

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL  
MESTRADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL MODALIDADE PROFISSIONAL

**AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA DE  
POÇOS ESCAVADOS EM RESIDÊNCIAS NO BAIRRO LAGOMAR,  
MUNICÍPIO DE MACAÉ/RJ**

TALITA RIOS DA COSTA ELIAS

MACAÉ/RJ

2014

TALITA RIOS DA COSTA ELIAS

**AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA DE  
POÇOS ESCAVADOS EM RESIDÊNCIAS NO BAIRRO LAGOMAR,  
MUNICÍPIO DE MACAÉ/RJ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Área de Concentração Gestão e Planejamento de Recursos Hídricos, linha de pesquisa Avaliação e Gestão Ambiental, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense.

**Orientador:** Prof. *DSc.* Luis Felipe Umbelino

**Coorientador:** Prof. *DSc.* Augusto Eduardo Miranda Pinto

MACAÉ/RJ

2014

**Dados de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Bibliotecário Henrique Barreiros Alves - CRB 7/ 6326**

E424a      Elias, Talita Rios da Costa.  
            Avaliação da contaminação da água subterrânea de  
            poços escavados em residências no bairro Lagomar,  
            município de Macaé/ Talita Rios da Costa Elias. –  
            Macaé, RJ, 2014.  
            56 f.: il. color.

            Orientador: Luis Felipe Umbelino.  
            Coorientador: Augusto Eduardo Miranda Pinto.

            Dissertação (Mestrado). – Instituto Federal de  
            Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, Programa de  
            Pós-graduação em Engenharia Ambiental, Macaé, RJ,  
            2014.  
            Inclui bibliografia.

            1. Águas subterrâneas - Poluição - Macaé (RJ). 2.  
            Poços artesianos - Macaé (RJ). 3. Água - Qualidade -  
            Medição. I. Umbelino, Luiz Felipe, orient. II. Pinto,  
            Augusto Eduardo Miranda, coorient. III. Título.

CDD 628.114

Dissertação intitulada Avaliação da contaminação da água subterrânea de poços escavados em residências no bairro Lagomar, município de Macaé/RJ, elaborado por Talita Rios da Costa Elias e apresentado 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 Gestão e Planejamento de Recursos Hídricos, linha de pesquisa Avaliação e Gestão Ambiental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense.

Aprovado em \_\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA:**

---

Luis Felipe Umbelino dos Santos, Doutor em Ecologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro / Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense - Orientador

---

Augusto Eduardo Miranda Pinto, Doutor em Direito da Cidade pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro / Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense – Co-orientador

---

Giuliana Franco Leal, Doutora em Sociologia pela Universidade Estadual de Campinas / Universidade Federal do Rio de Janeiro.

---

Paulo Rogério Nogueira de Souza, Doutor em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro / Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense.

Aos meus pais que sempre sonharam  
meus sonhos, e ao meu esposo  
pelo incentivo e apoio.

## AGRADECIMENTOS

A Deus que não me desamparou em momento algum, por ser minha força e minha fortaleza.

Ao meu orientador, Prof. Umbelino, pela orientação e por partilhar seus conhecimentos.

Ao Prof. Augusto Eduardo, pela co-orientação, contribuição e enriquecimento deste trabalho.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, pela oportunidade dada ao meu crescimento profissional e intelectual.

Aos amigos do mestrado, pelo convívio e principalmente à Rachel, Larissa e Victor pelo incentivo, amizade e exemplo de compromisso e superação.

Aos meus pais que sempre me incentivaram a continuar nesta jornada e se alegraram a cada conquista. Pelas orações, carinho e dedicação.

A minha irmã pelo carinho de sempre.

Ao meu amado esposo, que foi meu maior incentivador. A você por não me deixar desistir, por suas palavras de apoio e paciência. Por toda sua ajuda, transformando meus ideais em realizações. Você é fundamental!

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para este trabalho.

## RESUMO

As águas subterrâneas apresentam papel fundamental no abastecimento para consumo humano em localidades onde inexistem rede de abastecimento de água ou esta não tem periodicidade. Geralmente estes locais também não contam com rede coletora e de tratamento de esgoto. Com isso, a população recorre ao método mais simples e de menor custo que é escavar poços e construir fossas sépticas para destinação do esgoto doméstico. Daí a crescente preocupação com a qualidade destas águas, sendo seu monitoramento de grande importância para a saúde pública devido aos riscos de doenças transmissíveis por veiculação hídrica. O presente trabalho foi realizado no bairro Lagomar, município de Macaé/RJ e teve por objetivo avaliar a contaminação por efluentes domésticos da água subterrânea provenientes de poços escavados em residências deste bairro e verificar a existência de um quadro de injustiça ambiental na localidade. Foram realizadas três campanhas de coleta de amostras de água, em doze pontos de coleta, totalizando 36 amostras, nos meses de outubro de 2013 e fevereiro e junho de 2014. Os parâmetros analisados foram nitrato, fosfato e *Escherichia coli*. Buscou-se estabelecer correlações entre as distâncias das fossas e poços e a profundidade destes para com os resultados obtidos nas análises e ainda correlações entre os pontos mais próximo e o mais distante ao PARNA Jurubatiba e à faixa costeira, concomitantemente. O estudo concluiu que existe uma correlação de contaminação de *E.coli* para com a distância entre poço e fossa e também para com a profundidade do poço e que também existe um quadro de injustiça ambiental instalado na localidade, fazendo-se necessário avaliar e monitorar, de forma objetiva e adequada, a qualidade das águas subterrâneas na localidade, através de políticas públicas eficientes que integrem saneamento, saúde e educação ambiental, com o intuito de garantia de saúde e bem-estar da população.

**Palavras-chave:** Água Subterrânea, Saneamento, Justiça Ambiental.

## ABSTRACT

Groundwater have key role in supply for human consumption in localities where nonexistent water supply network or it has no basis. Usually these sites also do not have sewage system and sewage treatment. With that, the population relies on the simpler and less expensive it is to dig wells and build septic tanks for disposal of domestic sewage method. Hence the growing concern about the quality of these waters, and the monitoring is of great importance to public health due to the risk of diseases transmitted by waterborne. This work was performed at Lagomar neighborhood, municipality of Macaé / RJ and aimed to evaluate the contamination by domestic effluent groundwater from excavated homes in this neighborhood and verify the existence of a framework of environmental injustice in the town wells. Three campaigns to collect water samples were performed in twelve collection points, totaling 36 samples during the months of October 2013 and February and June 2014. The parameters analyzed were nitrate, phosphate and Escherichia coli. We sought to establish correlations between the distances of trenches and pits and depth to these with the results obtained from the analysis and further correlations between the nearest and farthest points to PARNA Jurubatiba and the coastal strip, concomitantly. The study concluded that there is a correlation of contamination of E.coli to the distance between the well and septic tank and also for the depth of the well and that there is also a framework of environmental injustice installed in the town, making it necessary to monitor and evaluate, objectively and properly, the quality of groundwater in the locality, through effective public policies that integrate sanitation, health and environmental education, in order to guarantee the health and wellbeing of the population.

**Keywords:** Ground Water, Sanitation, Environmental Justice

**LISTA DE FIGURAS****ARTIGO CIENTÍFICO 1**

<b>Figura 01.</b> Benefícios à saúde pública e ao meio ambiente relacionados ao saneamento ambiental .....	27
--	----

**ARTIGO CIENTÍFICO 2**

<b>Figura 01.</b> Mapa de vulnerabilidade econômica de Macaé/RJ .....	35
<b>Figura 02.</b> Localização da área de estudo .....	36
<b>Figura 03.</b> Profundidade dos poços .....	42
<b>Figura 04.</b> Distância entre poços e fossas .....	43
<b>Figura 05.</b> Relação entre distância do poço x fossa e resultados de Nitrato .....	44
<b>Figura 06.</b> Relação entre distância do poço x fossa e resultados de Fosfato .....	45
<b>Figura 07.</b> Relação entre distância do poço x fossa e resultados de <i>E.coli</i> .....	46
<b>Figura 08.</b> Relação entre profundidade do poço e resultados de Nitrato .....	47
<b>Figura 09.</b> Relação entre profundidade do poço e resultados de Fosfato .....	48
<b>Figura 10.</b> Relação entre profundidade do poço e resultados de <i>E.coli</i> .....	49

**LISTA DE TABELAS****ARTIGO CIENTÍFICO 2**

<b>Tabela 01.</b> Relação das profundidades dos poços e das distâncias entre poços e fossas .....	41
<b>Tabela 02.</b> Resultados das análises de Nitrato, Fosfato e <i>E.coli</i> .....	43

**LISTA DE MAPAS****ARTIGO CIENTÍFICO 2**

<b>Mapa 01.</b>	Localização dos Pontos de Coleta .....	38
-----------------	--	----

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

<b>ANA</b>	Agência Nacional de Águas
<b>CETESB</b>	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo
<b>ETE</b>	Estação de Tratamento de Esgoto
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>IDB</b>	Indicadores e Dados Básicos
<b>mg/L</b>	miligramas/litro
<b>NMP/100 mL</b>	Número Mais provável por 100 mililitros
<b>OMS</b>	Organização Mundial de Saúde
<b>PARNA</b>	Parque Nacional
<b>PLHIS</b>	Plano Local de Habitação de Interesse Social
<b>PMM</b>	Prefeitura Municipal de Macaé
<b>PNRH</b>	Política Nacional de Recursos Hídricos
<b>RBJA</b>	Rede Brasileira de Justiça Ambiental
<b>SEMA</b>	Secretaria Especial de Meio Ambiente
<b>UFV</b>	Universidade Federal de Viçosa
<b>USP</b>	Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	13
<b>2</b>	<b>ARTIGO CIENTÍFICO 1</b> .....	17
	<b>A JUSTIÇA AMBIENTAL NO CONTEXTO DA SAÚDE PÚBLICA EM CIDADES COM ELEVADA EXPANSÃO ECONÔMICA E DEMOGRÁFICA</b>	
	<b>Resumo</b> .....	17
	<b>Abstract</b> .....	17
<b>2.1</b>	<b>Introdução</b> .....	18
<b>2.2</b>	<b>Políticas Públicas Versus Justiça Ambiental</b> .....	20
<b>2.3</b>	<b>Saneamento Ambiental e Saúde Pública</b> .....	22
<b>2.4</b>	<b>Conclusões</b> .....	28
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28
<b>3</b>	<b>ARTIGO CIENTÍFICO 2</b> .....	32
	<b>AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA DE POÇOS ESCAVADOS EM RESIDÊNCIAS NO BAIRRO LAGOMAR, MACAÉ/RJ: INJUSTIÇA AMBIENTAL EM SAÚDE PÚBLICA</b>	
	<b>Resumo</b> .....	32
	<b>Abstract</b> .....	33
<b>3.1</b>	<b>Introdução</b> .....	33
<b>3.2</b>	<b>Material e Métodos</b> .....	38
3.2.1	Definição da malha amostral .....	38
3.2.2	Análises químicas e microbiológicas da água .....	39
3.2.3	Relação entre profundidade dos poços, distância das fossas e resultados das análises .....	41
3.2.4	Resultados das análises em relação ao posicionamento do local da amostra .....	41
<b>3.3</b>	<b>Resultados e Discussão</b> .....	41
<b>3.4</b>	<b>Conclusões</b> .....	50
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	51
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	55

## 1 APRESENTAÇÃO

A água subterrânea, além de ser um bem econômico, é considerada mundialmente uma fonte imprescindível de abastecimento para consumo humano, seja para as populações que não têm acesso à rede pública de abastecimento ou seja para aqueles que, tendo acesso a uma rede de abastecimento, têm o fornecimento com frequência irregular (HELBEL *et al.*, 2008).

De acordo com dados do IBGE (2000), cerca de 55% dos distritos brasileiros são abastecidos por água subterrânea. Em função dessa crescente demanda, as águas subterrâneas estão sob forte pressão da superexploração. Somam-se ainda os problemas relacionados com a contaminação das águas pela ação antrópica, sendo as principais fontes de poluição as fossas, os esgotos domésticos e industriais, os poços profundos mal instalados ou abandonados, os vazamentos em postos de gasolina, os lixões, os agrotóxicos utilizados na agricultura (MMA, 2007).

Segundo o relatório da Organização não Governamental Defensoria da Água, denominado “O estado real da contaminação das águas no Brasil – 2003/2004” (2004), a contaminação dos recursos hídricos aumentou cerca de cinco vezes nos últimos anos e apontam 20 mil áreas contaminadas no Brasil com populações expostas a riscos de saúde.

Doenças infectocontagiosas e parasitárias apresentam-se como excelentes indicadores de contaminação de água por efluentes domésticos, pela importância no quadro de saúde da população e pelas taxas de incidência ou interações de causa e efeito junto aos fatores ambientais (AGUIAR, 1995).

As doenças de veiculação hídrica são ocasionadas principalmente por microrganismos patogênicos de origem entérica, animal ou humana, transmitidas basicamente pela rota fecal-oral, ou seja, são excretados nas fezes de indivíduos infectados e ingeridos na forma de água ou alimento contaminado por água poluída com fezes (GRABOW, 1996 *apud* AMARAL *et al.*, 2003). A contaminação da água com material fecal, dejetos domésticos e industriais podem resultar em um aumento do risco de transmissão de doenças a humanos que utilizam esta água (GELDREICH, 1991; WIGGINS, 1996 *apud* ROSA *et al.*, 2004).

O consumo de água contaminada por agentes biológicos ou físico-químicos tem sido associado a diversos problemas de saúde. Algumas epidemias de doenças

gastrointestinais, por exemplo, têm como fonte de infecção a água contaminada (SILVA, 2003).

Devido ao processo acelerado de urbanização, as políticas públicas de habitação e saneamento foram insuficientes ou inexistentes em algumas regiões periféricas. Em regiões economicamente vulneráveis e excluídas da rede básica de serviços públicos, a falta de acesso a fontes seguras de água é fator agravante das condições precárias de vida. A busca por fontes alternativas pode levar ao consumo de água com qualidade sanitária duvidosa para o atendimento das necessidades básicas diárias (RAZZOLINI e GÜNTHER, 2008).

Muito se sabe sobre a importância da água para a sobrevivência no planeta. Contudo, só recentemente surgiram questões sobre a preocupação da água como sendo um direito humano fundamental e a preocupação com a edição de legislações para salvaguardar a qualidade e o acesso a esse elemento natural, mediante políticas públicas (AUGUSTO, *et al.*, 2012).

O consumo de água proveniente de mananciais subterrâneos que não atendam aos padrões de potabilidade especificados na legislação vigente precisa ser impedido ou ao menos evitado. A população precisa ter acesso a informações de prevenção de riscos e agravos à saúde pública, relacionados a doenças por transmissão hídrica. Água com qualidade para consumo e com distribuição regular é um direito fundamental. Políticas públicas carecem ser implantadas visando garantir o acesso generalizado à água com qualidade ao consumo humano.

Neste contexto, surgem as discussões sobre Justiça Ambiental, onde se discutem as perspectivas de disputa e uso de recursos naturais, juntamente com disputas sociais e econômicas. A definição de Justiça Ambiental indica a necessidade de se debater a questão ambiental para além da preservação, em articulação com a dimensão social, especialmente a distribuição dos recursos naturais e socialmente construídos (NOGARA, 2008).

Um dos princípios da Justiça Ambiental é justamente assegurar um amplo acesso às informações relevantes sobre o uso dos recursos ambientais, a destinação de rejeitos e localização de fontes de riscos ambientais, bem como garantir participação dos diversos atores sociais em processos democráticos na definição de políticas, planos, programas e projetos que diz respeito à sociedade (MMA, 2014).

A importância da noção de justiça ambiental provém da constatação de que a crescente escassez de recursos naturais e de que a desestabilização dos ecossistemas

afetam de modo desigual, e muitas vezes injusto, diferentes grupos sociais ou áreas geográficas. As várias formas de degradação ambiental acontecem, predominantemente, onde vivem as populações de menor renda (IORIS, 2009).

A área objeto deste estudo é o bairro Lagomar, localizado no município de Macaé. Este município está localizado ao norte do Estado do Rio de Janeiro, na Bacia de Campos. Foi eleito em 1978 para sediar a base de operações da Petrobras S.A. em atividades ligadas à produção de petróleo e gás natural. A introdução da atividade petroleira em uma região antes predominante pesqueira e agrícola desencadeou aumento populacional drástico. Como esse crescimento se deu sem a criação de infraestrutura urbana correspondente, houve consequências negativas para toda a população da região (LEAL, 2013).

O bairro foi classificado como uma das áreas de assentamentos precários do município e ainda, é considerado como um bairro de classe de altíssima vulnerabilidade econômica (PMM, 2012).

Assim, o objetivo geral deste estudo é avaliar a possibilidade de contaminação química e microbiológica da água subterrânea por efluentes domésticos, oriunda de poços escavados em residências do bairro Lagomar, com a finalidade de verificar a instalação de um quadro de injustiça ambiental na localidade.

Para tanto, buscou-se estabelecer uma conexão entre uso e ocupação do solo, saneamento ambiental, saúde pública, políticas públicas e justiça ambiental frente ao crescimento urbano. Para avaliação da qualidade da água subterrânea naquela localidade realizou-se análises químicas (nitrato e fosfato) e microbiológicas (*E.coli*), com o intuito de verificar contaminação por efluentes domésticos. Ainda, buscou-se estabelecer correlações entre os resultados obtidos nas análises e distâncias entre poços e fossas e a profundidade destes poços, além de analisar resultados obtidos nos pontos de coleta mais próximo e mais distante ao PARNA (Parque Nacional) Jurubatiba e à praia, concomitantemente.

Esta dissertação é composta por três capítulos. O primeiro capítulo apresenta uma breve introdução sobre qualidade das águas subterrâneas e dos riscos decorrentes do consumo de água contaminada, inserindo a discussão da Justiça Ambiental neste contexto. O segundo capítulo é um artigo que faz uma revisão da conjuntura de justiça ambiental em cidades com elevada expansão econômica e demográfica, estabelecendo uma conexão entre uso e ocupação do solo, saneamento ambiental e saúde pública. E o terceiro capítulo baseia-se num estudo de caso realizado no bairro Lagomar, município

de Macaé-RJ, com o objetivo de avaliar a qualidade da água subterrânea, buscando estabelecer correlações entre os resultados obtidos nas análises para com as distâncias das fossas e poços e a profundidade destes, além de verificar a instalação de um quadro de injustiça ambiental na localidade.

## 2 ARTIGO CIENTÍFICO 1

# A justiça ambiental no contexto da saúde pública em cidades com elevada expansão econômica e demográfica

## Environmental justice in the context of public health in cities with high economic expansion and demographic

Talita Rios da Costa Elias\*  
Luis Felipe Umbelino\*\*  
Augusto Eduardo Miranda Pinto\*\*\*

### Resumo

O crescimento acelerado, desordenado e sem planejamento urbano, acarreta a concentração da população migrante de baixa renda em áreas periféricas dos municípios, destituídas de infraestrutura mínima para garantir qualidade de vida, como por exemplo, saneamento básico e serviços de saúde. Vários problemas socioambientais estão fundamentados em políticas públicas que visam apenas o crescimento econômico como forma de garantir a equidade social.

A compreensão entre a relação de políticas públicas, meio ambiente e saúde pública como elemento principal do saneamento básico visando a garantia da qualidade de vida sem distinção entre as populações, é de grande interesse para a promoção da justiça ambiental.

O objetivo desta revisão é estabelecer uma conexão entre uso e ocupação do solo, saneamento ambiental e saúde pública frente a um crescimento urbano, onde prevalece a desigualdade no acesso aos recursos naturais e a vulnerabilidade social estabelecendo um quadro de injustiça ambiental.

Palavras-chave: Justiça ambiental; Saneamento; Saúde pública.

### Abstract

The accelerated growth, and without cluttered urban planning entails the concentration of low-income migrant population in outlying areas of the municipalities, devoid of minimum infrastructure to ensure quality of life, such as sanitation and health services. Several environmental problems are rooted in public policies aimed at economic growth as the only way to ensure social equity.

Understanding the relationship between public policy, the environment and public health as a core element of sanitation aimed at ensuring the quality of life without distinction between populations, is of great interest for the promotion of environmental justice.

---

\*Farmacêutica, Mestranda em Engenharia Ambiental pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PPEA) do Instituto Federal Fluminense.

\*\*D.Sc. em Ecologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Professor do Instituto Federal Fluminense.

\*\*\*D.Sc. em Direito da Cidade pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Professor do Instituto Federal Fluminense.

The aim of this review is to establish a connection between the use and occupation of land, environmental sanitation and public health against urban growth, where the prevailing unequal access to natural resources and social vulnerability by establishing a framework of environmental injustice.

Keywords: Environmental justice, Sanitation, Public Health

## 2.1 Introdução

A incompatibilidade entre infraestrutura urbana, política de uso e ocupação do solo urbano e as más condições econômicas populacionais, resultam em crescimento urbano desordenado, agravando seus problemas, uma vez que não possuem estrutura necessária para atender as expectativas e carências dessa população (ABELEM, 1996).

A Constituição Federal, em seu artigo 225, garante acesso à qualidade de vida a todos os cidadãos brasileiros e define que o Poder Público tem o dever de fazer cumprir este direito:

Art. 225 - Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988).

Em 1997, foi instituída a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), conhecida como “Lei das Águas” (Lei nº 9433/97), tendo como fundamento que a água é um bem público e onde um dos seus principais objetivos é assegurar a disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados, bem como promover uma utilização racional e integrada dos recursos hídricos.

Art. 1º A Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

I - a água é um bem de domínio público...

Art. 2º - São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos:

I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos ... (BRASIL, 1997).

Os impactos ambientais gerados por efluentes nos cursos d'água têm crescido de maneira alarmante, especialmente em grandes centros urbanos, isso em função da deficiência da rede de esgoto sanitário e, baixa conscientização da população em relação à conservação dos corpos hídricos (CETESB, 2002).

Em virtude de condições precárias de infraestrutura sanitária, do lançamento de esgoto *in natura*, de execução de obras hidráulicas sem estudos e/ou planejamentos ambientais causadas pela expansão imobiliária desordenada, a degradação ambiental em bacias hidrográficas vem aumentando desenfreadamente (GARCIA, 2006).

Inexiste um tratamento socialmente justo relacionado à questão do oferecimento de serviços públicos de infraestrutura, como por exemplo, os serviços de saneamento básico para a população. Ao contrário, há uma tendência de a população mais economicamente desfavorecida habitar territórios sujeitos a maiores riscos em relação a problemas ambientais.

Verifica-se a importância de ressaltar a necessidade da integração entre as políticas de recursos hídricos com as de uso e ocupação do solo, políticas de saneamento básico e políticas sociais que minimizem as vulnerabilidades e injustiças ambientais intensificadas pelo processo de desenvolvimento (FRACALANZA *et al*, 2013).

A população urbana brasileira, no ano de 2010, já chegava a 84,4% (IBGE, 2013). A demanda por moradias nunca foi atendida suficientemente. As cidades passaram a se compor em áreas de assentamentos precários, com infraestrutura precária e na sua maioria em locais impróprios para a edificação (NOGARA, 2008).

Atualmente, tem se falado muito em desenvolvimento sustentável. E essa discussão vem ganhando espaço em vários cenários políticos. De acordo com o texto da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1991, p.46), sustentável é o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades. Para tanto, se apoia na tríade: econômico, social e ambiental.

O conceito de sustentabilidade pressupõe a busca do equilíbrio entre economia, ambiente e sociedade, e depende do entendimento de que a natureza é um bem coletivo e que a relação entre esta e o homem deve ser de simbiose e não de dominação (VÉLEZ, 2012).

Segundo Pelicioni (1998), não se aceita mais que o desenvolvimento sujeite os recursos naturais a formas de exploração que aumentem as diferenças socioeconômicas.

Ao contrário, exige-se uma sociedade sustentável que atenda às necessidades sociais de toda a população, inclusive a dos excluídos, com igualdade e justiça.

Neste cenário, observa-se um alarmante número de doenças transmitidas por veiculação hídrica. A carência de água potável e de esgoto tratado facilita a transmissão de doenças. Quatro, entre cinco doenças comuns nos países em desenvolvimento são causadas por água poluída ou por falta de saneamento (CRESPO, 1998).

O objetivo desta revisão é exibir a realidade observada em cidades que baseiam suas políticas públicas apenas no desenvolvimento econômico, e que distribuem injustamente o peso dos impactos ambientais gerados em decorrência deste desenvolvimento, dando ênfase à área da saúde pública. Portanto, busca-se estabelecer uma conexão entre uso e ocupação do solo, saneamento ambiental e saúde pública frente a um crescimento urbano, onde prevalece a desigualdade no acesso aos recursos naturais e a vulnerabilidade social estabelecendo um quadro de injustiça ambiental.

## **2.2 Políticas Públicas Versus Justiça Ambiental**

De acordo com a Rede Brasileira de Justiça Ambiental (RBJA), o conceito de justiça ambiental refere-se ao tratamento justo e ao envolvimento pleno de todos os grupos sociais, independente de sua origem ou renda nas decisões sobre o acesso, ocupação e uso dos recursos naturais em seus territórios.

Porto (2005 apud HABERMANN e GOUVEIA, 2008) define Justiça Ambiental como:

“Conjunto de princípios e práticas que asseguram que nenhum grupo social, seja ele étnico, racial, de classe ou gênero, suporte uma parcela desproporcional das consequências ambientais negativas de operações econômicas, decisões políticas e de programas governamentais, assim como da ausência ou omissão de tais políticas, assegurando assim, tanto o acesso justo e equitativo aos recursos ambientais do país, quanto o acesso amplo às informações relevantes que lhes dizem respeito”.

A Justiça ambiental regulamenta as decisões sobre o desenvolvimento e o impacto sobre a política ambiental e a qualidade de vida, influenciando sobre a nossa

saúde, ambientes urbanos e naturais, bem como a disponibilidade e o acesso aos recursos naturais (MILLNER, 2013).

Vários estudos surgiram com o objetivo de discutir mais intensamente as ligações entre raça, pobreza e poluição, estabelecendo conexões entre problemas ambientais e injustiça social (ACSELRAD, 2012). A inadequada distribuição de renda, a poluição, a gestão e políticas impróprias, nos levam a um cenário de injustiça ambiental.

Clayton (2000) expõe que a percepção de que os recursos naturais não são renováveis, a conscientização por parte da sociedade sobre suas responsabilidades no impacto destrutivo ao meio ambiente e a distribuição injusta de um risco ambiental são as principais razões para que o tema justiça ambiental tenha se tornado relevante nos últimos anos, sendo esta última o principal foco da temática.

É necessário fazer cumprir o direito à qualidade de vida com vistas ao desenvolvimento sustentável, com programas eficientes de políticas públicas que considerem os diversos atores sociais. As políticas públicas traduzem, no seu processo de elaboração e implantação e, sobretudo, em seus resultados, formas de exercício do poder político, envolvendo a distribuição e redistribuição de poder, o papel do conflito social nos processos de decisão, a repartição de custos e benefícios sociais (TEIXEIRA, 2002).

A degradação ambiental evidencia a característica do desenvolvimento. Neste cenário, a natureza é vista meramente como fonte de recursos, que são explorados à exaustão visando um suposto desenvolvimento socioeconômico, do qual as comunidades locais não necessariamente se beneficiam (VÉLEZ, 2012).

Segundo Villaça (2001 *apud* FARIA e TOUGEIRO, 2010) a estruturação do espaço urbano é dominado pelos agentes sociais que detêm maior renda e esses escolhem as áreas de acordo com as vantagens e infraestrutura.

Os pobres estão mais expostos aos riscos decorrentes da localização de suas residências, como a vulnerabilidade destas moradias a enchentes, desmoronamentos e à ação de esgotos a céu aberto (ACSELRAD, 2012).

A população economicamente vulnerável está desigualmente protegida. Neste caso a sociedade procura problematizar e demandar que se desfaçam os mecanismos de vulnerabilização, requerendo do Estado políticas equânimes de proteção e combate aos processos decisórios que agrupam os riscos sobre os menos capazes de se fazer ouvir na esfera pública (ACSELRAD, 2006).

O poder público possui um papel essencial e fundamental nas questões de desigualdade e vulnerabilidade, pois onde a lógica econômica e rentabilidade se sobrepõem à lógica do serviço público, as condições sociais e ambientais do território são suficientemente desreguladas para permitir a ocorrência de injustiças (HABERMANN e GOUVEIA, 2008).

É importante observar que frequentemente as políticas públicas relacionadas à água priorizam determinados usos dos recursos hídricos que incluem a geração de valor pelo sistema capitalista, sem conexão com os problemas distributivos do recurso que se referem à população de baixa renda (FRACALANZA *et al*, 2013).

Segundo Millner (2013), um ambiente limpo e saudável é essencial para a saúde e o bem-estar dos indivíduos e comunidades. O acesso aos recursos naturais, como água limpa, por exemplo, é fundamental para a saúde e o bem-estar humano. O direito à saúde e os direitos à água são reconhecidos como intrinsecamente ligados ao direito a um meio ambiente limpo e saudável.

No contexto brasileiro, as cidades cresceram vertiginosamente sem o devido acompanhamento de infraestrutura, gerando ambientes insalubres e exclusão social (MOISES *et al.*, 2010).

Neste argumento, busca-se analisar como a gestão da água, que é de responsabilidade do poder público, e que está fundamentada na abertura à participação de um maior número de atores sociais e no reconhecimento da água como um bem público interfere no ciclo de vulnerabilidade social e ambiental, às quais certas populações estão expostas (FRACALANZA *et al*, 2013).

Os perigos à saúde estão desproporcionalmente distribuídos entre grupos sociais mais vulneráveis, acarretados pelos riscos ambientais (HABERMANN e GOUVEIA, 2008). Há forte correlação entre indicadores de pobreza e a ocorrência de doenças associadas à poluição por ausência de água e esgotamento sanitário (ACSELRAD, 2013).

### **2.3 Saneamento Ambiental e Saúde Pública**

De acordo com a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1997), em grande parte dos países em desenvolvimento, a deficiência de infraestrutura sanitária é responsável pela alta morbidade por doenças de veiculação hídrica. Nesses países, verificam-se condições que tendem a piorar devido às

necessidades crescentes de serviços e ações de saneamento ambiental, que excedem a capacidade dos governos de reagir adequadamente.

A Política Federal de Saneamento Básico (Lei nº 11445/2007) estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e tem como seus principais fundamentos:

Art. 2º Os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base nos seguintes princípios fundamentais:

I - universalização do acesso;

II - integralidade, compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso na conformidade de suas necessidades e maximizando a eficácia das ações e resultados;

III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente;

IV - disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado;

VI - articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante;

XI - segurança, qualidade e regularidade;

XII - integração das infra-estruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos (BRASIL, 2007).

Ainda define como saneamento básico o conjunto de quatro serviços básicos necessários em um mesmo domicílio:

Art. 3º Para os efeitos desta Lei, considera-se:

I - saneamento básico: conjunto de serviços, infra-estruturas e instalações operacionais de:

a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infra-estruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;

b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;

c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de coleta,

transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;

d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas... (BRASIL, 2007).

Com a publicação da referida Lei foi estabelecido o conceito de saneamento básico, como sendo o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais urbanas.

Um dos principais propósitos para a exigência de qualidade da água é a garantia de promoção e proteção à saúde pública. Os critérios adotados para assegurar essa qualidade têm por finalidade fornecer uma base para o desenvolvimento de ações que, se propriamente implementadas junto à população, garantirão a segurança do fornecimento de água através da eliminação ou redução à concentração mínima de contaminantes na água perigosos à saúde (D'AGUILA *et al*, 2000).

Desde a década de 1950 até o final dos anos 90, o investimento em saneamento básico no Brasil ocorreu pontualmente em alguns períodos específicos, com um destaque para as décadas de 1970 e 1980. Como resultado, o país ainda está marcado por uma grande desigualdade e déficit ao acesso, principalmente em relação à coleta e tratamento de esgoto (LEONETI *et al*, 2011).

Sabe-se que os serviços de saneamento são de vital importância para proteger a saúde da população, minimizar as consequências da pobreza e proteger o meio ambiente (TEIXEIRA e GUILHERMINO, 2006).

Neste cenário, surgem problemas de injustiça ambiental a partir da perspectiva da desigualdade no acesso a água em quantidade e qualidade adequadas para abastecimento humano no meio urbano e também a deficiência nos serviços de saneamento básico (FRACALANZA *et al*, 2013).

No Brasil, as populações que não são atendidas satisfatoriamente por serviços de saneamento adequados, estão concentradas nas periferias das grandes e médias cidades nos chamados assentamentos precários, nos pequenos aglomerados urbanos e também nas pequenas cidades com menos de vinte mil habitantes (SILVA e ALVES, 1999).

As condições desiguais de apropriação não só acentuam as dificuldades de uso da água por uma parte da população, como também resultam em situações de maiores riscos associados ao uso do território para fins de moradia (FRACALANZA *et al*, 2013).

A ausência de serviços de saneamento tem resultado em precárias condições de saúde de uma parte significativa da população brasileira, com a incidência de doenças de veiculação hídrica, tais como diarreias, hepatite, cólera, parasitoses intestinais, entre outras (TEIXEIRA e GHILHERMINO, 2006).

O conceito de saneamento deve compreender os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, a coleta e disposição de resíduos sólidos, a drenagem urbana e o controle de vetores (SOARES *et al*, 2002).

No Brasil, de acordo com a publicação “Indicadores e Dados Básicos para a Saúde, 2012” (IDB, 2012), ainda há muita carência de serviços de saneamento básico, como mostram os indicadores abaixo:

- 84,41% da população têm abastecimento de água por rede geral;
- 76,11% da população dispõem de esgotamento sanitário por rede geral ou fossa;
- 87,53% da população contam com a coleta de lixo.

Comparados com dados de anos anteriores, verificou-se um aumento na cobertura destes serviços, porém estes dados corroboram a afirmativa de que ainda não há uma cobertura total destes serviços de saneamento básico para garantir uma relevante queda na poluição do solo e das águas e uma consequente queda nas causas de doenças parasitárias transmitidas por veiculação hídrica e na degradação ambiental.

Uma solução para a preservação das águas é o investimento em saneamento e no tratamento do esgoto sanitário, que é feito por meio de estações de tratamento de esgoto que reproduzem, em um menor espaço e tempo, a capacidade de autodepuração dos cursos d’água (LEONETI *et al*, 2011).

Dados da Organização Mundial da Saúde publicados em 2013 (OMS, 2013), no documento denominado “Progressos sobre a água potável e saneamento” mostram que o Brasil, em 2011, contava com uma cobertura de saneamento 75 a 90% de seu território. Deste total, 81% da população contam com instalações sanitárias capazes de assegurar a higiene, como por exemplo, o sistema de esgoto canalizado e fossas sépticas. 1% têm essas instalações compartilhadas entre duas ou mais famílias. E, 14% desta parte da população têm acesso a instalações sanitárias que não garantem a higiene, como por

exemplo fossas construídas de forma irregular. Ainda, 4% da população defecam a “céu aberto”, como em corpos hídricos (rios e praias) e em florestas.

De acordo com o estudo realizado por Saiani e Toneto Júnior (2010), existe um sério déficit de acesso aos serviços de saneamento básico no Brasil, déficit este que se distribuiu de maneira desigual pelo país, sendo um problema que persiste desde 1970.

Teixeira e Guilhermino (2006) apud Benicio e Monteiro (2000), afirmam ser este déficit um fator determinante para a alta incidência da diarreia infantil no país. Este mal é considerado uma das principais causas de mortalidade evitável em crianças, mas que para isso as ações de prevenção contra as doenças diarreicas no Brasil são particularmente necessárias (RASELLA, 2013). Paz et al. (2012) realizaram um estudo onde verificou-se que o risco de ocorrência de diarreia em crianças é quase 15 vezes maior do que entre aquelas que vivem em condições adequadas de habitação e saneamento.

Conforme publicado no documento “Indicadores e Dados Básicos para a Saúde, 2012” (IDB, 2012), o número de óbitos por doença diarreica aguda em crianças menores de 5 anos de idade, no Brasil, é de 1,6 ao ano.

As parasitoses intestinais, também conhecidas como enteroparasitoses, dentre elas febre tifóide, cólera, salmonelose, shigelose e outras gastroenterites, poliomielite, hepatite A, verminoses, amebíase e giardíase, estabelecem um grave problema de saúde pública nos países em desenvolvimento. Está bem estabelecido que as parasitoses intestinais sejam mais frequentes em regiões menos desenvolvidas, considerado o sentido mais amplo da palavra (SIGULEM *et al*, 1985). Nos países subdesenvolvidos as parasitoses intestinais atingem índices de até 90%, ocorrendo um aumento significativo da frequência à medida que piora o nível socioeconômico (CHERTER *et al*, 1995).

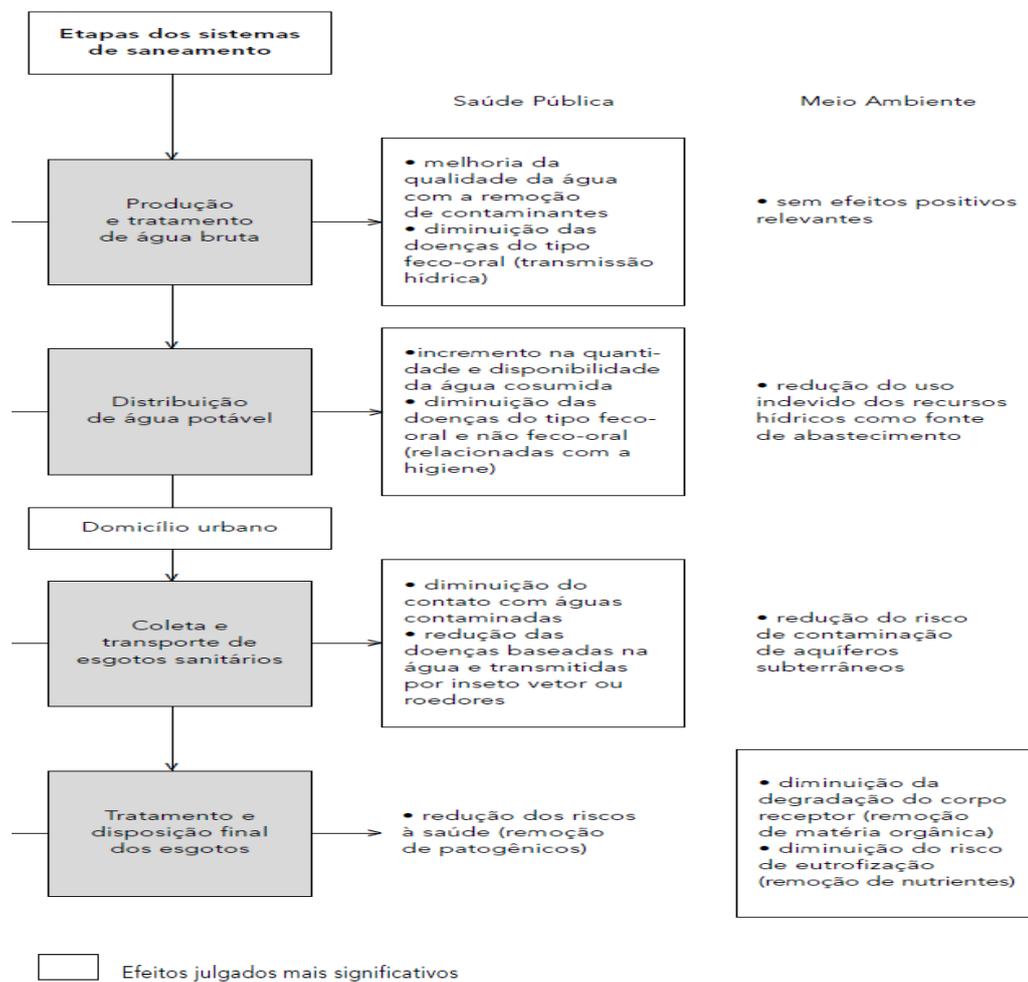
Conforme pesquisas realizadas em diversas regiões do Brasil, sobre ocorrência de parasitos intestinais, foi observado que existem diferentes frequências e que estas variam de acordo com as condições locais de saneamento (LUDWIG *et al*, 1999).

Analisando os dados da organização Mundial da Saúde – OMS (2009), dos principais fatores de risco de exposição a doenças relacionadas a fatores ambientais no Brasil, 90% deles estão relacionados com a qualidade da água e cerca de 75% com o saneamento básico.

Conforme demonstrado na figura 01, os benefícios promovidos à saúde pública e ao meio ambiente relacionados ao saneamento ambiental são indiscutivelmente

indispensáveis para uma política pública que visa a saúde pública a fim de promover a justiça ambiental.

**Figura 01:** Benefícios à saúde pública e ao meio ambiente relacionados ao saneamento ambiental



Fonte: Adaptado de SOARES *et al*, 2002.

No Brasil, estima-se que 60% das infecções hospitalares estejam relacionadas às deficiências do saneamento básico, que geram outras consequências de impacto extremamente negativo para a qualidade e expectativa de vida da população (USP, 2012).

Como fazer exercer o direito à saúde se a água com qualidade e quantidade está muito distante da maioria da população? De acordo com Visser e seus colaboradores (2011), para a erradicação deste problema de saúde pública, necessita-se de melhorias nas condições socioeconômicas, no saneamento básico e na educação em saúde, além de mudanças em hábitos culturais.

A realidade da atenção à saúde em nosso país é marcada pelo assistencialismo, pelo corporativismo, ineficiência, iniquidade e injustiça. Grande parte da nossa população não tem acesso aos serviços de saúde e saneamento, educação e demais direitos de cidadania, e as políticas públicas não têm sido capazes de promover a equidade (MAGALHÃES *et al*,2007).

A prioridade principal deve ser promover o acesso ao saneamento ambiental para as populações de baixa renda que não têm condições de custear sistemas alternativos para abastecimento de água e coleta, considerando que a água é um bem comum e que, portanto deve ser oferecida em qualidade e quantidade adequadas para toda a população sem distinção (FRACALANZA *et al* , 2013).

## 2.4 Conclusões

Políticas públicas voltadas para o saneamento básico precisam de um melhor planejamento e execução de suas ações por parte dos governos, promovendo o amplo acesso à população, visando a prevenção de doenças causadas pela falta de abastecimento de água potável e coleta e tratamento de efluentes.

Os investimentos em saneamento não se expandem na mesma proporção que o crescimento populacional. O ritmo da urbanização causa uma deterioração nos índices de cobertura dos serviços básicos de saneamento. Em decorrência deste fato, o número de doenças causadas por veiculação hídrica aumenta, e juntamente com estes números, aumenta a condição de injustiça ambiental. Deve estabelecer uma integração das políticas de saneamento, com as políticas de desenvolvimento urbano, de saúde e de meio ambiente.

A situação de deficiência de cobertura destes serviços implica em altos custos para o sistema de saúde. É necessário o investimento em saneamento para garantir o direito de todo cidadão à saúde e à qualidade de vida e promover a justiça ambiental.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABELEM, A. **Carências habitacionais na Amazônia.** Cadernos de Estudo Sociais, Recife, v. 12,n.1, jul./dez. 1996.

ACSELRAD, H. **Justiça Ambiental – novas articulações entre meio ambiente e democracia.** Disponível em:

<[www.justicaambiental.org.br/projetos/clientes/noar/noar/UserFiles/17/File/JANovasArticulacoes-%20ms.pdf](http://www.justicaambiental.org.br/projetos/clientes/noar/noar/UserFiles/17/File/JANovasArticulacoes-%20ms.pdf)>. Acesso em: 06 jul. 2013.

ACSELRAD, H. **Vulnerabilidade ambiental, processos e relações.** In: \_\_\_\_\_ II Encontro Nacional de Produtores e Usuários de Informações Sociais, Econômicas e Territoriais, 2006.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Brasília, DF, 05 Out. 1988.

BRASIL. **Lei nº 9433, de 08 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, DF, 1997.

BRASIL. **Lei nº 11445, de 05 de janeiro de 2007.** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, DF, 05 Jan. 2007.

CETESB. **Relatório de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo.** São Paulo: CETESB. 274 p., 2002.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum.** Rio de Janeiro. Ed. Fundação Getúlio Vargas, 1991.

CHERTER, L.; CABEÇA, M.; CATAPANI, W.R. **Parasitoses intestinais.** Revista Brasileira de Medicina, v.51, p. 126-132, 1995.

CLAYTON, S. **Models of Justice in environmental debate.** Journal of Social Issues, Wooster, v. 56, n. 3, p.459-474, 2000.

CRESPO, T. **Planeta água: um guia de educação ambiental para conservação dos recursos hídricos.** Rio de Janeiro, 232p.

FARIA, T.P.; TOUGEIRO, J.V. **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, 2010.

FRACALANZA, A.P.; JACOB, A.M.; EÇA, R.F. **Justiça ambiental e práticas de governança da água: (re) introduzindo questões de igualdade na agenda.** Revista Ambiente e Sociedade, São Paulo, v. 16, n. 1, p.19-38, 2013.

HABERMANN, M.; GOUVEIA, N. **Justiça ambiental: abordagem ecossocial em saúde.** Rev. Saúde Pública. São Paulo, v. 42, n. 6, p. 1105-1111, 2008.

GARCIA, T.A. **Percepção da quantidade e qualidade da água nas comunidades alojadas às margens dos rios Sorocaba e Pirajibu.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, 2006.

IBGE. **Atlas do Censo Demográfico 2010.** Disponível em: <[http://biblioteca.ibge.gov.br/d\\_detalhes.php?id=264529](http://biblioteca.ibge.gov.br/d_detalhes.php?id=264529)>. Acesso em 18 jan. 2014.

IDB. **Indicadores e Dados Básicos 2012.** Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/idb2012/matriz.htm>>. Acesso em: 20 mai. 2014.

LEONETI, A.B.; PRADO, E.L.; OLIVEIRA, S.V.W.B. **Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI.** Rev. Adm. Pública, Rio de Janeiro, v. 45, n. 2, 2011 .

LUDWIG, K.M.; FREI, F.; ALVARES FILHO, F.; RIBEIRO-PAES, J.T. **Correlação entre condições de saneamento básico e parasitoses intestinais na população de Assis, Estado de São Paulo.** Rev. Soc. Bras. Medicina Tropical, Uberaba, v. 32, n. 5, p. 547-555, 1999.

MILLNER, F. **Access to Environmental Justice.** Disponível em: <[www.deakin.edu.au/buslaw/law/crrlj/papers/millnerfelicity.pdf](http://www.deakin.edu.au/buslaw/law/crrlj/papers/millnerfelicity.pdf)>. Acesso em: 06 jul. 2013.

MOISES, M.; KLIGERMAN, D. C.; COHEN, S. C.; MONTEIRO, S. C. F. **A política federal de saneamento básico e as iniciativas de participação, mobilização, controle social, educação em saúde e ambiental nos programas governamentais de saneamento.** Rev. Ciênc. Saúde Coletiva, vol.15, n.5, p. 2581-2591, 2010.

NOGARA, M.A.C. **Conflitos socioambientais na Justiça.** Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2008.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento.** 2ed. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 1997.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Country profile of environmental burden of disease.** Genebra, 2009. Disponível em: <[www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/national/countryprofile/brazil.pdf](http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/national/countryprofile/brazil.pdf)>. Acesso em: 21 jan. 2013.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Progress on Sanitation and Drinking-Water. 2013.** Disponível em: <[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/2013/jmp\\_report/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2013/jmp_report/en/)>. Acesso em 18 jan. 2014.

PAZ, M.G.A.; ALMEIDA, M.F.; GUNTHER, W.M.R. **Prevalência de diarreia em crianças e condições de saneamento e moradia em áreas periurbanas de Guarulhos, SP.** Rev. Brasileira de epidemiologia, São Paulo, v. 15, n. 1, 2012.

PELICIONE, M.C.F. **Educação ambiental, qualidade de vida e sustentabilidade.** Rev. Sociedade e Saúde, v.2, p. 19-31, 1998.

RASELLA, D. **Impacto do Programa Água para Todos (PAT) sobre a morbimortalidade por diarreia em crianças do Estado da Bahia, Brasil.** Caderno Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 29, n. 1, 2013 .

REDE BRASILEIRA DE JUSTIÇA AMBIENTAL. **O que é justiça Ambiental?** Disponível em: <[www.justicaambiental.org.br/\\_justicaambiental/pagina.php?id=229](http://www.justicaambiental.org.br/_justicaambiental/pagina.php?id=229)>. Acesso em: 29 jun.2013.

SAIANI, C.C.S.; TONETO JUNIOR, R. **Evolução do acesso a serviços de saneamento básico no Brasil (1970 a 2004).** Rev. Economia e Sociedade, Campinas, vol.19, n.1, p. 79-106, 2010.

SIGULEM, D.M.; TUDISCO, E.S.; PAIVA, E.R.; GUERRA, C.C.C. **Anemia nutricional e parasitose intestinal em menores de 5 anos.** Revista Paulista de Medicina. v.103, p. 308-312, 1985.

SILVA, H.K. S.; ALVES, R.F.F. **O saneamento das águas no Brasil.** In: \_\_\_\_\_ O ESTADO DAS ÁGUAS NO BRASIL. BRASÍLIA: ANEEL, p. 83-102, 1999.

SOARES, S.R.A.; BERNARDES, R.S.; CORDEIRO NETTO, O.M. **Relações entre saneamento, saúde pública e meio ambiente: elementos para formulação de um modelo de planejamento em saneamento.** Cad. Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 18, n. 6, p. 1713-1724, 2002 .

TEIXEIRA, J.C.; GUILHERMINO, R.L. **Análise da associação entre saneamento e saúde nos estados brasileiros, empregando dados secundários do banco de dados indicadores e dados básicos para a saúde 2003- IDB 2003.** Rev. Eng. Sanit. e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 11, n. 3, p. 277-282, 2006 .

Universidade de São Paulo (USP). **Disciplina Água e Saúde.** Disponível em: <<http://www.usp.br/gpqa/Disciplinas/qfl3201/aguaSaude.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2012.

VÉLEZ, M.V.N. **Meio Ambiente, Informação e Mobilização Social: a degradação da praia de Sepetiba.** Dissertação (Mestrado) -Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2012.

VISSER, S.; GIATTI, L.L.; CARVALHO, R.A.C.; GUERREIRO, J. C. H. **Estudo da associação entre fatores socioambientais e prevalência de parasitose intestinal em área periférica da cidade de Manaus (AM, Brasil).** Rev. Ciênc. Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 16, n. 8, p. 3481-3492, 2011.

### 3 ARTIGO CIENTÍFICO 2

#### AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO DA ÁGUA SUBTERRÂNEA DE POÇOS ESCAVADOS EM RESIDÊNCIAS NO BAIRRO LAGOMAR, MACAÉ/RJ: INJUSTIÇA AMBIENTAL EM SAÚDE PÚBLICA

##### Resumo

As desigualdades econômicas e sociais existentes fizeram com que o quadro de injustiça ambiental seja estabelecido como modelo de desenvolvimento dominante, caracterizando uma desproteção social, uma vez que parte da população encontra-se exposta a riscos ambientais. Dentre estes, a ingestão de água contaminada por agentes biológicos ou físico-químicos tem sido associada a diversos problemas de saúde.

Este trabalho foi realizado no bairro Lagomar, município de Macaé/RJ, de população economicamente vulnerável com residências precárias, onde não há sistema de abastecimento de água, nem coleta de efluentes domésticos, sendo a água de poço a principal fonte de abastecimento e fossa séptica, a fonte de destinação dos efluentes.

Teve por objetivo avaliar a contaminação da água subterrânea proveniente de poços por efluentes domésticos, através da análise dos parâmetros de nitrato, fosfato e *Escherichia coli*, realizada em três campanhas de amostras de água em doze pontos de coleta, totalizando 36 amostras. A proposta foi analisar a correlação entre distância da fossa e profundidade do poço em termos de contaminação da água subterrânea; fazer uma relação dos resultados obtidos nas análises para com o posicionamento dos locais das coletas; e ainda verificar a instalação de um quadro de injustiça ambiental na localidade.

Os resultados revelaram um quadro de injustiça ambiental, com um grande número de análises fora do padrão de potabilidade. Mostraram ainda que quanto mais distante o poço estiver da fossa e quanto mais profundo for o poço, menores são as possibilidades de haver contaminação por coliformes fecais.

**Palavras-chave:** Água subterrânea. Fossa. Poço. Saneamento. Injustiça ambiental.

ASSESSMENT OF CONTAMINATION OF GROUNDWATER WELLS  
EXCAVATED RESIDENCES IN THE NEIGHBORHOOD LAGOMAR, MACAÉ/RJ:  
ENVIRONMENTAL INJUSTICE IN PUBLIC HEALTH

**Abstract**

Existing economic and social inequalities caused the framework of environmental injustice is established as the dominant development model, featuring a lack of social protection, since part of the population is exposed to environmental risks. Among these, the ingestion of water contaminated by biological or physical-chemical agents has been associated with various health problems.

This work was performed at Lagomar neighborhood, municipality of Macaé / RJ, economically vulnerable population with poor homes where there is no water supply system or collection of domestic sewage, well water being the main source of supply and septic tank the source of effluent disposal.

Aimed to evaluate the contamination of groundwater from wells for domestic effluents, through the analysis of nitrate, phosphate and *Escherichia coli* parameters performed in three campaigns in twelve samples of water collection points, totaling 36 samples. The purpose was to analyze the correlation between distance from the fossa and well depth in terms of groundwater contamination; make a list of the results obtained from the analysis towards the positioning of the sampling sites; and also check the installation of a framework of environmental injustice in the locality.

The results revealed a framework of environmental injustice, with a large number of analyzes nonstandard potability. Also showed that the farther the pit is the pit and the deeper the well, the less chances there fecal coliforms contamination.

**Keywords:** Groundwater. Fossa. Pit. Sanitation. Environmental injustice.

### 3.1 INTRODUÇÃO

A qualidade das águas subterrâneas deve ser preservada, daí a crescente preocupação com a sua contaminação. Além de ser um bem econômico, é considerada mundialmente uma fonte imprescindível de abastecimento para consumo humano, para

as populações que não têm acesso à rede pública de abastecimento ou para aqueles que, tendo acesso a uma rede de abastecimento, têm o fornecimento com frequência irregular (FREITAS et al, 2001).

A ocupação desordenada do espaço urbano e o crescimento habitacional acelerado são alguns dos fatores que dificultam o desenvolvimento econômico com racionalidade de acesso aos recursos ambientais por falta de políticas públicas que mitiguem os prejuízos causados. Também há de se contestar o modelo de gestão urbana que não contempla a forma como os recursos ambientais são apropriados e geridos. Isso é o que podemos caracterizar como um quadro de injustiça ambiental, onde a maior carga dos danos ambientais referentes ao crescimento econômico destina-se a populações de baixa renda e aos bairros de periferia.

A noção de justiça ambiental exprime um movimento de ressignificação da questão ambiental. Resulta de uma apropriação singular da temática do meio ambiente por dinâmicas sociopolíticas tradicionalmente envolvidas com a construção da justiça social (ACSELRAD, 2010).

A concepção entre a relação de políticas públicas, meio ambiente e saúde pública como elemento principal do saneamento básico visando a garantia da qualidade de vida sem distinção entre as populações, é de grande interesse para a promoção da justiça ambiental

A área objeto deste estudo, o bairro Lagomar, está localizado no município de Macaé. Este município localiza-se ao norte do estado do Rio de Janeiro, aproximadamente a 200 km da capital, e seu principal acesso é feito pela BR-101. Está situado na Bacia de Campos, importante área de exploração de petróleo. Foi eleito, em 1974, pela Petrobras S.A. como sede da base de operações das atividades da produção de petróleo e gás natural. Desde então, nota-se um grande crescimento populacional no município. Segundos dados do IBGE, no ano de 1970, Macaé apresentava 47.328 habitantes. Já em 2000, este número era de 130.518 (SILVA *et.al*, 2008).

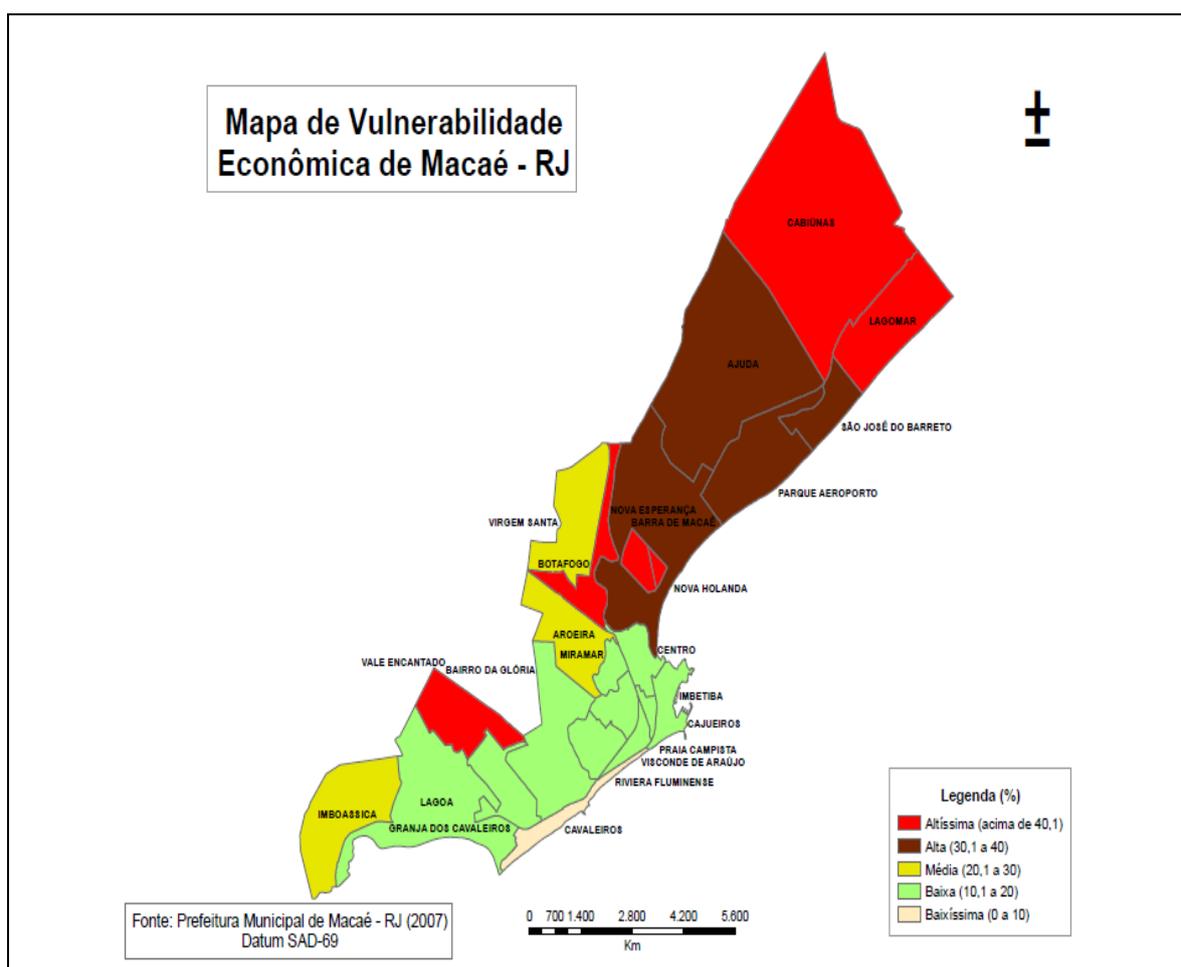
Apesar dos notórios benefícios econômicos, este processo de avanço do crescimento populacional em decorrência da instalação de indústrias petrolíferas tem submetido Macaé a uma forte pressão sobre a infraestrutura urbana, levando ao avanço da ocupação sobre áreas frágeis, ocasionando problemas de degradação ambiental (BARUQUI, 2004).

Conforme o Plano Local de Habitação de Interesse Social (PLHIS) de Macaé definem-se como assentamentos precários:

[...] áreas que demandam a ação do poder público quanto ao atendimento de necessidades habitacionais e que possuem as seguintes características: ocupação clandestina ou irregular de área pública ou privada, condições urbanísticas e de infra-estrutura insatisfatórias e presença majoritária de população de baixa renda (PLHIS, 2010, p.55).

O bairro foi classificado como uma das áreas definidas de assentamentos precários do município (PMM, 2012) e ainda, é considerado como um bairro de classe de altíssima vulnerabilidade, conforme mostra a figura 01.

**Figura 01:** Mapa de vulnerabilidade econômica de Macaé/RJ

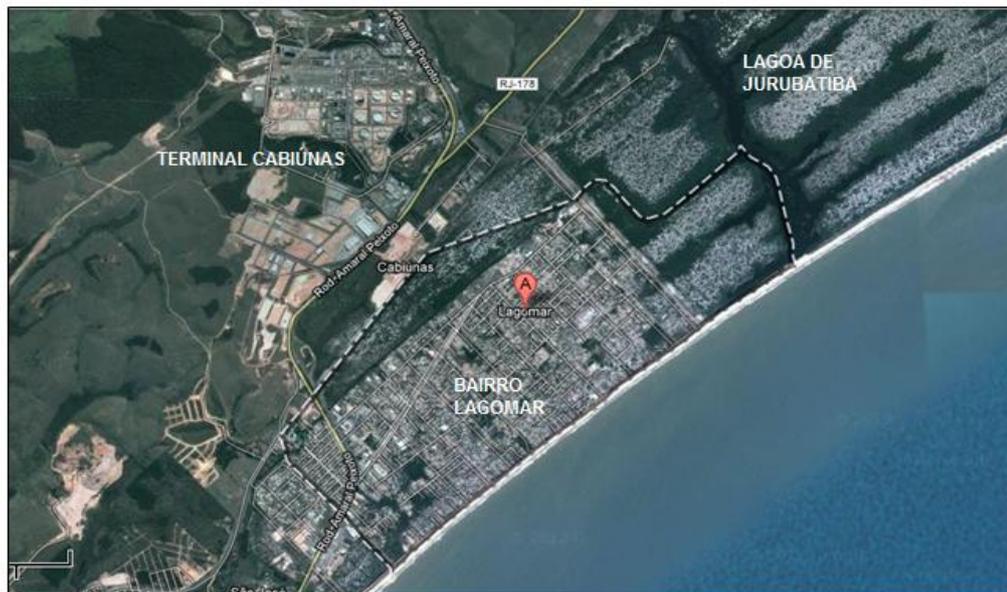


Fonte: Almeida, 2010.

O bairro Lagomar faz divisa com o Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (PARNA Jurubatiba), conforme pode ser observado na Figura 02, portando está assentado sobre solos de restinga. Possui sistema de aquíferos livres superficiais

(CORDEIRO, 2010), sendo significativamente mais suscetíveis a contaminações quando comparado aos demais tipos de aquíferos (LIBÂNIO, 2005).

**Figura 02:** Localização da área de estudo



Fonte: Google Earth, 2014.

É um bairro de população economicamente vulnerável com residências precárias, onde se concentra grande parte dos migrantes recentes de Macaé (ALMEIDA, 2010). Entre os anos de 2000 e 2010, sofreu um crescimento demográfico de 437%, onde o número de habitantes deu um salto de 3.874 para 20.804, respectivamente. Em relação ao rendimento nominal mensal per capita, o Lagomar está em 3º lugar no ranking dos bairros do município que apresentam os menores rendimentos. 84,4% da população, em 2010, recebiam até dois salários mínimos (PMM, 2012).

Nessa localidade não há sistema de abastecimento de água tratada, nem de coleta de efluentes domésticos. Sendo assim, as águas de poços são a principal fonte de abastecimento da região, que em sua maioria, não apresentam as devidas licenças ambientais, como a outorga para uso da água ou controle ambiental adequado. Há um vasto uso desta fonte de água devido à ausência da rede de abastecimento da rede pública de água. Como existe uma relativa facilidade de escavar poços artesianos e construir fossas sépticas com a finalidade de destinação de efluentes domésticos, este é o meio mais simples, rápido e de menor custo que a população local encontrou para suprir suas necessidades.

Considerando que a qualidade da água subterrânea é diretamente ligada às condições em que o solo se encontra, é de se esperar que ao ocorrer contaminação no solo, este fato se repercutirá nas águas subterrâneas. O fato de o bairro ter se expandido sobre solos de restinga, configura a facilidade de contaminação da água subterrânea por contaminação do solo, pois uma das características dos solos de restinga, por ser um solo arenoso, é seu alto índice de permeabilidade.

As chances de contaminação das águas desta localidade se dão devido à existência de diversas fossas sépticas que são utilizadas como única fonte de tratamento dos efluentes domésticos. A Estação de Tratamento de Esgoto Lagomar (ETE Lagomar) teve sua Licença de Operação nº 390/13 expedida pela SEMA - PMM, mas ainda não havia tido suas atividades iniciadas durante a realização deste estudo. E ainda, conforme dados obtidos no “Anuário 2012” publicado pela Prefeitura Municipal de Macaé, 23,6% das residências do bairro Lagomar, utilizam como destino sanitário o rio, mar ou lagoa e céu aberto ou valas.

A análise da água subterrânea obtida através de poços escavados em residências do bairro Lagomar se faz necessária e de grande utilidade em termos de saúde pública devido aos riscos de transmissão de doenças relacionadas à má qualidade de saneamento ambiental e riscos de poluição ambiental através da contaminação do solo e água subterrânea, configurando um quadro de injustiça ambiental. O consumo humano de água potável e acesso a saneamento básico são consideradas umas das ações de saúde pública de maior impacto na prevenção de doenças e dos índices de mortalidade.

Faz-se necessário assegurar à população um amplo acesso às informações relevantes sobre o uso de recursos ambientais, a qualidade da água utilizada, a destinação de rejeitos, a localização de fontes de riscos ambientais e qualidade de saúde ambiental.

Portanto, o objetivo geral deste estudo foi avaliar a possibilidade de contaminação química e microbiológica por efluentes domésticos da água subterrânea, oriunda de poços escavados em residências do bairro Lagomar, com a finalidade de verificar a instalação de um quadro de injustiça ambiental na localidade.

Para tanto, objetivos específicos deste trabalho são: (i) realizar análises químicas (nitrato e fosfato) e microbiológicas (coliformes fecais) para avaliação da contaminação da água subterrânea por efluentes domésticos; (ii) avaliar a correlação entre distância da fossa e profundidade do poço em termos de contaminação da água subterrânea; (iii) fazer uma relação dos resultados obtidos nas análises em relação ao posicionamento dos

locais das coletas, considerando o ponto de coleta mais próximo e o mais distante à praia e ao PARNA Jurubatiba, concomitantemente.

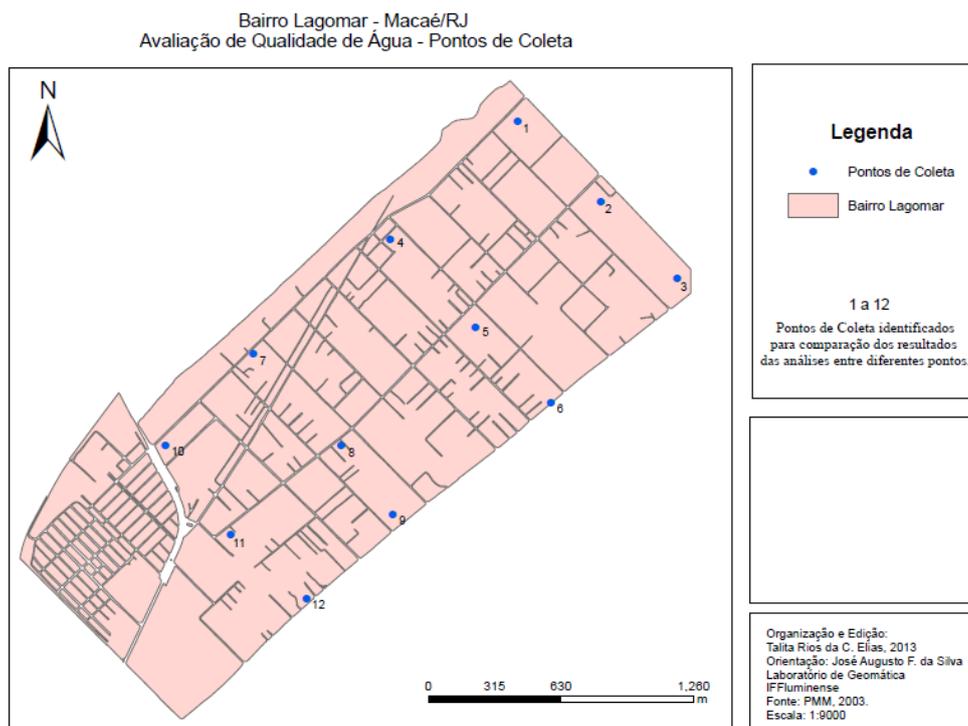
## 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

### 3.2.1 Definição da malha amostral

Para a definição da malha amostral, o que corresponde aos pontos de coleta de água que foram submetidos à análise, o bairro Lagomar foi considerado como homogêneo, a partir de observação in situ, no que diz respeito à forma de abastecimento de água e de destinação dos efluentes domésticos. Os pontos de coleta foram escolhidos em residências que possuíam poços escavados, e com disponibilidade para a coleta das amostras.

Foram definidos doze pontos de amostragem, numerados de 1 a 12, conforme pode ser observado no mapa 01.

### Mapa 01: Localização dos Pontos de Coleta



Fonte: Elaboração própria, 2013.

Foram realizadas três campanhas de coletas de amostras de água, em doze pontos de coleta, totalizando 36 amostras, compreendidas entre os meses de outubro de 2013 e fevereiro e junho de 2014, a fim de contemplar períodos distintos climatológicos e pluviométricos. As amostras foram recolhidas em recipientes plásticos, sendo dois recipientes para cada ponto de coleta em cada uma das campanhas, sendo um dos recipientes estéril sem aditivos para realizar a análise de nitrato e fosfato e o outro estéril contendo conservante tiosulfato de sódio para a realização da análise de coliformes fecais. Todas as amostras foram acondicionadas em caixa de isopor contendo cubos de gelo e posteriormente levadas a um laboratório terceirizado para dar prosseguimento às análises. A metodologia adotada foi de acordo com as normas padrões de procedimentos, descritas no “Standard Methods for Examination of the Water and Wastewater”.

### 3.2.2 Análises químicas e microbiológicas da água

As análises compreenderam os seguintes parâmetros: nitrato, fosfato e coliformes fecais (*Escherichia coli*). Estes parâmetros foram escolhidos a partir de análises de vários estudos realizados, como o estudo de Naval e Brito (2002), Giatti *et al* (2004), Amaral *et al* (2003), Campos e Rohlf (2010), Ratti *et al* (2011) e Rosa *et al* (2004) que tiveram o objetivo de analisar a contaminação de água por efluentes domésticos. Foi observado que estes parâmetros estão presentes nestes estudos isoladamente ou concomitantemente, o que leva a associá-los a bons indicadores de contaminação de água por efluentes domésticos, não se fazendo necessária a análise de outros parâmetros para indicativo de contaminação.

Fontes de água potável contendo altas concentrações de nitrato apresentam um grande risco para a saúde pública e animal. O ânion não apresenta relativa toxidez para os adultos, pois é rapidamente excretado pelos rins. Entretanto, concentrações maiores que 10 mg/L de nitrato, podem ser fatais para crianças com idades inferiores a seis meses. Outros problemas podem ser causados pela formação de nitrosaminas cancerígenas (FERREIRA; MONTEIRO; OLIVEIRA, 2013). Uma das principais fontes de nitrogênio na água é o lançamento de esgoto sanitário e de efluentes industriais (ANA, 2012).

A deposição de matéria orgânica no solo, como acontece quando se utiliza fossas e sumidouros, aumenta drasticamente a quantidade de nitrogênio. Esse nitrogênio é

quimicamente transformado em nitrato que possui grande mobilidade no solo alcançando o manancial subterrâneo e ali se depositando. O nitrato é um ótimo indicativo para avaliar se um dado manancial subterrâneo está sendo contaminado pela atividade antrópica exercida sobre ele. (MELLO et al, 1984 apud CAMPOS e ROHLFS, 2010).

O fósforo encontra-se na água nas formas de ortofosfato, polifosfato e fósforo orgânico. Suas principais fontes são a dissolução de compostos do solo, a decomposição da matéria orgânica, esgotos domésticos e industriais pela presença de detergentes superfosfatados, fertilizantes, e excrementos de animais (UFV, 2013). A presença de altas concentrações de fosfato demonstra influência antropogênica na composição da água (DREVER, 1997).

Os esgotos urbanos, sem tratamento, contêm o fósforo principalmente como ortofosfato e fosfatos inorgânicos condensados, oriundos de dejetos humanos e efluentes domésticos (PIMENTA, 2006).

A contaminação microbiológica da água se dá principalmente devido ao despejo indevido de esgoto e lixo em corpos d'água. Com o aumento da exposição humana a esgotos domésticos e efluentes contaminados, coloca-se a saúde em risco pela possibilidade de contato ou ingestão de água com organismos infecciosos como bactérias, vírus, protozoários e helmintos (USP, 2012).

A espécie *Escherichia coli* (*E.coli*) é considerada o melhor indicador de contaminação fecal, visto que algumas espécies de bactérias pertencentes ao grupo *coliformes* fecais podem ser encontradas em outras fontes que não fezes (ROSA, 2004).

A *Escherichia coli* é abundante em fezes humanas e de animais, tendo, somente, sido encontrada em esgotos, efluentes, águas naturais e solos que tenham recebido contaminação fecal recente (BRASIL, 2000).

A quantidade destes microrganismos indica o grau de contaminação, e consequentemente o risco potencial quanto à presença de patógenos (RIVERA e MARTINS, 1996).

Para a verificação de inadequação dos resultados das análises, foram considerados os valores máximos permitidos (VPM) estabelecidos pela Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde de 2004 e os teores máximos de substâncias potencialmente prejudiciais pela Resolução CONAMA nº 357 de 2005.

### 3.2.3 Relação entre profundidade dos poços, distância das fossas e resultados das análises

As medições das distâncias entre fossas e poços e a profundidade dos poços para cada um dos pontos de coleta selecionados, foram realizadas “in loco” com o auxílio de uma trena. Depois de obtido os resultados das análises nas três campanhas, estes dados foram cruzados com a finalidade de estabelecer relações entre profundidade dos poços, distância das fossas e prováveis níveis de contaminação da água subterrânea.

### 3.2.4 Resultados das análises em relação ao posicionamento do local da amostra

A partir dos resultados das análises físico-químicas e microbiológicas propostas, foi elaborada uma relação dos resultados obtidos nas análises em relação ao posicionamento dos locais de coleta das amostras, ou seja, foi proposta a verificação de correlação entre proximidade em relação à faixa costeira e ao PARNA Jurubatiba simultaneamente, e os resultados obtidos nas análises das amostras.

## 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas medições de distância entre fossa e poço e da profundidade de cada poço avaliado são apresentados na tabela 01 abaixo:

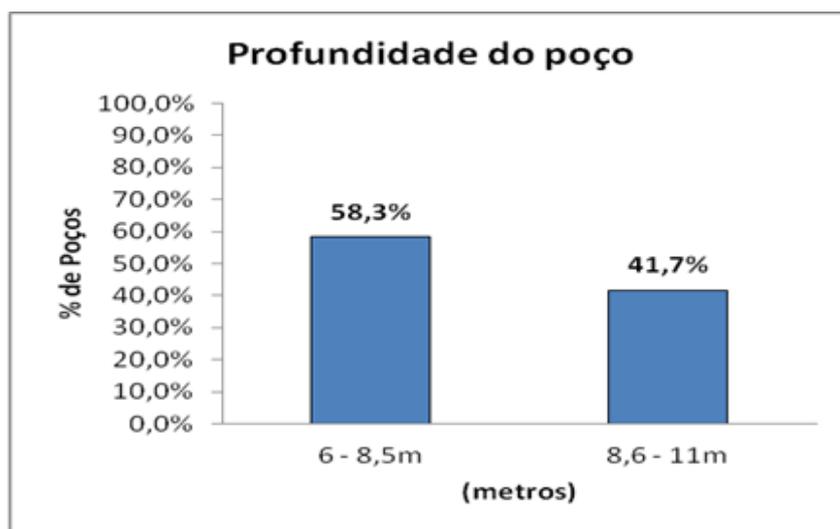
**Tabela 01:** Relação das profundidades dos poços e das distâncias entre poços e fossas

<b>PONTO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>
<b>Profundidade do poço (metros)</b>	10	9	7	11	9	7	8	8	7	8	6	8
<b>Distância entre poço e fossa (metros)</b>	9	20	10	10	6	8	20	10	17	15	7	7

Fonte: Elaboração própria, 2014.

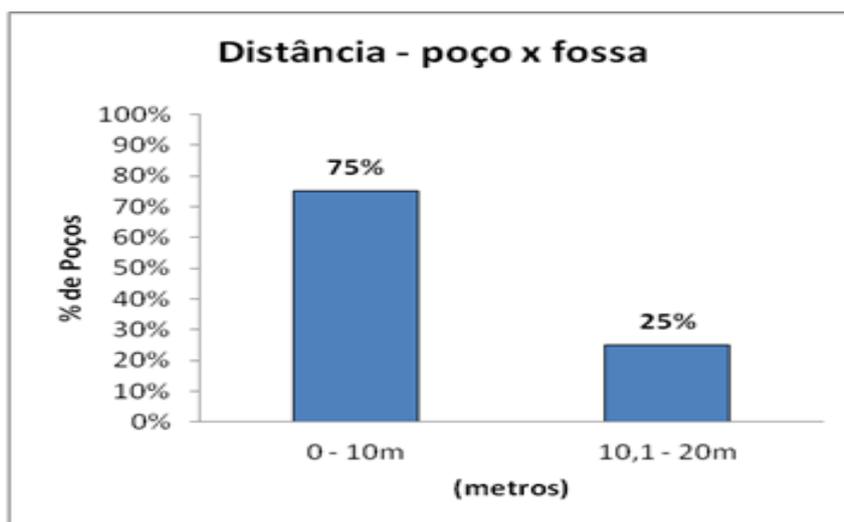
Com relação aos valores de profundidade obtidos e dados coletados, foi possível concluir que os poços analisados no bairro Lagomar são superficiais, do tipo raso, com no máximo 11 metros de profundidade, sendo a maioria (58,3%) com profundidades compreendidas entre 6 e 8,5 metros, conforme demonstrado na figura 03. São perfurados manualmente, estão próximos à região costeira, e em todos os pontos analisados, para o destino do esgotamento sanitário, eram utilizadas fossas.

**Figura 03:** Profundidade dos poços



Fonte: Elaboração própria, 2014.

Segundo Tortora *et al* (2005), as fossas sépticas devem ser construídas na parte baixa do terreno e com uma distância mínima de 30 metros do poço. Nos valores apresentados na Tabela 01, observou-se que essa distância recomendada pela literatura não foi atendida. Os valores de distância entre fossa e poço obtidos ficaram compreendidos de 6 a 20 metros, sendo que a maioria (75%) dos poços foi construída a uma distância máxima de 10 metros da fossa, conforme pode ser observado na figura 04. O escoamento das águas superficiais e as distâncias inferiores a 30 metros em relação às fossas sépticas facilita a contaminação dos mananciais.

**Figura 04:** Distância entre poços e fossas

Fonte: Elaboração própria, 2014.

Os resultados obtidos nas análises de Nitrato, Fosfato e *E.coli*, são apresentados na tabela 02 abaixo.

**Tabela 02:** Resultados das análises de Nitrato, Fosfato e *E.coli*

	Parâmetros	Pontos de coleta											
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
1ª campanha	Nitrato (mg/L)	< 0,1	0,1	0,2	0,4	< 0,1	0,8	0,2	0,1	2,6	0,6	0,1	< 0,1
	Fosfato (mg/L)	0,43	ND	0,22	0,25	0,4	ND	ND	ND	0,6	ND	ND	0,11
	<i>E.coli</i> (NMP/100 mL)	A	A	1,0	A	A	A	A	30	A	A	A	30
2ª campanha	Nitrato (mg/L)	0,4	0,8	0,2	0,1	0,1	0,3	0,4	0,3	5,2	0,1	1,3	0,6
	Fosfato (mg/L)	ND	0,71	ND	0,72	0,71	ND	ND	ND	ND	0,51	ND	ND
	<i>E.coli</i> (NMP/100 mL)	A	1,0	3,1	A	3,1	1,0	4,1	A	A	3,1	1,0	A
3ª campanha	Nitrato (mg/L)	< 0,1	0,9	0,3	< 0,1	0,2	0,3	0,2	0,3	4,7	0,5	1,0	0,1
	Fosfato (mg/L)	0,21	0,31	ND	0,25	0,1	ND	ND	ND	0,31	0,22	ND	ND
	<i>E.coli</i> (NMP/100 mL)	1,0	A	1,0	A	1,0	1,0	3,1	4,1	A	A	A	4,1

\*A: Ausente

\*\*ND: Não detectado pelo método

Fonte: Elaboração própria, 2014.

Estes resultados apresentados acima foram comparados aos valores máximos permitidos segundo a Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde de 2004 e os teores máximos de substâncias potencialmente prejudiciais pela Resolução CONAMA 357 de

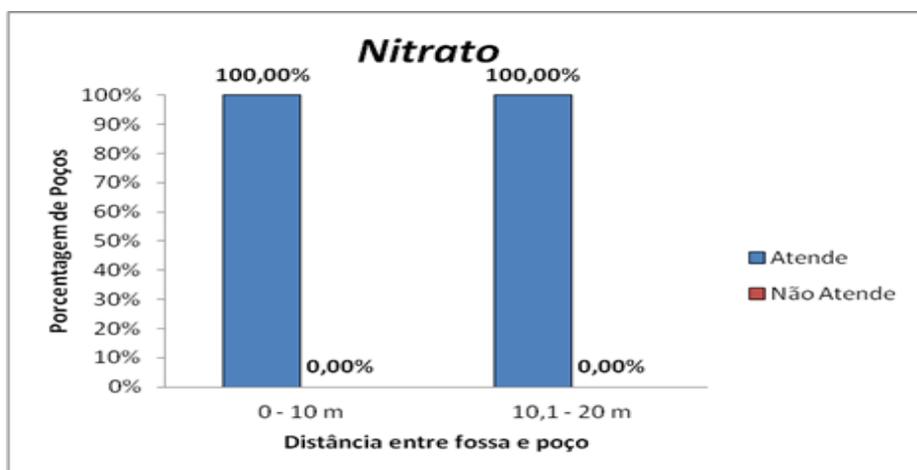
2005. Estas premissas contidas nos documentos legais citados serviram para caracterizar o atendimento ou o não atendimento à legislação vigente.

De acordo com a Portaria 518 de 2004 do Ministério da Saúde o valor máximo permitido (VMP) para nitrato é de 10 mg/L. Verificou-se que nenhuma das amostras apresentaram valores superiores ao permitido para nitrato. Os coliformes fecais (*E.coli*), segundo esta Portaria devem estar ausentes em 100 mL de amostra. Foi constatado que dezessete amostras não atenderam ao disposto na legislação. Em relação ao fosfato, o teor máximo permitido na Resolução nº 357 do CONAMA para águas doces classe 1 é de 0,025 mg/L e observou-se que dezesseis amostras tiveram valores superiores ao preconizado.

Ao analisar os resultados das 36 amostras para os três parâmetros (nitrato, fosfato e *E.coli*) correlacionando-os com as **distâncias entre fossa e poço** e as premissas estabelecidas nas legislações vigentes foi possível concluir que:

- Para Nitrato, conforme figura 05 abaixo, ao analisar os resultados obtidos, verificou-se que todos os teores de nitrato ficaram compreendidos dentro do preconizado pela legislação. Portanto, torna-se inviável estabelecer uma possível relação de proporcionalidade da distância entre poço e fossa e dos valores de resultados obtidos.

**Figura 05:** Relação entre distância do poço x fossa e resultados de Nitrato



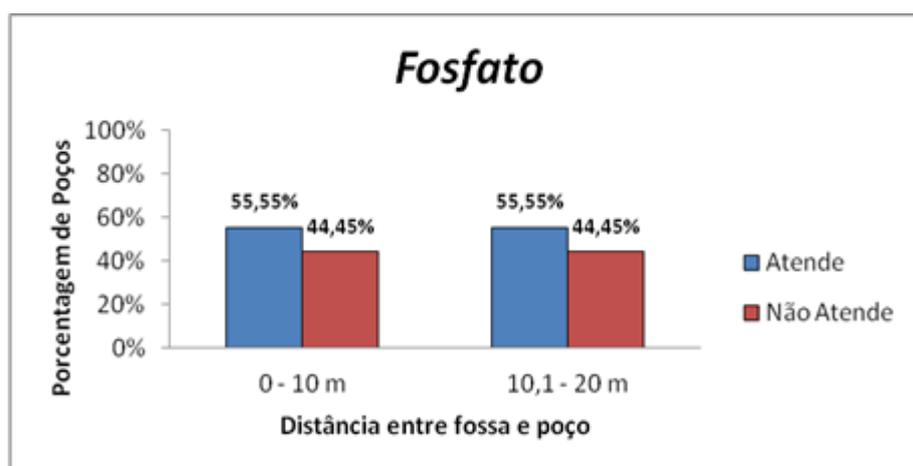
Fonte: Elaboração própria, 2014.

- Para Fosfato, conforme figura 06 abaixo, observou-se que as proporções de resultados que atenderam ou não à legislação, mantiveram-se se inalteradas para ambas as faixas de distâncias adotadas. Com isso não é possível caracterizar a

existência de uma relação de proporcionalidade da distância entre fossa e poço e dos valores de resultados obtidos.

A salinidade das águas subterrâneas é mais alta em faixas próximas à linha da costa do que em poços mais afastados em direção ao continente (Montenegro *et al.*, 2009). Conforme Pimenta (2006) a salinidade pode ser um fator importante na redução das concentrações de fosfato. Apesar do local de estudo ser uma região costeira, possivelmente com maior salinidade, ainda assim constatou-se que 44,45% das amostras não atenderam à legislação.

**Figura 06:** Relação entre distância do poço x fossa e resultados de Fosfato

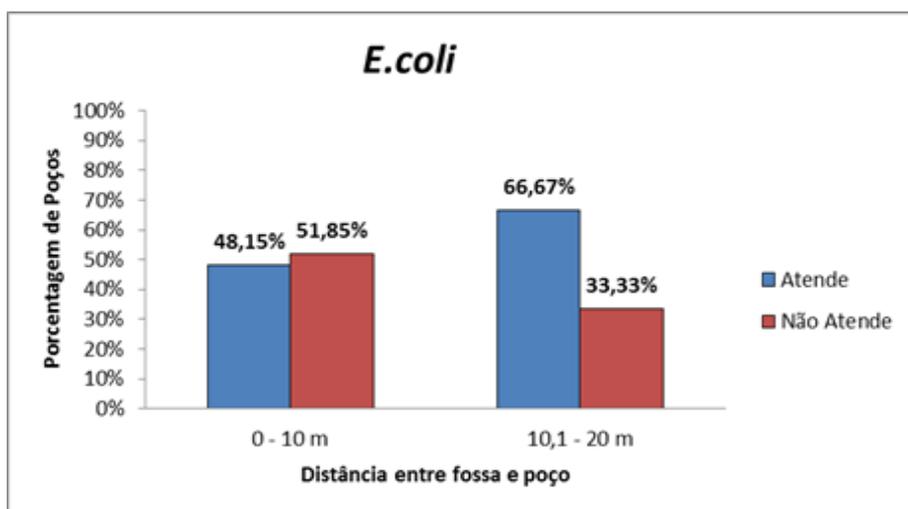


Fonte: Elaboração própria, 2014.

- Para *E.coli*, conforme figura 07 abaixo, foi possível caracterizar que existe uma relação de proporcionalidade da distância entre fossa e poço e dos valores de resultados obtidos, convergindo assim com o proposto na literatura, conforme Camargo (2009), que afirma em seu trabalho existir uma coerente relação entre os resultados das análises obtidos e as distâncias das fossas. Esta correlação prevê que quanto menor a distância entre poço e fossa, maior a possibilidade de se encontrar parâmetros fora do estabelecido pela Legislação.

Os poços mais rasos e que estão situados mais próximos a fossas, geralmente apresentam problemas na qualidade de água em decorrência da alteração desse parâmetro.

**Figura 07:** Relação entre distância do poço x fossa e resultados de *E.coli*



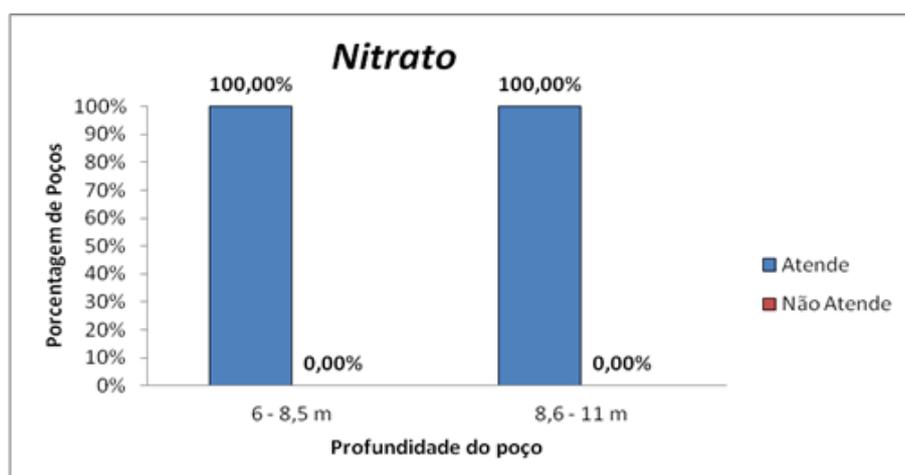
Fonte: Elaboração própria, 2014.

Ao analisar os resultados das 36 amostras para os três parâmetros (nitrato, fosfato e *E.coli*) correlacionando as **profundidades dos poços** com as premissas estabelecidas nas legislações vigentes podemos concluir:

- Para Nitrato, conforme figura 08 abaixo, e como relatado anteriormente, todas as análises deste íon atenderam à legislação vigente, novamente inviabilizando o estabelecimento de uma possível relação de proporcionalidade da profundidade do poço e dos valores de resultados obtidos.

Silva e Araújo (2003) relataram em seu trabalho não haver significância na associação entre nitrato acima de 10 mg/L, a profundidade do poço e a distância existente entre poço e fossa. Contudo, vale ressaltar que mesmo atendendo à legislação, ou seja, dentro dos níveis de potabilidade da água, e não estabelecendo uma correlação com profundidade do poço e distância entre poço e fossa, foi detectada a presença de nitrato em várias amostras, o que indica uma possível contaminação do manancial, provavelmente por esgotos domésticos, pois de acordo com Freitas e Almeida (1998) apud Bouchard et al. (1992), a presença de nitrato pode ser um indicativo importante para prever a existência de fontes de contaminação por esgoto nos aquíferos. Campos (2004) relata que segundo a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), valores acima de 3 mg/L são considerados indicativos de contaminação antrópica.

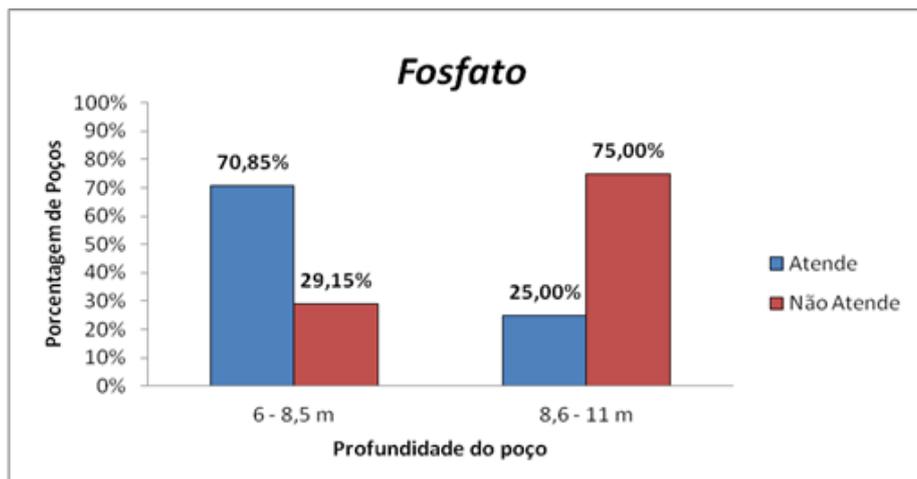
**Figura 08:** Relação entre profundidade do poço e resultados de Nitrato



Fonte: Elaboração própria, 2014.

- Para o parâmetro Fosfato, foi possível caracterizar a existência de uma relação de proporcionalidade inversa à profundidade do poço e dos valores de resultados obtidos, conforme a figura 09 abaixo. É notório ao analisar que ao ser aumentada a profundidade, a presença de fosfato também aumenta. Como descrito anteriormente, segundo Pimenta (2006), a salinidade é um parâmetro importante na redução das concentrações de fosfato. Já, Pereira *et al* (2006) em seu estudo afirmam que a salinidade tende a aumentar com a profundidade, mas que foi constatado uma inversão desta premissa. Vidal e Kiang (2004) também relatam que em seus estudos a salinidade foi pouco influenciada pela profundidade. Portanto, uma possível inversão de concentração de salinidade explicaria o fato de que nos poços mais profundos haveria a provável diminuição na concentração da salinidade, não sendo esta suficiente para reduzir a concentração de fosfato. E ainda, no estudo realizado por Cordeiro (2010), nesta mesma localidade, todas as amostras apresentaram níveis de concentração de sal, possivelmente oriundos da intrusão marinha ou da adição de efluentes.

**Figura 09:** Relação entre profundidade do poço e resultados de Fosfato

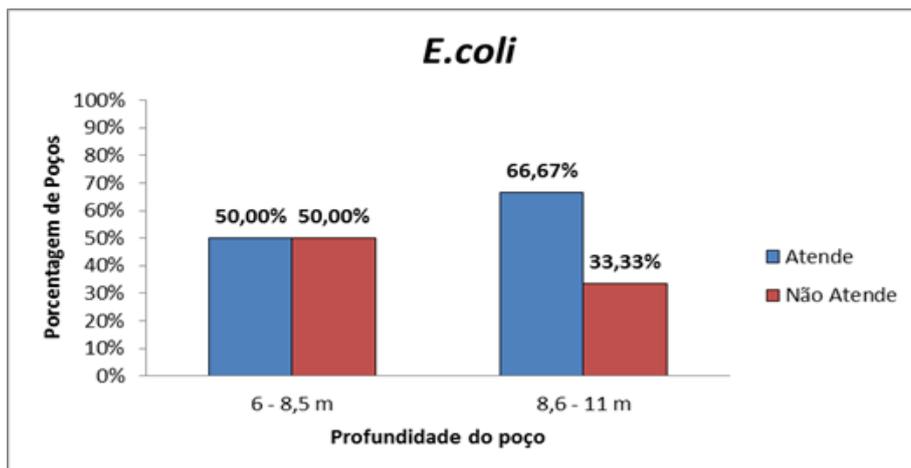


Fonte: Elaboração própria, 2014.

- Para *E.coli*, conforme figura 10 abaixo, foi possível caracterizar que existe uma relação de proporcionalidade das profundidades dos poços e dos valores de resultados obtidos. Camargo (2009) afirma existir uma coerente relação entre os resultados das análises obtidos e as distâncias das fossas. Pois bem, esta relação continua vigorando ao analisarmos a profundidade, pois quando se aumenta a profundidade do poço, conseqüentemente está sendo aumentada a distância deste para com a fossa em virtude do aumento da hipotenusa formada entre a profundidade do poço com a distância para a fossa. O que permite dizer que, quanto menor a profundidade do poço, maior a possibilidade de se encontrar parâmetros fora do estabelecido pela legislação.

E como citado anteriormente, poços mais rasos e que estão situados mais próximos a fossas, geralmente apresentam problemas na qualidade de água em decorrência da presença de coliformes fecais.

**Figura 10:** Relação entre profundidade do poço e resultados de *E.coli*



Fonte: Elaboração própria, 2014.

Conforme relatos de moradores, a água de poços escavados em regiões mais próximas à faixa costeira e ao PARNA Jurubatiba concomitantemente, teria aspecto visual de pior qualidade, no que diz respeito a uma provável contaminação, quando comparada à de poços escavados o mais longe possível destes dois limites. Ao ponderar os resultados das análises das três campanhas realizadas no ponto 03 (ponto localizado mais próximo à praia e ao PARNA Jurubatiba) e no ponto 10 (localizado no lado oposto, mais distante da praia e ao PARNA Jurubatiba) foi observado que em ambos mais da metade das análises (55,55%) não atenderam à legislação vigente. Entretanto, no ponto 03, as três amostras para *E.coli* não atenderam ao especificado na legislação enquanto que no ponto 10, apenas uma das três amostras apresentaram a presença de coliformes fecais.

O bairro, como citado anteriormente, está assentado sobre solos de restinga e possui sistema de aquíferos livres superficiais (CORDEIRO, 2010). Possivelmente, este resultado deve-se ao fato de o ponto 03, ao ter maior proximidade ao PARNA Jurubatiba e a faixa costeira, o risco de contaminação se elevar devido à maior permeabilidade do solo do local, quando comparado ao ponto 10 que está distante do PARNA Jurubatiba e adentra sentido continente.

### 3.4 CONCLUSÕES

A maior parte das amostras de água de poços analisadas do bairro Lagomar, Macaé/RJ estavam fora dos padrões de potabilidade quanto ao quesito microbiológico e químico previsto na legislação pertinente. Mas com base neste trabalho, não se pode afirmar que a qualidade da água do bairro Lagomar como um todo não atende ao disposto na legislação pelo número reduzido de pontos de coleta, que não permite inferir resultado sobre o cenário do bairro no geral.

Por outro lado, não se pode desprezar o fato grave de que em pelo menos um dos parâmetros (*E.coli* ou fosfato), todos os pontos de coleta estudados apresentaram resultados fora do padrão de potabilidade.

Todas as distâncias encontradas entre poço e fossa foram inferiores a 30 metros, divergindo assim da distância mínima recomendada pela literatura. O fato destes sistemas de captação de esgotos constituídos de fossas e sumidouro estarem construídas a pequenas distâncias dos poços facilita com que estes dejetos sanitários eventualmente possam lixiviar pelo solo, permitindo assim a liberação de patógenos e podendo atingir as águas subterrâneas. Essa técnica de construção de fossas pode colocar em perigo até a saúde de vizinhos que consomem água desse manancial.

Foi constatado no trabalho, que existe uma correlação das taxas de contaminação de *E.coli* para com a distância entre poço e fossa e também para com a profundidade do poço, sendo factível afirmar que quanto mais distante o poço estiver da fossa e quanto mais profundo for o poço, menores são as possibilidades de haver contaminação por coliformes fecais. Para os parâmetros nitrato e fosfato, não foi possível estabelecer correlações com os fatores profundidade e distância.

O ponto de coleta analisado mais próximo ao PARNA Jurubatiba e ao litoral simultaneamente, obteve piores resultados para o parâmetro *E.coli* quando comparado ao ponto de coleta do lado oposto.

A contaminação por coliformes fecais em água de poço reflete situação de risco para a saúde da população, uma vez que a área apresenta uma grande densidade urbana e demográfica e não possui rede coletora de esgoto. O bairro sofre com a desigual distribuição de benefícios que o crescimento econômico trouxe ao município e desfruta das mazelas deixadas pela degradação ambiental, pelo uso indiscriminado de fossas e consumo de água com qualidade duvidosa expondo a saúde da população a agentes contaminantes, instalando-se nesta localidade um quadro de injustiça ambiental.

Pelo exposto é, portanto, necessário avaliar e monitorar, de forma objetiva e adequada, a qualidade das águas subterrâneas desta localidade, através de políticas públicas eficientes que integrem saneamento, saúde e educação ambiental, com o intuito de garantia de saúde e bem-estar da população. Ademais, intervenções e soluções educacionais para o gerenciamento correto destas águas para consumo devem ser propostas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSELRAD, H. **Ambientalização das lutas sociais – o caso do movimento por justiça ambiental**. Estudos Avançados, v. 24, n. 68. São Paulo, 2010.

Agência Nacional de Águas (ANA). **Índice de Qualidade das Águas**. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/IndicadoresQA/IndiceQA.aspx>>. Acesso em: 25 fev. 2014.

ALMEIDA, P.G.A. **Investigando a injustiça ambiental no Brasil: conflitos ambientais e riscos à saúde nos bairros Nova Holanda e Nova Esperança no Município de Macaé**. Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Fluminense, 2010.

AMARAL, L.A.; NADER FILHO, A.; ROSSI JUNIOR, O.D.; FERREIRA, F.L.A.; BARROS, L.S.S. **Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais**. Rev. Saúde Pública, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 510-514, 2003.

BARUQUI, S.S.C. **A cidade formal e a cidade informal em Macaé: Uma análise do crescimento habitacional na década de 90**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Candido Mendes, UCAM, Campos dos Goytacazes, RJ, 2004.

BRASIL. CONAMA. **Resolução nº 274 de 29 de novembro de 2000**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res00/res27400.html>>. Acesso em: 12 nov. 2013.

BRASIL. CONAMA. **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 18 jun. 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria nº 2914 de 12 dezembro de 2011**. Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)>. Acesso em 12 jun. 2013.

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

CAMPOS, J.C.V. **Contaminação das águas subterrâneas na cidade de Mirante da Serra (RO)**. In: \_\_\_\_\_ Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Disponível em:

<[http://www.cprm.gov.br/publique/media/contami\\_serra\\_ro.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/contami_serra_ro.pdf)>. Acesso em: 19 ago. 2014.

CAMPOS, T.S.; ROHLFS, D.B. **Avaliação dos valores de nitrato em águas subterrâneas e sua correlação com atividades antrópicas no município de águas lindas de Goiás**, 2010. Disponível em: <[www.cpgls.ucg.br/ArquivosUpload/1/File/V%20MOSTRA%20DE%20PRODUO%20CIENTIFICA/SAUDE/86.pdf](http://www.cpgls.ucg.br/ArquivosUpload/1/File/V%20MOSTRA%20DE%20PRODUO%20CIENTIFICA/SAUDE/86.pdf)>. Acesso em 12 jun. 2013.

CORDEIRO, M.R. **Avaliação da contaminação de efluentes domésticos em poços sobre áreas de restinga**. Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense, 2010.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSO MINERAL (CPRM). 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, 2001.

DREVER, J.I. **Geochemistry of Natural Waters: surface and groundwater environments**. 3ed. Prentice-Hall, Londres. 436 p, 1997.

FERREIRA, F.N.; MONTEIRO, M.I.C.; OLIVEIRA, N.M.M. **Determinação de nitrato em águas minerais pelo método simplificado do salicilato**. Disponível em: <[http://www.cetem.gov.br/publicacao/serie\\_anais\\_X\\_jic\\_2002/Fernanda.pdf](http://www.cetem.gov.br/publicacao/serie_anais_X_jic_2002/Fernanda.pdf)>. Acesso em: 23 jan. 2013.

FREITAS, M.B.; ALMEIDA, L.M. **Qualidade da água subterrânea e sazonalidade de organismos coliformes em áreas densamente povoadas com saneamento básico precário**. In: \_\_\_\_\_ X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 1998.

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

GIATTI, L.L.; ROCHA, A.A.; SANTOS, F.A.; BITENCOURT, S.C.; PIERONI, S.R.M. **Condição de saneamento básico em Iporanga, Estado de São Paulo**. Revista de Saúde Pública, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 571-577, 2004.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Editora Átomo, São Paulo: Campinas. 444p., 2005.

NAVAL, L.P.; BRITO, T.G. **Avaliação da qualidade da água do reservatório da UHE Luiz Eduardo Magalhães, determinando o grau de influência das ETEs de Palmas neste meio**. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/PuertoRico29/navy.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2013.

PEREIRA, R.; VIEIRA, J.R.G.; SILVA, J.J. A. **Salinização de aquíferos em zonas costeiras do litoral leste do Rio Grande do Norte**. In: \_\_\_\_\_ XIV Congresso

Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2006. Disponível em: <<http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/download/23127/15242>>. Acesso em: 04 ago. 2014.

PIMENTA, M.G.R. **Coliformes termotolerantes, fosfato e metais-traço (Cu, Pb e Hg) em água e sedimento das galerias pluviais de Fortaleza (CE)**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Ceará, 2006.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MACAÉ (PMM). **Anuário 2012**. Disponível em: <[http://www.macaerj.gov.br/midia/uploads/anuario/anuario\\_v1.pdf](http://www.macaerj.gov.br/midia/uploads/anuario/anuario_v1.pdf)>. Acesso em: 20 abr. 2013.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MACAÉ (PMM). **Plano Local de Habitação de Interesse Social**. Disponível em: <<http://www.macaerj.gov.br/midia/conteudo/arquivos/1317371032.pdf>>. Acesso em: 25 jun.2013.

RATTI, B.A.; BRUSTOLIN, C.F.; SIQUEIRA, T.A.; TORQUATO, A.S. **Pesquisa de coliformes totais e fecais em amostras de água coletadas no bairro zona sete, na cidade de Maringá-PR**. In: \_\_\_\_\_ VII Encontro Internacional de Produção Científica, 2010. Disponível em: <[http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/bianca\\_altrao\\_ratti%20\(1\).pdf](http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/bianca_altrao_ratti%20(1).pdf)>. Acesso em: 12 jun. 2013.

RIVERA, I.N.G.; MARTINS, M.T. **Bactérias enteropatogênicas no ambiente aquático**. Revista Ciências Farmacêuticas. v.17, p.115-136. 1996. São Paulo.

ROSA, C.C.B.; ALMEIDA, F.T.; SANTOS JÚNIOR, E.L.; ALVES, M.G.; MARTINS, M.L.L. **Qualidade microbiológica de água de poços provenientes de áreas urbanas e rurais de Campos dos Goytacazes (RJ)**. Rev. Águas Subterrâneas. In: \_\_\_\_\_ XIII Congresso Brasileiro das Águas Subterrâneas, 2004.

SILVA, R.C.A.; ARAÚJO, T.M. **Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA)**. Rev. Ciênc. saúde coletiva, v.8, n.4, p. 1019-1028, 2003.

SILVA, J.M.C.; BOZELLI, R.L.; SANTOS, L.F.; LOPES, A. F. **Impactos ambientais da exploração e produção de petróleo na Bacia de Campos, RJ**. In: \_\_\_\_\_ IV Encontro Nacional da Anppas, Brasília, DF, 2008.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). **Qualidade da água**. Disponível em: <<http://www.ufv.br/dea/lqa/qualidade.htm>>. Acesso em: 10 jul. 2013.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). **Disciplina Água e Saúde**. Disponível em: <<http://www.usp.br/gpqa/Disciplinas/qfl3201/aguaSaude.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2012.

VIDAL, A.C; KINAG, C.H. **Análise Geoestatística da Salinidade dos Aquíferos da Bacia de Taubaté.** Rev. Bras. de Geociências, v. 34, p.109-116, 2004.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, E.A. **Planejamento ambiental como instrumento à prevenção de doenças infecto-contagiosas e parasitárias – estudo de caso: Paulínea – SP**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, 1995.

AMARAL, L.A.; NADER FILHO, A.; ROSSI JUNIOR, O.D.; FERREIRA, F.L.A.; BARROS, L.S.S. **Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais**. Rev. Saúde Pública, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 510-514, Ago, 2003.

AUGUSTO, L.G.S.; GURGEL, I.G.D.; NETO, H.F.C.; MELO, C.H.; COSTA, A.M. **O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano**. Rev. Ciência & Saúde Coletiva, n.17(6), p.1511-1522, 2012.

DEFENSORIA DA ÁGUA. **Relatório “O Estado Real das Águas no Brasil 2003-2004”**. 16 mar. 2004. Conselho deliberativo (representantes): Ministério Público Federal, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Conferência Nacional dos Bispos do Brasil, Cáritas Brasileiras, Instituto Ambiental 21, Comissão Pastoral da Terra, ONG Terra de Direitos.

HELBEL, A.F.; NUNES, M.L.A.; MARCHETTO, M. **Água subterrânea: estudo de caso em Ji-Paraná, RO**. In: \_\_\_\_\_ XV Congresso Brasileiro De Águas Subterrâneas, 2008.

IORIS, A.A.R. **O que é Justiça Ambiental?** Resenha. Rev. Ambiente & Sociedade, vol. 12, n. 2, p. 389-392. Campinas, 2009.

LEAL, G.F. **Justiça Ambiental, conflitos latentes e externalizados: estudo de caso de pescadores artesanais do norte fluminense**. Rev. Ambiente & Sociedade, v. 16, n. 4, p. 83-102, São Paulo, 2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Manifesto de Lançamento da Rede Brasileira de Justiça Ambiental**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/agua/item/8077-manifesto-de-lan%C3%A7amento-da-rede-brasileira-de-justi%C3%A7a-ambiental>>. Acesso em: 19 jul. 2014.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. **Águas Subterrâneas: um recurso a ser conhecido e protegido**. Brasília, 2007.

NOGARA, M.A.C. **Conflitos socioambientais na Justiça**: da formulação das normas à ação do Poder Judiciário no conflito entre os direitos à habitação e ao meio ambiente em assentamentos irregulares, um estudo de jurisprudência do Tribunal de Justiça de São Paulo (1985 a 2006). Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2008.

MACAÉ (RJ). Prefeitura. Câmara Permanente de Gestão. Coordenadoria do Programa Macaé Cidadão. **Anuário Macaé 2012**. Macaé, RJ: Prefeitura Municipal de Macaé,

2012. Disponível em:  
<[http://www.macaie.rj.gov.br/midia/uploads/anuario/anuario\\_v1.pdf](http://www.macaie.rj.gov.br/midia/uploads/anuario/anuario_v1.pdf)>. Acesso em:  
ago.2013.

RAZZOLINI, M. T. P.; GUNTHER, W. M. R. **Impactos na saúde das deficiências de acesso a água**. Saúde Soc., São Paulo, v. 17, n. 1, Mar. 2008.

ROSA, C.C.B.; ALMEIDA, F.T.; SANTOS JÚNIOR, E.L.; ALVES, M.G.; MARTINS, M.L.L. **Qualidade microbiológica de água de poços provenientes de áreas urbanas e rurais de Campos dos Goytacazes (RJ)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 13., 2004, Cuiabá. **Livro de resumos**. São Paulo: Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, 2004. Suplemento.

SILVA, R.C.A; ARAUJO, T.M. **Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA)**. Ciênc. Saúde coletiva, São Paulo, v. 8, n.4, 2003.