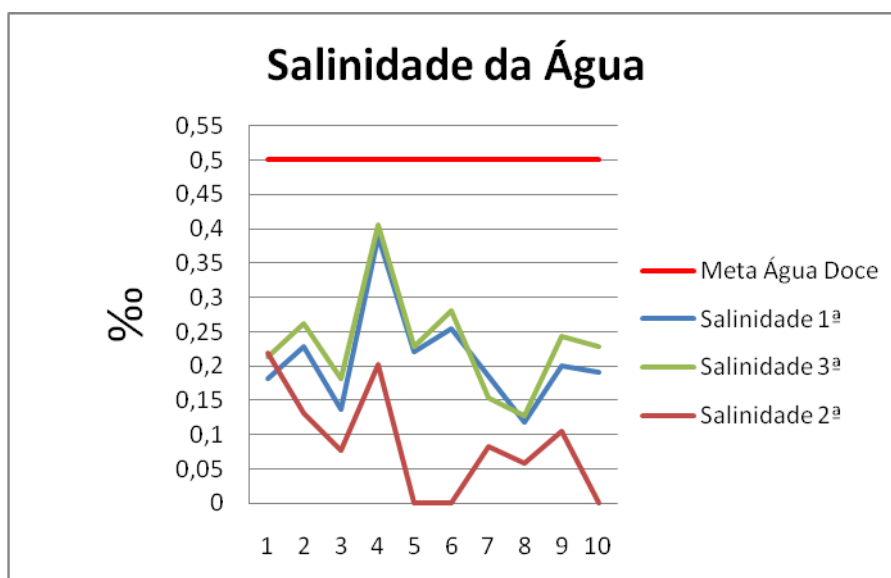
Tabela 6 – Resultados de concentração de sal % para as três campanhas

	PONTO 1	PONTO 2	PONTO 3	PONTO 4	PONTO 5	PONTO 6	PONTO 7	PONTO 8	PONTO 9	PONTO 10
Salinidade 1 ^a	0,1811	0,22919	0,1369	0,3889	0,2202	0,2546	0,1862	0,11739	0,2011	0,19039
Salinidade 2 ^a	0,2199	0,13163	0,078	0,2018	-	-	0,0003	0,05846	0,1048	-
Salinidade 3 ^a	0,2138	0,26189	0,181	0,4053	0,2291	0,2814	0,1531	0,12669	0,2432	0,22887

Fonte: Elaboração própria.

A Resolução do CONAMA 274/ 2000, no seu artigo primeiro estabelece que a salinidade deve ser igual ou inferior a 0,5 ‰; Água Salobra: Salinidade entre 0,5 a 30‰ e Água Salina: Salinidade superior a 30‰ (BRASIL, 2000). Baseado nesse padrão classificaram-se as amostras como água doce, tendo em vista que todas possuem concentração de sal abaixo de 0,5 ‰, entretanto em 100% das amostras foram encontradas concentrações de sal, conforme observado no gráfico 12. Nos Pontos 05, 06, e 10 foram obtidos resultados devido a erro laboratorial durante a execução das análises.

Gráfico 12 – Salinidade da Água



Ainda de acordo com a Resolução do CONAMA 274, artigo 2º, verificou-se a classificação como própria ou imprópria para os padrões de balneabilidade. O Artigo 2º em seu parágrafo 1º considera duas subcategorias: própria e imprópria. A própria se subdivide em excelente, muito boa, satisfatória:

A água será classificada como excelente quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 250 coliforme fecais (termotolerantes) ou *Escherichia coli* ou 25 enterecocos por 100 mililitros (BRASIL, 2000).

Para fins desta dissertação não foram verificados por cinco semanas, os resultados referentes a coliformes fecais. Entretanto, considerando os resultados obtidos, pode-se classificar a água como própria e de excelente qualidade para os padrões de balneabilidade, salvo as exceções dos pontos 03 e 04, apenas referentes à terceira campanha, que apresentaram valores superiores aos estabelecidos pela Resolução do CONAMA 274, para o parâmetro de coliforme fecal. As três campanhas foram executadas sucessivamente nos meses de maio, junho e julho, considerado “período de seca”.

Em entrevista aos agentes de saúde do Posto de Saúde da Família- PSF/ Lagomar conversou-se com, o médico, as enfermeiras, os técnicos de enfermagem e os agentes de saúde do bairro relataram que as doenças que mais acometem a população residente são (i) hipertensão arterial; (ii) doenças de pele; e (iii) doenças respiratórias, as duas últimas podendo estar relacionada à veiculação hídrica. Um dos agentes de saúde entrevistados destacou que:

Apesar de possuir anos de experiência trabalhando em comunidades, nunca vi tantos casos de doenças de pele em um mesmo bairro. A doença de pele quando não é a principal doença que levou o paciente ao consultório é secundária, ou seja, o paciente vai ao posto com outra reclamação, e o médico e sua equipe detectam doenças de pele também. E estas assolam desde recém-nascidos a idosos. Não precisa ser cientista e nem publicar trabalhos científicos, basta ir ao Lagomar e observar *in loco* os problemas de ineficácia do saneamento.

4.1.2 Uso e ocupação do solo

A área objeto de estudo desta dissertação se encontra em torno do PARNA Jurubatiba, pois apenas uma rua separa o PARNA do bairro do Lagomar. O bairro está na zona de amortecimento e conforme lei 9.985, de 18/07/00 (BRASIL, 2000) as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições devido ao risco de impacto negativo sobre o ecossistema natural de grande relevância ecológica. Entretanto observa-se na figura 17, resquícios de restinga que se misturam às construções desordenadas, cenário rotineiro no bairro do Lagomar.

Figura 17 – Resquícios de restinga em construções desordenadas



O bairro possui histórico de ocupação desordenada por sucessivas invasões, haja vista que esta área de restinga sofre uma desvalorização imobiliária devido à característica rústica (sem infra-estrutura), pouco ou nenhum acesso à água e regular distância do centro urbano de Macaé. Assim o bairro foi sendo ocupado sem nenhum planejamento e infra-estrutura, como era uma área de menor valor comercial, várias empresas compraram terrenos para instalarem seus canteiros e galpões industriais para atender a demanda off shore. Assim foi se construindo o bairro de Lagomar que hoje possui inúmeros problemas socioambientais.

Há instrumentos regulamentados pela Lei que estabelece diretrizes gerais para políticas urbanas, Lei 10.257, de 10/07/01 (BRASIL, 2001). Um desses instrumentos está no Art. 4º, letra a) plano diretor b) disciplina do parcelamento, do uso e da ocupação do solo. Observa-se no Plano Diretor do município de Macaé uma inconsistência com a realidade, tendo em vista que o Plano regulamenta diretrizes para macro área Norte:

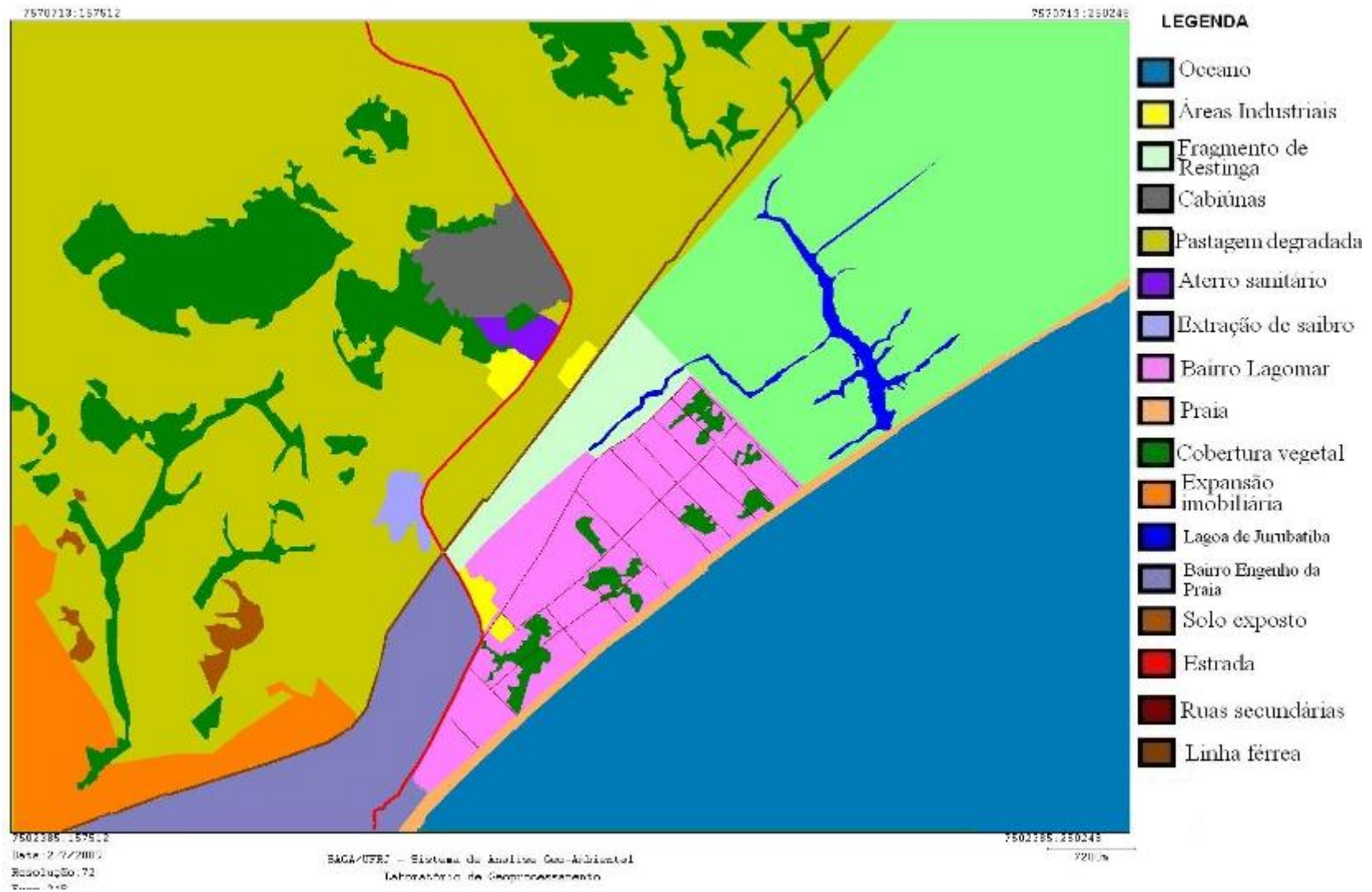
“Garantir recuperação e preservação das áreas de interesse e a sua integração com projetos urbanos, especialmente... no trecho de orla compreendido...balneário do Lagomar” (PMM, 2006).

A desigualdade social e ambiental observada no Lagomar é um cenário corriqueiro no Brasil, onde populações de menor poder aquisitivo estão mais expostas a riscos ambientais, pois se instalam em áreas que possuem potencial de riscos, tais como: enchentes, esgoto a céu aberto e desmoronamentos (ACSELRAD, 1999 *apud* ALMEIDA, 2010).

O mapa de uso e ocupação do solo nos mostra que em torno do bairro se encontram diferentes tipos de ocupação, tais como: Área industrial, fragmento de restinga, terminal de petróleo e gás da Petrobras- Cabiúnas, extração de saibro, expansão imobiliária, lagoa de Jurubatiba, bairro do Engenho da Praia, solo exposto, estrada e linha férrea. Diferentes atividades com alto potencial de poluição, instaladas e operando em área de amortecimento.

O parque industrial, no que se refere o parágrafo acima são compostos por empresas de pequeno porte, ou seja, com menor capital de giro e em muitos casos sem licenciamento ambiental, operando de acordo com suas próprias políticas internas, tendo em vista a omissão do poder público. Empresas que manuseiam óleos, graxa, tinta e inúmeros outros produtos químicos e tratam seus efluentes com sistemas rudimentares de fossa séptica e separadores de água e óleo, não garantindo que estes serão despejados em corpos hídricos dentro dos padrões de qualidade impostos pelas Legislações pertinentes. Este cenário encontrado em Lagomar é similarmente encontrado em outras regiões urbanas do Brasil e é agravado pela omissão do poder público e dos próprios moradores que contribuem com impactos negativos no ambiente, caso do Lagomar (JACOBI, 1998 *apud* ALMEIDA, 2010).

Mapa 2: Uso e ocupação da área em torno do bairro Lagomar



4.1.3 A qualidade da água nos pontos de coleta

No Ponto 01, todos os parâmetros se encontram dentro dos limites determinados pela Resolução 518, com exceção da cor e da turbidez que se encontram fora dos padrões. O resultado da análise no Ponto 01 pode estar associado a distância da fossa ao poço, 22m, dentro dos padrões da ABNT tendo o morador declarado que trata a água no poço e caixa frequentemente com produtos sanitários.

No Ponto 02, os parâmetros não – conformes foram os coliformes totais, pH, cor e turbidez e a residência apresenta fossa a 17m do poço, porém e o morador declara tratar a água.

No Ponto 03, os parâmetros fora do padrão foram coliforme total, fecal, cor e turbidez. A fossa se encontra a 8m do poço, ou seja, a metade do mínimo exigido pela ABNT e o morador declara não tratar a água, ocasionando a indicação de contaminação no poço.

No Ponto 04, os parâmetros não-conformes foram coliforme total, fecal, cor e pH. A fossa se localiza a 17m e o morador declara tratar da água, entretanto há indicativo de contaminação no poço.

No Ponto 05, os parâmetros não-conformes foram coliforme total, fecal, cor e turbidez. A fossa se localiza a 18m do poço e o morador declara não tratar a água. Assim pode-se associar o aparecimento de coliforme total à falta de tratamento da água.

No Ponto 6, os parâmetros coliforme total, fecal, cor, nitrito estão fora dos padrões determinados na legislação. A fossa se encontra a 18 m do poço e o morador declara não tratar a água, ocasionando potencial de contaminação da água do poço.

No ponto 07, os parâmetros não-conformes foram coliforme total, fecal, pH e turbidez. Não existem informações sobre a distância da fossa ao poço e nem estimativa de profundidade do poço, e o morador declara tratar a água com cloro. Entretanto a matéria orgânica é potencial formadora de compostos organoclorados, quando a desinfecção da água é feita com o cloro (APHA, 1998 *apud* PINHEIRO, 2008). Um dos grandes inconvenientes no uso do cloro no tratamento da água de abastecimento é a produção de substâncias orgânicas cloradas, das quais algumas são tóxicas. O ácido hipoclorito, utilizado na cloração de água, reage com a matéria orgânica e forma o clorofórmio e quanto maior o teor de matéria orgânica maior é o risco da formação desses compostos. A produção significativa de clorofórmio na água purificada envolve um risco muito pequeno desde que seu conteúdo

orgânico seja eliminado antes do cloro ser introduzido, prática que não ocorre pelos moradores, tendo em vista, o baixo grau de instrução e as técnicas elementares empregadas, isto quando utilizadas, para desinfecção da água a ser consumida, fato esse que gera mais um potencial risco a saúde dos moradores, mesmo para aqueles que acreditam estarem isentos de contaminações oriundas da água (BAIRD, 2002).

No Ponto 08, os parâmetros não- conformes foram coliforme total, fecal, pH e turbidez. Não existem informações sobre a distância da fossa ao poço, estimativas de profundidade do poço e nem se há tratamento da água.

No Ponto 09, os parâmetros não- conformes foram coliforme total, fecal e pH. O poço se encontra a 21m do poço e o morador declara não tratar a água.

No Ponto 10, os parâmetros não-conformes foram coliforme total e pH. O poço se encontra a 18m da fossa e o morador declara tratar água.

5 CONCLUSÕES

Há indicação de contaminação de efluentes domésticos nos poços escavados, com exceção dos pontos onde não foi detectado níveis de coliformes fecais e nitrogênio amoniacal em nenhuma das campanhas. Essa contaminação pode atingir o PARNA e causar impactos no Parque, portanto deve-se analisar os corpos hídricos dentro do PARNA para mensurar os reais impactos de uma comunidade de baixa estrutura de saneamento ambiental alocada ao lado da área de conservação.

Comparando os resultados das análises com os padrões de potabilidade da água apresentado pela Resolução 518, conclui-se que quase a totalidade dos pontos, com exceção do ponto P1, a água apresenta-se não conforme aos padrões. Deve-se fornecer aos moradores locais um manual para tratamento da água armazenada no poço, com quantidades de cloro ou outros agentes sanitários para minimizar a falta de tratamento público e garantir a ausência de elementos e organismos não desejados na água de abastecimento.

Para o CONAMA 274, a água foi classificada como própria e excelente para os padrões de balneabilidade. A exceções dos pontos 03 e 04 apenas referentes à terceira campanha que apresentaram valores superiores para o parâmetro de Coliforme fecal. Entretanto há necessidade de montar um cronograma de monitoramento da balneabilidade da água para verificar a qualidade ao longo das estações do ano.

O mapa de uso e ocupação do solo em torno do bairro Lagomar mostra que não houve e nem há planejamento adequado para uma área de amortecimento de um PARNA, ou seja, há um potencial risco de poluição em torno do PARNA que pode impactar na área do Parque, caracterizando uma violação da Lei 9.985, de 18/07/00 Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC (BRASIL, 2000) que rege a necessidade do planejamento em áreas de amortecimento.

O plano de manejo do PARNA abrange ações para o Lagomar e o Plano Diretor do Município define políticas públicas específicas para a macroárea da Orla, que deve garantir a recuperação e preservação das áreas. Essas ações se encontram em desencontro ao cenário observado *in loco*, caracterizando uma violação dos Plano de manejo do PARNA e do Plano Diretor. Diante desses fatos é de externa necessidade que os órgãos licenciadores pensem nos modelos de condomínios a serem aprovados, principalmente, em torno de unidades de conservação, afim de evitar que novos “Lagomares” surjam no cenário urbano.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Priscila Gontijo Aguiar de. *Investigando a injustiça ambiental no Brasil: conflitos ambientais e riscos à saúde nos bairros Nova Holanda e Nova Esperança no Município de Macaé*. 2010. 86 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense – IFF, Rio de Janeiro, 2010.

ARAÚJO, F. P. *Migrantes ricos e migrantes pobres: as heranças da economia do petróleo em Macaé*. 2005. 40 f. Trabalho de conclusão de Curso (Bacharelado em geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 13969: tanques sépticos-unidade de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos: projeto, construção e operação*. Rio de Janeiro, 1997.

_____. *NBR 7229: projetos, construção e operação de sistemas de tanques sépticos*. Rio de Janeiro: 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. *Site*. São Paulo: ABAS, 2010-. Disponível em: <<http://www.abas.org.br/noticias.php>>. Acesso em: 8 ago. 2010.

BAIRD, Colin. *Química ambiental*. Tradução de Maria Angeles Lobo Recio e Luiz Marques Carrera. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

BEATO D. A. C. *et al.* Impactos urbanos em águas subterrâneas: bacia da lagoa da Pampulha Belo Horizonte MG. *Revista de Águas Subterrâneas*, São Paulo, n. 17, maio 2003.

BORCARDIN, B.; BORGHETTI J. R.; ROSA FILHO, E. F. *O aquífero Guarani*. [S. l.: s. n., (20--?)]. Disponível em: <<http://www.oaquiferguarani.com.br>>. Acesso em: 9 ago. 2010.

BRAGA, B. *et al.* *Introdução à engenharia ambiental*. São Paulo: Pearson Prentice, 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Águas. *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2009*. Brasília: Ana, 2009. Disponível em: <<http://conjuntura.ana.gov.br/>>. Acesso em: 13 set. 2010.

_____. Decreto-lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art.225, da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da natureza e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, 19 jul., 2000.

_____. Lei 10. 257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, Seção 1, p. 5, 11 jul. 2001.

_____. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. *Manual de saneamento básico*. 3. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 1999.

_____. _____. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. [Site] *Ministério da Saúde*, Brasília, 2004. Disponível em: <<http://www.dtr2001.saude.gov.br/sas/portarias/port2004/GM/GM-518.htm>>. Acesso em: 9 ago. 2010.

_____. _____. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação-Geral de Vigilância em Saúde Ambiental. *Portaria MS n.º 518/2004*. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/portaria_518_2004.pdf>. Acesso em: 14 set. 2010.

_____. _____. Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. *Diário Oficial da União*, Brasília, n. 18, 25 jan. 2001. Seção 1, p. 70-71.

_____. _____. Resolução CONAMA nº 396, de 03 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, n. 66, 7 abr., 2008. Seção 1, p. 64-68.

CAMPOS, José Claudio Viegas. Contaminação das águas subterrâneas na cidade de Mirante da Serra (RO). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA, 13., 2004, Cuiabá. *Anais...* Cuiabá: [s.n.], 2004.

COELHO, V. M. V. *Potencial de contaminação de aquífero freático por esgoto doméstico: quantificação do decaimento bacteriológico*. 2007. 113 f. Tese (doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSO MINERAL. Serviço Geológico do Brasil. Departamento de Recursos Minerais; SILVA, L. C.; CUNHA, H. C. S. (Org.). *Geologia do Estado do Rio de Janeiro*: texto explicativo do mapa geológico do Estado do Rio de Janeiro, escala 1:400.000. Brasília: CPRM, 2001.

_____. Serviço Geológico do Brasil. *Ministério de minas e energia: secretaria de minas e metalurgia*. Brasília: [s. n.], 2003.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. *Noções e definições em hidrogeologia*. São Paulo: CETESB, 2009. Disponível em: <www.cetesb.sp.gov.br/solo/água_hidrogeologia.asp>. Acesso em: 18 out. 2009.

COSTA, André Monteiro *et al.* Classificação de doenças relacionadas a um saneamento ambiental inadequado (DRSAI) e os sistemas de informações em saúde no Brasil: possibilidades e limitações de análise epidemiológica em saúde ambiental. In: FEDERACIÓN MEXICANA DE INGENIERIA SANITARIA Y CIENCIAS AMBIENTALES; AIDIS. *Gestión inteligente de los recursos naturales: desarrollo y salud*. México, D.F: FEMISCA, 2002. Apresentado em: Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, 28., Cancún, out./ nov. 2002.

_____. *et al.* Internação hospitalar no SUS por doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI) no Brasil: ainda um problema de saúde pública. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., 2007. Belo Horizonte. [Anais...], Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <<http://www.saneamento.poli.ufrj.br/documentos/24CBES/VII-028.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2010.

CYBIS, L. F. A.; SANTOS, Altamar Vilar dos; GEHLING, Gino Roberto. Eficiência de Reator Seqüencial de Batelada (RSB) na remoção de nitrogênio. *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*, São Paulo, v. 9, n. 3 p. 60-264, jul./set. 2004.

DOMINGOS, Élide Quitete; Oliveira, Elza Maria Senra. Avaliação de sistemas de tratamento de efluentes doméstico no município de Conceição de Macabu - RJ. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 13., 2008, Pará. [Anais...] Rio de Janeiro, 2008.

DYMINSKI, A. S. *Contaminação de solo e água subterrânea*. Paraná: Universidade Federal do Paraná, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA); CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS (Rio de Janeiro). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: EMBRAPA, 1999.

ESTEVES, F. A. *Ecologia das lagoas costeiras do PARNA Jurubatiba e do município de Macaé (RJ)*. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1998.

FARIA, Teresa Peixoto; TOUGEIRO, Jailse Vasconcelos. Conflitos socioambientais motivados por ocupação de manguezais e restingas para fins habitacionais no espaço urbano de MACAÉ, RJ. *Revista Internacional Interdisciplinar Interthesis*, Santa Catarina, v. 7, n. 1, jun 2010.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (FIRJAN). *Instrução técnica IT221: guia de amostragem de amostras ambientais*. Rio de Janeiro: FIRJAN, 2007.

FERREIRA, Thiago Osório. *Solos de mangue do rio Crumahú (Guarujá- SP): pedologia e contaminação por esgoto doméstico*. 2002. 113 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Escola Superior Luiz de Queiroz, São Paulo, Maio 2002.

FERRETE, Jakson Arlam *et al.* Riscos de contaminação ambiental por esgotos domésticos e resíduos sólidos em lotes do assentamento de reforma agrária Ezequias dos Reis, município de Araguari (MG). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., 2007. Belo Horizonte. [*Anais...*], Belo Horizonte, 2007.

FIRME, Lilian Pittol. *Caracterização físico-química de solos de mangue e avaliação de sua contaminação por esgoto doméstico via traçadores fecais*. 2003. 70 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Escola Superior Luiz de Queiroz, São Paulo, 2003.

FONSECA, I. R. *Módulo de química sanitária e ambiental: Texto complementar*. In: CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO ESPÍRITO SANTO. Apostila do curso de especialização em engenharia sanitária e ambiental. Espírito Santo: CEFETES, 2007.

FROTA JÚNIOR, J. F. *et al.*, Influencia antrópica na adição de sais no trecho perenizado da bacia hidrográfica do Curu (CE). *Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 38, n. 2, p. 142-148, 2007.

GALVÃO JÚNIOR, A. C.; PAGANINI, Wanderley da Silva. Aspectos conceituais da regulação de serviços de água e esgoto no Brasil. *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 1, n. 14, jan/mar. 2009.

GIORDANO, Gandhi. *Tratamento e controle de efluentes industriais* [apostila]. Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <http://www.ufmt.br/.../Apost_EI_2004_1ABES_Mato_Grosso_UFMT2.pdf>. Acesso em: 9 ago. 2010.

HENRIQUE, Wendel; MENDES, Iandara Alves. Zoneamento ambiental em área costeira: Uma abordagem geomorfológica. In: GERARDI, Lucia Helena de Oliveira; MENDES, Iandara Alves (Orgs.). *Teoria, técnica, espaço e atividades temas de geografia contemporânea*. Rio Claro: Programa de Pós-Graduação em Geografia UNESP/Associação de Geografia Teorética AGETEO, 2001.

HIRATA R.; VANIER, C. Contaminação da água subterrânea por nitrato no parque ecológico do Tietê - São Paulo, Brasil. *Revista Água Subterrânea*, São Paulo, n. 16, p. 77-82, maio 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Indicadores de desenvolvimento sustentável 2008: estudos e pesquisa de informações geográficas* (RJ). Rio de Janeiro, 2009.

INSTITUTO DE PERMACULTURA E ECOVILAS DA MATA ATLÂNTICA (IPEMA). *Site*, São Paulo, 2009-. Disponível em: <<http://www.ipemabrasil.org.br/institutoweb13.htm>>. Acessado em: 9 ago. 2010.

KIHEL, E. J. *Manual de edafoclimatologia*. São Paulo: CERES, 1979.

LIMA J. C.; PEDROSA, A. V.; ROCHA, W. J. S. Avaliação da concentração de nitrato nas águas subterrâneas no bairro do Farol, em Maceió AL. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 9., 2008, Salvador. [Anais...], Salvador, 2008. Disponível em: <http://www.ctec.ufal.br/professor/vap/NitratoMaceio>>. Acesso em: 10 ago. 2010.

MAGRI, M. E. Aplicação de biofiltros aerados submersos com meio suporte: cascas de ostras e tampas de polipropileno, no pós tratamento de efluentes de um tanque séptico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA, 24., 2004, Santa Catarina. *Anais...* Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

NASCIMENTO, N. O. Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento. *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, jan./mar. 2005.

NASCIMENTO FILHO, D'artagnan Gomes; CASTRO, Denise Alelúia de. Influência das fossas sépticas na contaminação do manancial subterrâneo por nitrato e os riscos para os que optam pelo autoabastecimento como alternativa dos sistemas públicos de distribuição de água. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Saneamento ambiental brasileiro: utopia ou realidade?. Rio de Janeiro: ABES, 2005. p.1-7. Apresentado em: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 23., Campo Grande, 18-23 set. 2005. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/II-376.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2010.

OLIJNYK, D. P. *et al.* Sistema de tratamento de esgoto por zona de raízes: Análise comparativa de sistemas instalados no Estado de Santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 24., 2007. Belo Horizonte. [Anais...], Belo Horizonte, 2007.

OLIVEIRA, João B.; JACCOMINE, Paulo K. T.; CAMARGO, Marcelo Nunes. *Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar par seu reconhecimento*. Jaboticabal: FUNEP, 1992.

OLIVEIRA, Joselene. *Determinação dos níveis de radioatividade natural em águas utilizadas para abastecimento público no estado de São Paulo*. 159 f., 1998. Tese (Doutorado em Ciência na área de Tecnologia Nuclear) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - autarquia associada a Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

PINHEIRO, M. R. C. *Avaliação de usos preponderantes e qualidade da água como subsídios para os instrumentos de gestão dos recursos hídricos aplicadas a bacia hidrográfica do Rio Macaé*. 151 f., 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Instituto Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2008.

PIRES NETO, A. F.; AJARÁ, C. Transformações recentes na dinâmica socioespacial do norte Fluminense. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 15., 2006, Minas Gerais. [Anais...], Minas Gerais, 2006.

PIZZOL, Rosa Amélia; FERRAZ, Fernando Toledo. Riqueza e exclusão social: o paradoxo dos royalties do petróleo e gás. CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO. 6., 2010. Niterói. [Anais], Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.excelenciaemgestao.org/Portals/2/documents/cneg6/anais/T10_0263_1000.pdf>. Acesso em: 5 fev. 2011.

RAMOS, M. S. Habitação e saneamento: indicadores no contexto do petróleo. *Visões*, Rio de Janeiro, v. 1, n. 5, jul./dez. 2008.

RIO DE JANEIRO (Estado). Diretriz 215, R. 4 de 26 de setembro de 2007. Rio de Janeiro, 2007.

_____. Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA). Norma técnica 202- R.10. Critérios e padrões para lançamento de efluentes líquidos. *Diário Oficial do Estado do Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro, 4 dez. 1986.

_____. Prefeitura Municipal de Macaé. Gabinete do Prefeito. Lei complementar nº 076 de 28 de dezembro de 2006. Institui o Plano Diretor do Município de Macaé. [Site] Prefeitura Macaé, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em:

<http://www.macaee.rj.gov.br/downloads_ver.php?arquivo=midia/conteudo/arquivos/1272969995.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2010.

_____. _____. Secretaria Municipal de Meio Ambiente. *Secretaria Municipal de Meio Ambiente, SEMMA[Site]*, Rio de Janeiro, 2002. Disponível em: <<http://www.macaee.rj.gov.br/semma/>>. Acesso em: 10 out. 2010.

_____. _____. Secretaria Municipal de Saúde. Cadastro do Sistema de Informação da Atenção Básica. *Memorando Nº 844/10 de 13 de julho de 2010*. Dispõe sobre resposta ao processo nº 25801/2010, cadastro no sistema de informação da atenção básica – SIAB, da estratégia da saúde da família do Lagomar. Rio de Janeiro, 2010.

SAIANI, C. C. S.; TONETO JÚNIOR, R. *Característica do déficit de acesso de serviços de saneamento básico no Brasil: estimativa pelo método proibit*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA POLÍTICA, 11., 2006, Vitória (ES). [Anais...], Sociedade Brasileira de Economia Política, Vitória (ES) 2006.

SCHNOOR, J. L. *Environmental modeling: fate and transport of pollutants in water, air, and soil*. York: John Wiley & Sons, 1996.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO (Brasil). SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE, SAÚDE PÚBLICA E PROTEÇÃO AO CONSUMIDOR DO ESTADO DA BAVIERA (Alemanha); SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO (Coord.). *Projeto: Sistema de informação para gerenciamento ambientais dos recursos hídricos subterrâneos na área de afloramento do aquífero guarani no Estado de São Paulo*. São Paulo: [s. n.], 2004. disponível em: <<http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/Relatório%20Final-Sao%20Paulo.pdf>>. Acesso em: 9 ago. 2010.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. Centro de Tecnologia Ambiental (SENAI - RJ AMBIENTAL). *Relatório técnico de potabilidade de água referente aos resultados emitidos pelo laboratório do Centro de Tecnologia Ambiental-SENAI - RJ AMBIENTAL*. Rio de Janeiro: SENAI, 2010.

SILVA, Ana Elisa Pereira et al. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. *Acta Amaz.* [online], Manaus, v. 38, n. 4, p. 733-742, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aa/v38n4/v38n4a17.pdf>>. Acesso em: 9 out. 2010.

SILVA, Bruno Tiago Ângelo da; GOMES, Carisia Carvalho. Intrusão marinha em poços de exploração de água subterrânea, na beira-mar de Fortaleza – Ceará. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17., 2007. São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABRH, 2007. Disponível em: <

http://www.abrh.org.br/novo/xvii_simp_bras_rec_hidric_sao_paulo.php>. Acesso em: 13 set 2010.

SILVA, Leonardo de Carvalho. *Urbanização e segregação socioespacial em Macaé/ RJ*. 2004. 49 f. Trabalho de conclusão de Curso (bacharelado em Ciências Sociais) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro, 2004.

SILVA, V. J. A. Risco de Sobrecarga em Lagoa Facultativa Primária em Região de Clima quente. *Revista Tecnológica de Fortaleza*, Fortaleza, v. 27, p. 171- 178, 2006.

TONETTI, L. A. *et al.* Remoção de matéria orgânica, coliformes totais e nitrificação no tratamento de esgoto doméstico por filtro de areia. *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, n. 3, v. 10, jul./set. 2005.

TROVÃO, R. S. *Análise ambiental de solos e água subterrânea contaminada com gasolina: estudo de caso Guarulhos, SP*. 2006. 157 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

TUNDISI, J. G. *Água no século XXI: enfrentando a escassez*. São Carlos: RIMA/IEE, 2003.

VIEIRA, Lúcio Salgado. *Manual da ciência dos solos tropicais*. São Paulo: Ceres, 1988.

VON SPERLIN, Marcos. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto*. 3. ed. Belo Horizonte: DESA, Universidade Federal de Minas, 2005.

ZOBY, José Luiz Gomes. Panorama de qualidade das águas subterrâneas no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA, 15., 2008, Natal. *[Anais...]*, Natal: [s.n.], 2008.