

**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE**  
**NÚCLEO DE ESTUDOS GERAIS**  
**MESTRADO EM CIÊNCIA AMBIENTAL**

**QUALIDADE DA ÁGUA E INDICADORES AMBIENTAIS DA SUB-BACIA**  
**DO RIO MURIAÉ, NA REGIÃO DE ITAPERUNA, RJ**

**THAÍS DE OLIVEIRA GAMA**

**Niterói**  
**2008**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**QUALIDADE DA ÁGUA E INDICADORES AMBIENTAIS DA SUB-BACIA  
DO RIO MURIAÉ, NA REGIÃO DE ITAPERUNA, RJ**

**Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense, área de concentração Gestão Ambiental, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência Ambiental.**

**ORIENTADOR: Dr<sup>a</sup>. Maria Elaine Araújo de Oliveira**

**CO-ORIENTADOR: Dr. José Luís Passos Cordeiro**

**Niterói**

**2008**

**QUALIDADE DA ÁGUA E INDICADORES AMBIENTAIS DA SUB-BACIA  
DO RIO MURIAÉ**

**Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Instituto de Geociências, Universidade Federal Fluminense, área de concentração Gestão Ambiental, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência Ambiental.**

**BANCA EXAMINADORA:**

---

**Prof. Dr<sup>a</sup>. Maria Elaine Araújo de Oliveira – Orientadora**  
**Universidade Federal Fluminense**

---

**Prof. Dr. José Luís Passos Cordeiro – Co-orientador**  
**Fundação Oswaldo Cruz**

---

**Prof. Dr<sup>a</sup>. Janie Garcia da Silva**  
**Universidade Federal Fluminense**

---

**Prof. Dr<sup>a</sup>. Rosa Maria Formiga Johnsson**  
**Universidade Estadual do Rio de Janeiro**

Dedico este trabalho aos meus avós, João Campos (*in memoriam*) e Ana Abreu (*in memoriam*), e aos meus pais, que tanto me incentivaram a não desistir da caminhada.

## AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Maria Elaine, pela orientação, apoio acadêmico e ensinamentos que tanto me enriqueceram como pessoa e profissional.

Ao Prof. Dr. José Luís Passos Cordeiro pela grandiosa colaboração nas análises de sensoriamento remoto.

Ao corpo docente e à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental da Universidade Federal Fluminense, pela contribuição dada na formação acadêmica.

Ao Prof. Dr. Allen Norton Hagler, pelo auxílio na preparação e análises dos dados de coliformes.

Aos meus pais, Vander e Ana, pelo incentivo e amor incondicionais, e também pela colaboração nos trabalhos de campo.

Ao meu irmão, João, pelas horas de conversas e desabafos.

À Universidade de Nova Iguaçu, Campus V, de Itaperuna, por ter aberto suas portas, equipamentos e laboratoristas. Em especial ao Prof. Marcos Venícius Pádua, o principal responsável por essa colaboração, e a Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Josileydi Dutra, que cedeu o laboratório e os instrumentos para a realização desta pesquisa.

A toda equipe do Laboratório da Universidade de Nova Iguaçu, pela ajuda e momentos de descontração, em especial à Alice e Wênia.

À minha querida amiga Tatyana Sales Luquetti e sua mãe, por terem me recebido tão bem em sua casa em todos os períodos de trabalho de campo.

Ao amigo Ralphe Alves por ter me ajudado a conseguir um local para a realização dos experimentos.

A todos os colegas de curso que me acompanharam durante esta jornada, em especial a Rachel Guanabara, Maria Gertrudes, Bárbara Santiago, Karla Baldini, Fabrício Ângelo, Silmar Barcelos e Flávio Teles pelo apoio e carinho.

*“Dificuldades e obstáculos são fontes valiosas de saúde e força para qualquer sociedade”.*

**Albert Einstein**

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE TABELAS	XIII
LISTA DE ANEXOS	XIV
LISTA DE SIGLAS	XV
RESUMO	XVII
ABSTRACT	XVIII
1 Introdução	01
2 Referencial Teórico	04
2.1 Bacia Hidrográfica e Gerenciamento de Recursos Hídricos	04
2.2 Qualidade da Água	10
2.3 Geoprocessamento	13
3 Descrição da Área de Estudo	15
3.1 Sub-bacia do Rio Muriaé	15
3.2 Localização e Caracterização da Área de Estudo	19
3.2.1 Clima	23
3.2.2 Geologia, Geomorfologia e Pedologia	25
3.2.3 Hidrografia	25
3.2.4 População	27
3.2.5 Uso e cobertura do solo	28
3.2.6 Problemas ambientais	31
3.3 Evolução da Paisagem do Município de Itaperuna	34
4 Material e Métodos	36
4.1 Qualidade da Água	36

4.2	Uso e Cobertura do Solo	40
4.2.1	Caracterização dos pontos de amostragem	40
4.2.2	Métodos	47
4.2.3	Mapeamento do uso e cobertura do solo	48
4.2.4	Editoração de mapas temáticos	49
4.3	Análise Integrada	50
5	Resultados e Discussão	51
5.1	Análise da Qualidade da Água	51
5.1.1	Transparência, cor e odor	51
5.1.2	Sólidos sedimentáveis	56
5.1.3	Condutividade	57
5.1.4	Temperatura	60
5.1.5	Coliformes totais e fecais	62
5.2	Análise do Uso e Cobertura do Solo	70
5.3	Análise Integrada	79
6	Conclusão	83
7	Recomendações	85
8	Referências Bibliográficas	86
9	Anexos	92

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Bacia do Rio Muriaé no Estado do Rio de Janeiro	16
Figura 2: Mapa de Regiões de Governo e Microrregiões Geográficas do Estado do Rio de Janeiro.	21
Figura 3: Divisão municipal do Estado do Rio de Janeiro, destacando-se os municípios que limitam com o Município de Itaperuna.	22
Figura 4: Mapa do Município de Itaperuna, com destaque para os distritos e rodovias.	20
Figura 5: Balanço hídrico médio para o Município de Itaperuna (1969-1990).	24
Figura 6: Hidrografia do Município de Itaperuna	26
Figura 7: Distribuição da população no Município de Itaperuna.	27
Figura 8: Uso e cobertura do solo.	30
Figura 9: Área de pastagem a montante de Comendador Venâncio totalmente afetada por um período de seca prolongado (out/07).	32
Figura 10: Rio Muriaé à jusante de Comendador Venâncio, como destaque para antes e após a prática de queimada em área pasto e cobertura vegetal secundária em estágio avançado.	32
Figura 11: Lançamento de efluentes doméstico e industrial diretamente no Rio Muriaé pela Cooperativa Agropecuária de Itaperuna Ltda (CAPIL).	33
Figura 12: Localização e distribuição dos 9 pontos de coleta ao longo do Rio Muriaé no trecho que corta o Município de Itaperuna.	37
Figura 13: Margem do Rio Muriaé no ponto 1, julho de 2007.	41
Figura 14: Margens do Rio Muriaé no ponto 2, julho de 2007.	42
Figura 15: Hidrelétrica de Comendador Venâncio à esquerda e local de extração de areia à montante da hidrelétrica à direita.	42
Figura 16: Margens do Rio Muriaé no ponto 3.	43
Figura 17: Margens do Rio Muriaé no ponto 4.	43
Figura 18: Margens do Rio Muriaé no ponto 5.	44

Figura 19: Extração artesanal de areia no ponto 5.	44
Figura 20: Rio Muriaé no ponto 6.	45
Figura 21: Ponto 7 de coleta de água e em destaque o lançamento de efluentes oriundos da Parmalat.	46
Figura 22: Margens do Rio Muriaé no ponto 8.	46
Figura 23: Rio Muriaé no ponto 9, com destaque para uma plantação de tomate na margem direita.	47
Figura 24: Variação da transparência nos 5 períodos de coleta ao longo do Rio Muriaé	55
Figura 25: Variação da transparência nos 9 pontos de coleta ao longo do Rio Muriaé.	56
Figura 26: Mancha branca produzida pelo despejo industrial da Parmalat e a presença de material flutuante na água no ponto 7 (out/07).	54
Figura 27: Presença de material flutuante na água no ponto 6 (out/07).	54
Figura 28: Presença de material flutuante à esquerda e de plantas aquática (gigoga), à direita, no ponto 8 (out/07).	55
Figura 29: Variação da condutividade nos 5 períodos de coleta ao longo do Rio Muriaé.	58
Figura 30: Variação da condutividade nos 9 pontos de coleta ao longo do Rio Muriaé.	60
Figura 31: Variação da temperatura e da precipitação no período de jan/07 a ago/07 no Município de Itaperuna.	62
Figura 32: Variação dos coliformes totais nos 9 pontos de coleta ao longo do Rio Muriaé.	64
Figura 33: Variação dos coliformes fecais nos 9 pontos de coleta ao longo do Rio Muriaé.	65
Figura 34: Variação dos coliformes totais nos 5 períodos de coleta ao longo do Rio Muriaé.	64
Figura 35: Variação dos coliformes fecais nos 5 períodos de coleta ao longo do Rio Muriaé.	65
Figura 36: Enquadramento dos pontos de coleta nas classes dispostas pelo CONAMA 357/05 de acordo com suas as médias geométricas.	66
Figura 37: Balneabilidade no trecho estudado no inverno.	68
Figura 38: Balneabilidade no trecho estudado no verão.	69
Figura 39: Uso do solo e cobertura vegetal no trecho estudado do Rio Muriaé.	72
Figura 40: Classes de uso do solo no trecho estudado do Rio Muriaé.	71
Figura 41: Processo erosivo e formação de capoeira, no Município de Itaperuna, em outubro/07.	73
Figura 42 a: Uso e cobertura do solo nos “bufferes” dos pontos de coleta no Rio Muriaé 1, 2, 3, 4, 5 e 6 – a) <i>bufferes</i> 1, 2 e 3; b) <i>bufferes</i> 4 e 5 e c) <i>buffer</i> 6.	77

Figura 42 b: Uso e cobertura do solo nos “bufferes” dos pontos de coleta no Rio Muriaé 7, 8 e 9 – d) <i>buffer</i> 7; e) <i>buffer</i> 8 e f) <i>buffer</i> 9.	78
Figura 43: Classes de uso do solo em cada <i>buffer</i> dos pontos de coleta no Rio Muriaé.	74
Figura 44: Classes de uso do solo na Área de Proteção Permanente ao longo de trechos dos rios Carangola e Muriaé.	79

**LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Média da temperatura, precipitação, deficiência (DEF) hídrica e excedente (EXC) hídrico para o período de 1969-1990 da estação meteorológica de Itaperuna.	23
Tabela 2: Comparação entre os censos agropecuários de 1985 e 1996 em relação ao tamanho das propriedades.	28
Tabela 3: Porcentagem dos diferentes usos do solo no Município de Itaperuna.	29
Tabela 4: Descrição das categorias de Índice de Qualidade de Uso do Solo e da Cobertura Vegetal.	29
Tabela 5: Datas das coletas no Rio Muriaé	36
Tabela 6: Descrição da localização dos 9 pontos de coleta ao longo do trecho do Rio Muriaé que corta o Município de Itaperuna e tipo de uso e cobertura do solo.	38
Tabela 7: Variáveis estudadas, unidade, métodos e equipamentos utilizados na amostragem.	38
Tabela 8: Descrição das cartas topográficas utilizadas.	40
Tabela 9: Atributos para classificação da qualidade da água e uso do solo.	50
Tabela 10: Valores mínimos, máximos e médias das variáveis obtidas em cada ponto de coleta.	52
Tabela 11: Resultados dos sólidos sedimentáveis ao longo das 5 coletas de abril/07 a fevereiro/08.	57
Tabela 12: Temperatura da água (°C) em cada ponto e coeficiente de variação (CV) entre os pontos e entre as estações do ano.	61
Tabela 13: Classes de uso do solo e cobertura vegetal.	70
Tabela 14: Avaliação integrada do uso e cobertura do solo com a qualidade da água.	80
Tabela 15: Pontuação total da avaliação integrada auferida aos pontos no Rio Muriaé.	81

**LISTA DE ANEXOS**

Anexo 1: Dados sobre parâmetros de qualidade da água da FEEMA para as estações MR-370 e MR-374 no período de 1991 a 1996.	92
Anexo 2: Monitoramento da qualidade da água realizado pela Cooperação França-Brasil entre 1992-1996.	93
Anexo 3: Ficha de campo.	94
Anexo 4: Variáveis analisadas para a qualidade da água nos 9 pontos de coleta nos períodos de abril/07, julho/07, outubro/07, novembro/07 e fevereiro/08.	95

### **LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS**

ANA	Agência Nacional de Águas
APA	Área de Proteção Ambiental
CAPIL	Cooperativa Agropecuária de Itaperuna Ltda
CEDAE	Companhia Estadual de Águas e Esgotos
CEFET	Centro Federal de Educação Tecnológica
CEIVAP	Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
CEHIPOM	Comitê de Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Pomba e Muriaé
CIDE	Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FEEMA	Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática
IQM Verde	Índice de Qualidade Municipal Verde
IQUS	Índice de Qualidade de Uso do Solo e da Cobertura Vegetal
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NMP	Número Mais Provável
ONU	Organização das Nações Unidas

PET	Politereftalato de Etila
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
SEAAPI	Secretaria de Estado de Agricultura, Abastecimento, Pesca e Desenvolvimento do Interior
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
SIMERJ	Sistema de Meteorologia do Estado do Rio de Janeiro
SNGRH	Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos
SUS	Sistema Único de Saúde
TCE	Tribuna de Contas do Estado
UENF	Universidade Estadual do Norte-Fluminense
UFF	Universidade Federal Fluminense
UTM	Universal Transverse Mercator

## **RESUMO**

A Sub-bacia do Rio Muriaé, desde seu desbravamento, vislumbrou sucessivas atividades econômicas que transformaram a paisagem através da retirada da Mata Atlântica. Atualmente, os municípios fluminenses que fazem parte desta bacia sofrem com as conseqüências destas políticas. Além dos problemas causados pela retirada da mata ciliar e da cobertura vegetal para atividades agrícolas, o rio ainda sofre com o lançamento direto de esgoto doméstico e industrial em muitos dos seus trechos. O objetivo deste trabalho é fornecer subsídios ao gerenciamento dos recursos hídricos de Itaperuna, município totalmente banhado pelo Rio Muriaé e vem crescendo tanto em população quanto em importância econômica para a região. Para tanto foi realizada a caracterização do uso e cobertura do solo e a avaliação da qualidade da água no trecho que se inicia à montante do Município de Laje do Muriaé (área rural), passando por áreas urbanas e finalizando em um trecho à jusante da sede do município, onde predominam novamente atividades agropastoris. Foram escolhidos 9 pontos de coleta com uma jornada de 5 amostragens em cada ponto, tanto para as análises biológicas quanto físicas e químicas, no período de abril/2007 a fevereiro/2008, abrangendo diferentes etapas do ciclo hidrológico (seca, enchente, cheia e vazante). A qualidade da água foi avaliada através de indicadores ambientais e os resultados foram integrados aos de uso e cobertura do solo através de uma tabela de integração. A análise espacial evidenciou predominância de pastagens (55,3%) e um alto percentual de solo exposto (17,4%), restando somente 19% para vegetação avançada e inicial. Os resultados obtidos evidenciam que o trecho estudado apresenta melhores condições ambientais nos pontos de coleta localizados em áreas rurais e piores nas áreas urbanas. A redução da qualidade da água está diretamente relacionada ao lançamento de efluentes *in natura*. O estudo integrado deste trecho do rio evidencia a necessidade de investimento na área de saneamento e tratamento de esgoto, restauração da mata ciliar, assim como ações que visem à educação ambiental e à recuperação ambiental.

Palavras-chave: Qualidade da água, Rio Muriaé, uso do solo, Itaperuna.

### **ABSTRACT**

Since the beginning of its colonization the Muriaé watershed have gone through several different economic cycles which contributed to landscape alterations and Atlantic Forest deforestation. Nowadays all the cities that belongs this watershed suffers because of those politics. Besides the problems caused by the depletion of forest areas to be transformed in agricultural sites, the river also suffers with both domestic and industrial liquid waste that leaks directly on Muriaé's tributaries. The main objective of this study was to contribute with information about Muriaé's water quality and land use to Itaperuna's water resources management responsible people, as Muriaé is the major river flowing through that city, that is growing in population rates and economic importance. Characterization of land use and management were conducted, as well as water quality evaluation in the river fragment starting upstream in Laje do Muriaé city (rural area), going through urban areas and finally reaching its lower flow through Itaperuna city, where once again we have rural areas. Water was collected in nine different locations, with a journey of five samples each, proper methods were adopted to analyze biological, chemical and physical aspects of the water, from April/2007 to February/2008, covering different phases of the hydrological cycle (dry season, rainy season, flood and ebb-tide). The water quality evaluation was conducted with the help of environmental indicators and the results were analyzed together with those from land use, using an integration table. Spatial analyses showed a major cover of pasture (55,3%) and a high percentage of exposed soil (17,4%), leaving only 19% for initial and advanced vegetation. Results also showed that, in the studied river fragment, rural areas had better environmental conditions than urban sites. This water quality reduction is directly related with the liquid waste discharges. The integrated study of this river fragment shows that it is necessary, among other actions, to proceed with investments in basic sanitation and sewerage treatment system, forest and river forest restoration, as well as actions that lead to environmental education and recuperation.

Key-words: Water quality, Muriaé River, land use, Itaperuna.

## 1 INTRODUÇÃO

A água, embora seja o recurso mais abundante no planeta, não se encontra uniformemente distribuída sobre a superfície terrestre, e nem a população humana concentra-se nas regiões mais abundantes na mesma. Isso, por si só, gera um enorme gasto de energia e desequilíbrio entre disponibilidade e quantidade de água requerida para os diversos usos (WETZEL, 1981).

O uso inadequado da água, o desperdício e a contaminação, diminuem e deterioram gradualmente a qualidade da mesma. A poluição dos mananciais, o desmatamento, o assoreamento dos rios, a irrigação inadequada, a impermeabilização do solo, a precariedade do sistema de água e de esgotos sanitários e industriais, o uso abusivo de defensivos agrícolas, os lixões, são exemplos das mais variadas formas de contaminação desse bem.

Além disso, há uma crescente demanda por água devido ao acelerado crescimento demográfico e ao desenvolvimento industrial. Por exemplo, de acordo com o Censo 2000 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a população brasileira passou de 54 milhões para 170 milhões de pessoas nos últimos cinquenta anos do século passado, ou seja, mais que triplicou.

A água deverá tornar-se, ao longo do século XXI, um recurso natural tão importante do ponto de vista econômico, social e político, quanto o foram o carvão e o petróleo para a economia mundial ao longo dos últimos 150 anos. A água tornar-se-á, com efeito, um recurso estratégico central para o desenvolvimento e a qualidade de vida de grande parte dos países, em especial para aqueles de menor desenvolvimento relativo (MACHADO, 2004). Assim acredita-se que o principal problema para o futuro da humanidade não está na escassez de combustíveis fósseis, mas no déficit de água doce (ESTEVES, 1998).

Dentro desse contexto, a necessidade da gestão de bacias se tornou um ponto eminente. Contudo é muito complexa no caso de bacias urbanas, uma vez que envolve uma série de problemas em toda a rede de infra-estrutura, como cobertura de rede de esgoto reduzida, estações de tratamento com baixo desempenho operacional ou mesmo inoperantes, disposição inadequada dos resíduos sólidos. Além disso, ainda existe o problema do efeito acumulativo gerado pelo crescimento populacional dos centros urbanos, geralmente desordenado, onde a situação se agrava ainda mais. Assim, para a proteção da qualidade e da quantidade dos recursos hídricos é necessário que o manejo seja feito a partir da aplicação de critérios integrados entre a qualidade da água e os diferentes usos do solo.

A classificação dos corpos d'água de acordo com seus diferentes usos é um instrumento importante e poderoso no controle da qualidade da água. No Brasil, as diferentes classes estão devidamente descritas na Resolução nº 20 do Conselho Nacional do Meio Ambiente de 06/08/1986 (CONAMA/86), que foi revogada e hoje se encontram na Resolução nº 357/2005, dando base para o monitoramento e controle da poluição aquática.

Outro importante instrumento é a lei 9.433/97, que define a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. A avaliação da qualidade da água e a comparação com normas legais para a classificação são pontos cruciais para a identificação de pontos críticos e a tomada de medidas corretivas (SOUZA & TUNDISI, 2003).

Inserido neste cenário de descaso ambiental está o Município de Itaperuna, localizado na bacia do Rio Muriaé e banhado pelo mesmo. É o maior município dentro desta bacia, sempre se comportou como um pólo atrativo na região Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. Contudo, nos fins dos anos 90 do século passado, Itaperuna passou a receber um contingente populacional muito maior do que sempre recebera por causa da instalação de universidades particulares e federais, sem que houvesse a devida estruturação exigida por esse intenso processo de urbanização.

Esse aumento populacional resultou em um incremento da demanda nos diversos usos das águas do Rio Muriaé e conseqüentemente no aumento das cargas orgânicas, de nutrientes e de coliformes gerados pelos esgotos domésticos e industriais, bem como das contribuições de fontes difusas ligadas às atividades agropastoris.

Vale ressaltar que as políticas públicas em relação ao sanitarismo em Itaperuna sempre estiveram respaldadas na premissa da diluição dos resíduos de origem doméstica e industrial. Entretanto, essa técnica, ainda muito utilizada pelas cidades brasileiras, não se faz mais

eficiente para Itaperuna, uma vez que o rio já não consegue diluir as concentrações sem periculosidade dentro da cidade, configurando um risco à saúde pública.

O Rio Muriaé, além dos seus usos mais nobres como o abastecimento público, irrigação e pesca, também está ligado à cultura e à vida da população que vive ao longo do seu curso. Dessa maneira, a preocupação com relação à qualidade e a quantidade de suas águas vêm tomando cada vez mais força na população que dele depende. Vários trabalhos e estudos foram realizados por universidades e órgãos governamentais com o intuito de realizar um levantamento da situação do rio e as possíveis medidas para a melhora na quantidade e qualidade da água. Embora exista uma grande disponibilidade de dados, essas informações, especialmente no tocante à qualidade microbiológica da água, não mostram a real situação ao longo do rio. As estações de coleta, na maioria das vezes, estão muito distantes para qualquer conclusão sobre as condições nos trechos.

Os objetivos deste estudo definiram-se a partir do estabelecimento de alguns pressupostos referentes ao estado da qualidade da água do rio. O primeiro pressuposto destina-se à investigação sobre a qualidade e o processo de deterioração da água do Rio Muriaé, ao longo do curso dentro do Município de Itaperuna, decorrentes das descargas pontuais de esgoto doméstico e industrial lançadas diretamente no rio, especialmente no perímetro urbano. O segundo refere-se à eficácia da utilização de ferramentas analíticas como o uso da análise integrada do uso do solo e a qualidade da água como instrumento a ser utilizado nos processos decisórios.

A proposta básica deste estudo centra-se no objetivo geral de fornecer subsídios ao gerenciamento dos recursos hídricos da região de Itaperuna através da caracterização do uso do solo e sua influência na qualidade da água da sub-bacia do Muriaé. Como objetivos específicos, este estudo se propõe a realizar:

- i) caracterização do uso e cobertura do solo nas proximidades do Rio Muriaé no trecho que corta o Município de Itaperuna;
- ii) caracterização da qualidade da água no mesmo trecho;
- iii) análise integrada do uso do solo e da qualidade da água;
- iv) proposição de ações prioritárias visando à recuperação ambiental e dos recursos hídricos.

De modo geral, o presente estudo contribui para um melhor conhecimento da dinâmica da qualidade da água e a influência dos diferentes usos do solo ao longo do trecho do Rio Muriaé dentro do Município de Itaperuna, além da caracterização limnológica no mesmo.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Neste tópico são abordados os temas que servem de subsídio para a realização do trabalho proposto, tais como: os diferentes conceitos de bacia hidrográfica, o gerenciamento dos recursos hídricos, a importância da classificação da água, o que define a qualidade da mesma e o geoprocessamento como ferramenta útil no estudo da qualidade da água.

Apesar da existência de uma variedade de instrumentos legais, normativos e institucionais, apenas os mais relevantes ao presente estudo foram abordados.

### **2.1 BACIA HIDROGRÁFICA E GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS**

O conceito de bacia hidrográfica começou a ser difundido ainda na década de 70 do século passado, pela criação do Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas, com o intuito de promover a conservação e a recuperação de recursos naturais escassos como a água (CEIVAP, 1996). No entanto, sua definição, dependendo da área de estudo, possui algumas diferenças. Por exemplo, bacia hidrográfica pode ser definida como:

- 1) “as bacias hidrográficas constituem paisagens ou unidades ambientais, nas quais todos os elementos naturais ou humanos se relacionam de maneira efetiva e inseparável” (RODRÍGUEZ, 2001);
- 2) “trata-se de uma área geográfica compreendida entre um fundo de vale (rio, riacho, sanga, etc) e os espigões (divisores d’água) que delimitam os pontos nos quais as águas da chuva corre” (BRAGAGNOLO & PAN, 2000);
- 3) “bacia hidrográfica pode ser definida como uma área topográfica, drenada por um curso da água ou um sistema conectado de cursos da água de forma que toda a vazão efluente seja descarregada através de uma simples saída” (POLETTE *et al.*, 2000);

4) “bacia hidrográfica pode ser considerada um sistema geomorfológico aberto, e como tal ela se encontra, mesmo quando não perturbada, em contínua flutuação, num estado de equilíbrio transacional ou dinâmico. Ou seja, a adição de energia e a perda de energia do próprio ecossistema encontram-se sempre em delicado balanço. Desse modo, a área da bacia hidrográfica tem influência sobre a quantidade de água produzida como deflúvio. A forma e o relevo, no entanto, atuam sobre a taxa ou sobre o regime dessa produção de água, assim como a taxa de sedimentação. O caráter e a extensão dos canais (padrão de drenagem) afetam a disponibilidade de sedimentos, bem como a taxa de formação do deflúvio. Muitas dessas características físicas da bacia hidrográfica, por sua vez, são, em grande parte, controladas ou influenciadas pela sua estrutura geológica” (LIMA, 1986 *apud* TONELLO *et al.*, 2006).

Nas Ciências Ambientais, a bacia hidrográfica encerra o conceito de integração, uma vez que qualquer alteração física, química ou climática, pode modificar a qualidade e a quantidade da água. Assim, ela se torna indispensável à melhor compreensão dos problemas ambientais e ao planejamento ambiental.

A bacia hidrográfica tem sido reconhecida como o espaço geográfico mais adequado para tratar assuntos ambientais, abastecimento de água e outros, constituindo-se em unidade de gestão administrativa. É um espaço de planejamento e gestão das águas, adequando-se e compatibilizando-se às diversidades demográficas, sociais, culturais e econômicas das regiões. A qualidade ambiental de uma determinada região está diretamente associada às formas de ocupação e uso do solo (ZIBORDI *et al.*, 2006).

Mesmo tendo pleno conhecimento e entendimento da importância da bacia hidrográfica na análise dos problemas ambientais, foi priorizado apenas um trecho do Rio Muriaé. Ainda assim, este estudo serve de modelo e alerta para a atual situação deste rio.

Segundo Lanna (2000), o Gerenciamento de Bacia Hidrográfica é o instrumento orientador das ações do poder público e da sociedade, ao longo prazo, no controle do uso dos recursos ambientais - naturais, econômicos e socioculturais - pelo homem, na área de abrangência de uma bacia hidrográfica, com vistas ao desenvolvimento sustentável. No entanto, ainda segundo o mesmo autor, é necessário destacar que o Gerenciamento de Bacia Hidrográfica é distinto do Gerenciamento de Recursos Hídricos, que é o gerenciamento de um só recurso ambiental - a água -, objetivando conciliar as demandas e a oferta no âmbito de uma bacia hidrográfica.

No Brasil, devido à crença na infinitude de água doce, não havia grande preocupação em relação ao seu uso e importância. Basta lembrar que, mesmo o Código de Águas de 1934, marco inicial do gerenciamento hídrico e considerado mundialmente como uma das mais

completas leis de águas já produzida, nunca foi complementado pelas leis e regulamentos nele previstos no que tange a política hídrica.

Apesar de definir uma política hídrica bastante avançada para a época, o Código de Águas ficou restrito a regulamentação da política energética, uma vez que as políticas públicas na época estavam totalmente voltadas ao desenvolvimento econômico. Assim, nos mais de sessenta anos de vigência, muitas de suas leis deixaram de ser aplicadas e foi dada ênfase à geração de energia hidrelétrica.

No período de 1968 a 1976, foram iniciadas medidas visando atualizar o Código da Águas, porém devido à burocracia e à falta de interesse político, os anteprojetos produzidos nesse período deixaram de ser encaminhados ao Congresso Nacional (MACHADO, 2003). Com o intuito de preencher a lacuna normativa do setor hídrico, algumas normas legais foram criadas, como por exemplo, a Lei sobre a Política Nacional de Saneamento, de 1967; Política Nacional de Irrigação, de 1979; Política Nacional de Meio Ambiente, de 1981 e Resoluções do CONAMA, de 1986. Ainda assim, era indispensável a reformulação institucional e legal do setor hídrico brasileiro.

A promulgação da Constituição Federal Brasileira de 1988, foi o início da reformulação legal, onde um capítulo é exclusivamente destinado ao meio ambiente. Esta também suprimiu as águas particulares e delegou à União a competência para instituir o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e definir os critérios de concessão da outorga de direitos de uso dos recursos hídricos.

Contudo, somente em 1997, é criada a Lei 9.433, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos (SNGRH) com uma nova abordagem holística em relação à bacia hidrográfica. E em 2000, através da Lei 9.984, foi criada a Agência Nacional de Águas (ANA), dando nova força ao setor institucional hídrico. A ela compete a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e a coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos.

A Lei das Águas, como é mais conhecida a Lei 9.433/97, é a lei responsável pela organização administrativa do setor dos recursos hídricos. Segundo seu Art. 1º, a Política Nacional de Recursos Hídricos baseia-se nos seguintes fundamentos:

I - a água é um bem de domínio público;

II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;

III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;

IX - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

IV - a bacia hidrográfica e a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

Em consonância com a Lei Federal 9.433/97, tem-se, no Estado do Rio de Janeiro, a Lei nº. 3239/99 que é a Lei das Águas Estadual. Esta institui a Política Estadual de Recursos Hídricos e cria o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Possui como instrumentos:

- a) o Plano Estadual de Recursos Hídricos;
- b) o Programa Estadual de Conservação e revitalização de Recursos Hídricos;
- c) os Planos de Bacia Hidrográficas;
- d) o enquadramento dos corpos d' água em classes, segundo os usos preponderantes dos mesmos;
- e) a outorga do direito de uso dos recursos Hídricos;
- f) a cobrança aos usuários, pelo uso dos Recursos Hídricos;
- g) o Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos.

O Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos é formado pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos, pelo Fundo Estadual de Recursos Hídricos, pelos Comitês de Bacia Hidrográfica, pelas Agências de Água e organismos dos poderes públicos federal, estadual e municipal, que estejam relacionados à gestão dos recursos hídricos.

Os comitês são órgãos colegiados com atribuições normativas, deliberativas e consultivas a serem exercidas na bacia hidrográfica de sua jurisdição, conforme o que dispõe o Artigo 1º, §1º da Resolução 5 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos de 2000.

De acordo com o Plano Nacional de Recursos Hídricos, os comitês serão compostos por representantes: da União; dos Estados e do Distrito Federal cujos territórios se situem, ainda que parcialmente, em suas respectivas áreas de atuação; dos Municípios situados, no todo ou em parte, em sua área de atuação; dos Usuários das águas de sua área de atuação e das Entidades Civis com atuação comprovada na bacia.

Uma das competências do comitê de bacia é aprovar o plano de bacia produzido pela Agência de Água. Segundo o artigo 6º da PNRH, os planos de bacia são como “planos diretores que visam fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos”. São obtidos após um processo de discussão entre usuários da água, sociedade civil e poder público, com o objetivo de

conservação e recuperação dos recursos hídricos. Portanto, funcionam como instrumentos de prevenção e conciliação de conflitos entre os setores usuários e usuários.

Importante salientar que a Lei das Águas juntamente com outros instrumentos, criou um mecanismo de gestão descentralizada, participativa e integrada. Ou seja, a partir dela a responsabilidade pela gestão, conservação e recuperação dos recursos hídricos deixa de estar unicamente sobre o poder público, incluindo outros segmentos sociais, como os usuários e a sociedade civil. Somente através da participação popular nos processos decisórios pode-se alcançar o sucesso de uma política pública.

Existem ainda outros instrumentos legais que dispõem sobre a proteção dos corpos d'água, como por exemplo:

▫ a Lei nº 4771/65 – Código Florestal, alterada pela Lei nº 7803/79 em seu art. 2º – dispõe em seu Artigo 2º – Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de outro qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima seja:

- 1) de 30 metros para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura;
- 2) de 50 metros para os cursos d'água que tenham de 10 a 50 metros de largura;
- 3) de 100 metros para os cursos d'água que tenham 50 metros a 200 metros de largura;
- 4) de 200 metros para os cursos d'água que tenham de 200 a 600 metros;
- 5) de 500 metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 metros;

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água, naturais ou artificiais;

c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura.

▫ A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 357/2005, que revogou a Resolução 20/1986 – dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes. Para os corpos de água doce foram estabelecidas 5 classes destinadas a diferentes usos.

Artigo 4º: As águas doces são classificadas em:

I-classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para o consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,

c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II- classe 1: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para o consumo humano, após o tratamento simplificado;

b) à proteção das comunidades aquáticas;

c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA - 274, de 2000;

d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de películas; e

e) à proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.

III- classe 2: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para o consumo humano, após tratamento convencional;

b) à proteção das comunidades aquáticas;

c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA-274, de 2000;

d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parque, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa a vir a ter contato direto; e

e) à aqüicultura e à atividade de pesca.

IV- classe 3: águas que podem ser destinadas:

a) ao abastecimento para o consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;

b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;

c) à pesca amadora;

d) à recreação de contato secundário; e

e) à dessedentação de animais.

V- classe 4: águas que podem ser destinadas:

a) à navegação; e

b) à harmonia paisagística.

A Resolução CONAMA 357/2005 ainda define alguns conceitos importantes como classe de qualidade, classificação, condição de qualidade, enquadramento e efetivação do enquadramento. A classe de qualidade é o conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros. A classificação é a qualificação das águas doces, salobras e salinas em função dos usos preponderantes (sistema de classes de qualidade) atuais e futuros e a condição de qualidade é a qualidade apresentada por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis

com segurança adequada, frente às classes de qualidade. O enquadramento é o estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo e finalmente, o alcance da meta final do enquadramento é a efetivação do mesmo.

## **2.2 QUALIDADE DA ÁGUA**

A qualidade da água dos rios em áreas naturais é o resultado das influências do clima, geologia, fisiografia, solos e vegetação da bacia hidrográfica. Nas áreas onde são desenvolvidas atividades antrópicas, como a agricultura, o uso do solo contribui também para as características físicas, químicas e biológicas da água (ARCOVA & CICCO, 1999).

Margalef (1994) ressalta que os vários processos que controlam a qualidade de água de um rio, fazem parte de um complexo equilíbrio, motivo pelo qual qualquer alteração na bacia hidrográfica pode acarretar alterações significativas, sendo as características físicas e químicas da água de um rio indicadores da “saúde” do ecossistema terrestre, que podem ser utilizadas para o controle e o monitoramento das atividades desenvolvidas em uma bacia hidrográfica.

Para entender e enfrentar os problemas acerca dos recursos hídricos deve-se então aplicar critérios integrados entre a qualidade da água e os diferentes usos do solo, haja vista que a qualidade da água não traduz apenas as suas características físicas, químicas e biológicas, e sim um reflexo da qualidade de todo o funcionamento do ecossistema.

A expressão “qualidade da água”, atualmente muito utilizada, não se restringe a um estado da pureza da mesma, mas às suas características físicas, químicas e biológicas. E, de acordo com essas características, são estipuladas diferentes finalidades, como está disposto na Resolução CONAMA 357/05.

A entrada de poluentes diversos altera as características das águas, interferindo diretamente na sua qualidade. Estima-se que aproximadamente doze milhões de pessoas morrem anualmente por problemas relacionados com a qualidade da água. No Brasil, esse problema não é diferente, uma vez que os registros do Sistema Único de Saúde (SUS) mostram que 80% das internações hospitalares do país são devidas a doenças de veiculação hídrica (MERTEN & MINELLA, 2002).

As principais características da água podem ser divididas em três categorias: físicas, químicas e biológicas. As características físicas referem-se, geralmente, aos sólidos presentes na água que podem estar em suspensão ou dissolvidos, dependendo do tamanho. As características químicas referem-se à presença de matéria orgânica ou inorgânica. As características biológicas dependem dos seres presentes na água, que podem estar vivos ou mortos. Dentre os seres vivos estão os de origem animal e vegetal, além dos parasitas (SPERLING, 1996).

A análise de parâmetros físico, químicos e biológicos da água denota o grau de poluição de um corpo hídrico. Segundo a Política Nacional do Meio Ambiente (1981), poluição é a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que, direta ou indiretamente, prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente a biota; afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; ou lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais previamente estabelecidos.

De acordo com Schäfer (1985), poluição é “a modificação antropogênica induzindo uma alteração na composição quantitativa e qualitativa do ambiente objetivo das comunidades, com reações dos sistemas vivos em diferentes níveis, provocando efeitos reversíveis ou irreversíveis nos sistemas atingidos”. Caso a poluição implique em prejuízos à saúde do homem, é denominada contaminação. Os principais efeitos da poluição em diferentes níveis de organização biótica estão descritos na tabela 1.

Tabela 1: Efeitos da poluição em diferentes níveis de organização biótica, segundo Hueck (1976)

<b>Nível de organização</b>	<b>Exemplos de efeitos</b>
Biomoléculas	Mutagenicidade
Célula	Reações enzimológicas
Tecidos	Formação de tumores
Órgãos	Efeitos teratológicos
Organismos	Mortalidade
População	Reprodução
Biocenose	Perda de diversidade
Ecossistemas	eutrofização

A principal fonte de poluição nas águas são os despejos líquidos e sólidos advindas das cidades e de regiões industrializadas, podendo ser diferenciados em três tipos de esgoto Schäfer (1985): esgotos domésticos, formado basicamente de substâncias orgânicas com poucos nutrientes inorgânicos; esgotos de fábrica de gêneros alimentícios contendo de mistura mais heterogênea dependendo da produção e do produto; e esgotos industriais, onde prevalecem substâncias inorgânicas e com maior variedade de composição.

Conforme a diversidade de poluentes lançados nos corpos d'água, pode-se agrupá-los em duas grandes classes: pontual e difusa. As fontes pontuais estão restritas a um simples ponto de lançamento, o que favorece o sistema de coleta através de rede ou canais. Por esta característica, a fonte de poluição pontual pode ser reduzida ou eliminada através de tratamento apropriado para posterior lançamento em um corpo receptor. Os resíduos domésticos e industriais constituem-se em exemplos desta classe. No entanto, as fontes difusas apresentam múltiplos pontos de descarga advindos do escoamento em áreas urbanas e/ou agrícolas, além de ocorrerem durante os períodos chuvosos, o que eleva bastante as concentrações dos poluentes. Para a redução dessas fontes são requeridas mudanças nas práticas de uso da terra e na melhoria de programas de educação ambiental (LIMA, 2001).

Segundo Sperling (1997) há três formas de poluição das águas: através da introdução de substâncias artificiais e estranhas (por exemplo, agrotóxicos e bactérias patogênicas); através da introdução de substâncias naturais e estranhas ao meio (por exemplo, aporte de sedimentos às águas); e pela alteração na proporção ou nas características dos elementos constituintes do próprio meio (por exemplo, a diminuição do teor de oxigênio dissolvido).

A deterioração da qualidade da água gera diversas conseqüências, como a restrição ao uso potencial de um manancial, perda de biodiversidade, prejuízos à saúde humana e prejuízos econômicos que vão desde a redução da pesca até o aumento do custo de tratamento da água.

Em toda a história do homem, os corpos hídricos sempre foram considerados como solução óbvia para o destino final dos despejos líquidos de uma comunidade, processo conhecido pelos engenheiros sanitaristas como diluição. Tal procedimento tem relativa eficiência em cidades com ou sem rede de tratamento de esgoto, pois está respaldado na capacidade de autodepuração dos rios. Este processo evitou durante algumas décadas que a poluição dos corpos hídricos alcançasse níveis insuportáveis. Contudo, o acelerado crescimento da população urbana e da industrialização aliado a um processo lento de construção de estações de tratamento de despejos domésticos e industriais, ou mesmo o

abandono de estações já construídas, resultou em uma degradação acentuada da qualidade das águas de rios e lagoas em todo o país (MACHADO, 2004).

### 2.3 GEOPROCESSAMENTO

O termo Geoprocessamento, de acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, pode ser definido como um conjunto de tecnologias voltadas à coleta e tratamento de informações espaciais para um objetivo específico. Através do uso de programas computacionais consegue-se combinar informações cartográficas (mapas e plantas) com outras a que se possa associar coordenadas desses mapas ou plantas (MACHADO, 2005).

Técnicas de Geoprocessamento permitem, por exemplo, avaliar a intensidade do impacto que as mudanças no uso do solo provocam no funcionamento do ecossistema, através de uma análise temporal e espacial das bacias hidrográficas e fatores antropogênicos (TOLEDO & BALLESTER, 2001). Dentre as técnicas de tratamento da informação espacial, merecem destaque o Sensoriamento Remoto e os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs).

Os SIGs são sistemas de informação construídos especialmente para armazenar, analisar e manipular dados geográficos, que representam objetos e fenômenos onde a localização geográfica é uma característica inerente e indispensável para tratá-los. Os SIGs comportam diferentes tipos de dados e aplicações, em várias áreas do conhecimento, por isso sua utilização facilita a integração de dados coletados de fontes heterogêneas, de forma transparente ao usuário final. Os usuários não estão restritos a especialistas em um domínio específico – cientistas, gerentes, técnicos, funcionários de administração de diversos níveis e o público em geral vêm usando tais sistemas com frequência cada vez maior (CÂMARA *et al.*, 1996).

Há pelo menos três grandes maneiras de utilizar um SIG (CÂMARA & QUEIROZ, 2004): como ferramenta para produção de mapas; como suporte para análise espacial de fenômenos e como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial.

Atualmente, o Sensoriamento Remoto consiste na maior fonte de dados para os SIGs, haja vista que a obtenção de dados primários sobre a superfície terrestre se dá de forma

rápida e periódica. Assim, é visto como uma das formas mais eficazes de monitoramento ambiental tanto em escalas local quanto global (JACINTHO, 2003).

### **3 DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

#### **3.1 SUB-BACIA DO RIO MURIAÉ**

O Rio Muriaé é formado pela confluência dos ribeirões Samambaia e Bonsucesso, no Município de Mirai, no Estado de Minas Gerais. Possui cerca de 250 km de extensão e uma área de drenagem de 7.980km<sup>2</sup>. É um afluente da margem esquerda do Rio Paraíba do Sul, e tem sua foz dentro do município de Campos dos Goytacazes (CEIVAP, 1998). Apresenta uma vazão média anual de 90 m<sup>3</sup>/s. Esta vazão, considerada baixa, é devido às reduzidas descargas que ocorrem durante a estiagem, atingindo 30 m<sup>3</sup>/s (CEIVAP, 2000).

A bacia hidrográfica do Rio Muriaé é interestadual, e está localizada em parte dos Estados do Rio de Janeiro e Minas Gerais. No Estado do Rio de Janeiro, está localizada na Região Noroeste (figura 1), entre as coordenadas 20°84' e 21°72' Sul e 41°33' e 42°25' Oeste.

Assim, o Rio Muriaé banha dois Estados e oito municípios: Mirai, Muriaé e Patrocínio do Muriaé, no Estado de Minas Gerais, e no Estado do Rio de Janeiro, Laje do Muriaé, Itaperuna, Italva, Cardoso Moreira e Campos dos Goytacazes.

No Estado do Rio de Janeiro, a área definida como da sub-bacia do Muriaé é composta por onze municípios, sendo que os municípios de Natividade, Laje do Muriaé, Itaperuna, São José do Ubá e Italva possuem todas suas áreas dentro da sub-bacia. Já os municípios de Porciúncula, Varre-Sai, Cardoso Moreira, Cambuci, São Fidélis e Campos dos Goytacazes possuem apenas alguns setores do município dentro da sub-bacia.

Possui cinco principais afluentes: o Rio Fubá, seu primeiro afluente, que fica à sua margem direita, banhando a cidade de Mirai (MG); o Rio Preto, o segundo afluente, tem sua foz na margem esquerda do Muriaé, na cidade de Muriaé (MG); o Rio Glória, que é recebido em sua margem esquerda, abaixo da cidade de Muriaé e antes da cidade de Patrocínio do

Muriaé (MG); o Rio Gavião, o menos caudaloso dos afluentes que desemboca no Rio Muriaé, muito próximo à cidade de Patrocínio do Muriaé (MG), sendo muito importante para a cidade mineira de Eugenópolis, banhada por este rio; e, finalmente, o Rio Carangola, o mais caudaloso de seus afluentes. O Rio Carangola ingressa no Rio de Janeiro através do Município de Porciúncula e percorre os municípios de Natividade e Itaperuna (SEAAPI, 2004).

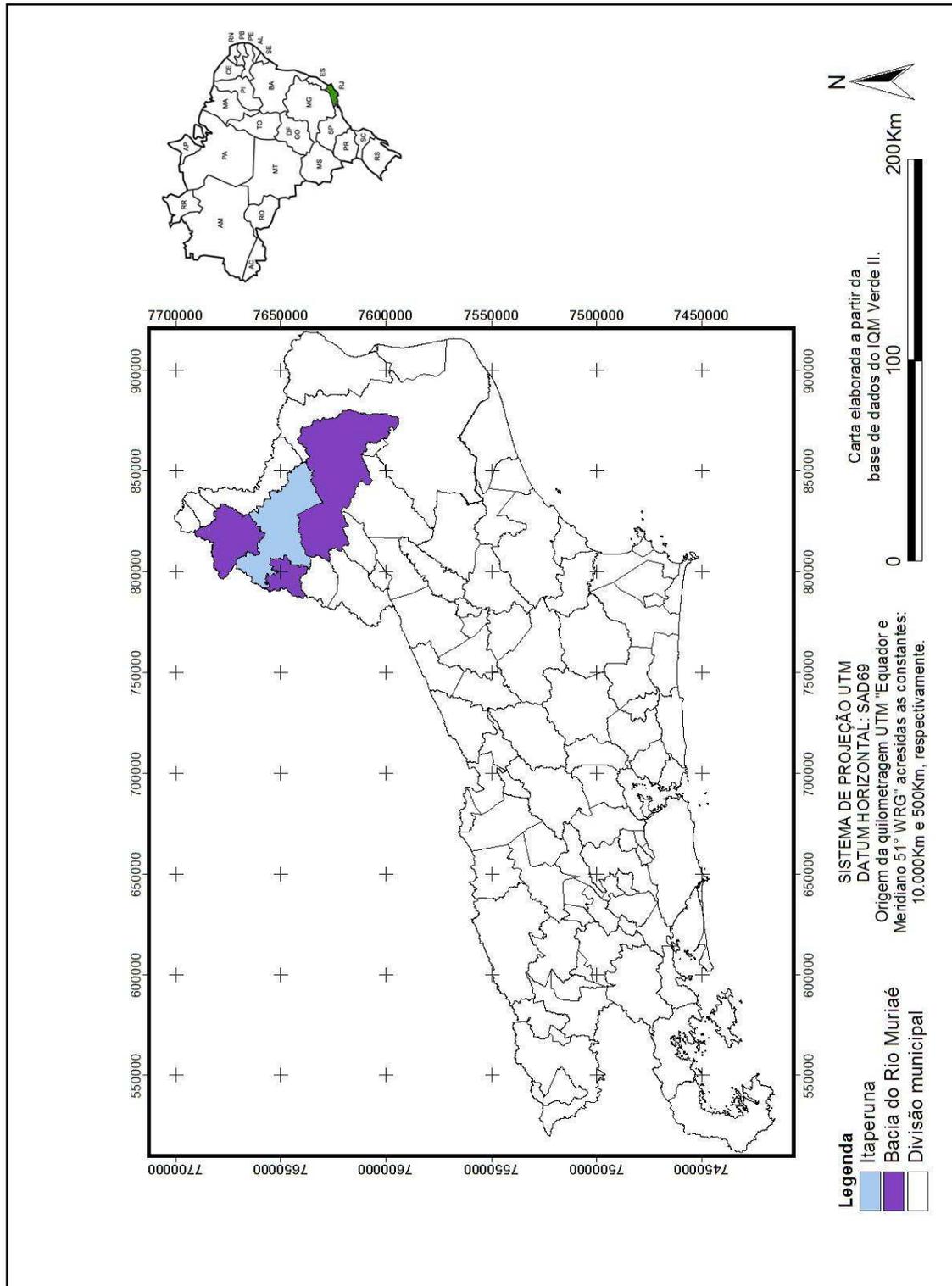


Figura 1: Bacia do Rio Muriaé no Estado do Rio de Janeiro

Aproximadamente 320 mil pessoas vivem nessa sub-bacia. Segundo o diagnóstico feito pela Secretaria de Estado de Agricultura, Abastecimento, Pesca e Desenvolvimento do Interior Superintendência de Microbacias Hidrográficas do Rio de Janeiro, cerca de 75% da população residente na sub-bacia vive em áreas urbanas, o restante encontra-se nas áreas rurais (CEIVAP, 2006).

O trecho mineiro apresenta uma região de relevo acidentado e de várzeas extensas, onde se desenvolvem principalmente atividades agropecuárias. No Estado do Rio de Janeiro, a partir de Italva até a sua foz no Rio Paraíba do Sul, o Rio Muriaé caracteriza-se por ser um rio de planície, onde se destaca a cultura de cana-de-açúcar (CEIVAP, 2006).

O abastecimento doméstico de água em grande parte das cidades e comunidades rurais da sub-bacia é feito através da captação no Rio Muriaé. Em muitos casos a água é tratada pela prefeitura ou pela CEDAE, porém em muitos outros a captação de água é feita em poços ou em nascentes. O lixo é coletado em 76% do total de domicílios da sub-bacia, realizada por caminhões de limpeza ou com utilização de caçamba. Os outros 24% domicílios não têm coleta de lixo, destes 30% estão localizados nas áreas urbanas e 70% nas áreas rurais, que queimam o lixo na propriedade ou o enterram (SEAAPI, 2004).

Mesmo próximo as cidades, onde os serviços de saneamento básico e coleta de lixo estão mais presentes, pode-se observar o descaso com a preservação ambiental. É comum ver a população jogando lixo no rio, nas ruas, que além de contribuir para o assoreamento do rio, acaba por atrair animais transmissores de doença.

De acordo com o “Cadernos de Ações Bacia do Rio Muriaé” (CEIVAP, 2006), em relação ao saneamento ambiental, o que caracteriza a sub-bacia é a falta de tratamento dos efluentes provenientes dos esgotos doméstico. Assim, o que prevalece é o lançamento *in natura* de matérias orgânicas e coliformes fecais, colocando em risco a saúde pública da população da sub-bacia.

Outra característica relevante é o grau de degradação da cobertura vegetal dessa sub-bacia. Na maior parte das sub-bacias do Rio Muriaé, as cabeceiras encontram-se absolutamente desprovida de florestas e com inexpressiva extensão de vegetação secundária. Houve uma intensa devastação da Mata Atlântica e em parte da Zona da Mata mineira para o plantio de café e, posteriormente, para a pecuária extensiva que ocorreu em praticamente toda a região da sub-bacia do Muriaé (CEIVAP, 2006). A região teve áureos momentos, especialmente na época do café, quando Itaperuna conquistou o posto de cidade maior produtora de café no mundo durante a década de 1920. Porém, hoje, a economia da região encontra-se em decadência. Segundo pesquisas realizadas pelo IBGE, alguns municípios

possuem índices de desenvolvimento humano (IDH) insatisfatórios, comparáveis somente aos do nordeste brasileiro (ONG Puris, 2006).

Entre os impactos negativos causados pelo desmatamento estão a erosão da terra e o aumento na velocidade de escoamento superficial, o que agrava o problema das inundações nessa bacia. Ainda deve-se ressaltar a acentuada diminuição na quantidade de água nos mananciais, especialmente nos períodos de estiagem, que já se tornou um problema em algumas áreas urbanas, e até mesmo em áreas rurais, prejudicando a atividade agrícola (CEIVAP, 2006).

A sub-bacia encontra-se sobre o Aquífero do Cristalino. Este sistema hídrico promove o armazenamento de água, uma vez que é abastecido pela água que infiltra verticalmente nas áreas chamadas zonas de recarga. Portanto, possui grande importância para a região, já que faz a retenção de água nas bacias hidrográficas. Contudo, como já mencionado, os ciclos econômicos, o desmatamento das regiões de cabeceiras e matas ciliares e as práticas agrícolas inadequadas estão reduzindo a capacidade de infiltração e contribuindo para a situação de escassez de água. Além disso, a redução da infiltração provoca e/ou intensifica outro problema que são as cheias e inundações nos períodos chuvosos (SEAAPI, 2004).

Por causa dessa acentuada redução do volume d'água e da construção de rodovias, o Rio Muriaé, que outrora fora uma importante via de comunicação com o Noroeste Fluminense por onde era feito o escoamento de mercadorias, deixou de ter seus trechos navegáveis utilizados (*ibid.*, 2004).

De acordo com o histórico de vazões do Rio Muriaé, de 10 em 10 anos, ocorrem cheias mais graves em sua sub-bacia, provocando inundações nos centros urbanos as margens do rio, especialmente naqueles localizados no Estado do Rio de Janeiro. Como exemplo, pode-se destacar a cheia ocorrida no início de 1997, onde os níveis de água ultrapassaram todos os registros anteriores, causando grandes prejuízos aos municípios fluminenses. Contudo, essa cheia foi o estopim para a elaboração de um estudo preliminar com o intuito de controlar as inundações no Rio Muriaé. Após este estudo, chegou-se à conclusão de que a melhor opção seria a construção de reservatórios de acumulação na bacia. Estes reservatórios são estruturas sempre vazias, com um volume capaz de atenuar ou mesmo conter os picos de cheias. Assim, poderia reduzir a frequência e a magnitude das inundações que atinge as cidades ao longo do rio e, ainda, os prejuízos causados (CEIVAP, 2000).

Além do problema das cheias, a sub-bacia sofre ainda com desastres ambientais. Em março de 2006, houve o vazamento de 400 milhões de litros de resíduos de tratamento de bauxita (água e argila), da Mineradora Rio Pomba Cataguases, que atingiram um córrego da

região e chegaram ao Estado do Rio de Janeiro. Este fato provocou a suspensão do abastecimento de água no Município de Laje do Muriaé. Em 2007, houve a reincidência do caso pela mesma empresa, que acabou agravando o problema da inundação que estava ocorrendo.

Há, na bacia, um processo de mobilização crescente em torno da proteção e recuperação ambiental de suas águas, como evidenciado pela criação de vários organismos de bacia, desde o final dos anos 1990, que atuam na área territorial da bacia de estudo (SERRICHIO *et al.*, 2006):

- ◆ CEIVAP, em 1997. Antes da criação do CEIVAP, havia apenas um organismo de sub-bacia: o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (CBH-PS), no trecho paulista, fundado em 1994. A partir de 1997, mais dez organismos foram criados com a participação do poder público, empresas usuárias de água e organizações civis. Os organismos de sub-bacia foram criados com o propósito de enfrentar, localmente, o desafio de trabalhar pela melhoria da qualidade e da quantidade das águas do Paraíba do Sul. Pela sua condição e atribuições legais de comitê de integração que atua em toda a extensão da Bacia, o CEIVAP tem relevante papel integrador no processo de discussão e busca de compromisso acerca do planejamento e gestão das águas da bacia do Rio Paraíba do Sul (*ibid.*, 2006).
- ◆ Consórcio Intermunicipal para Recuperação Ambiental da Bacia do Rio Muriaé – MG/RJ (1997)
- ◆ Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Pomba e Muriaé – CEHIPOM – MG/RJ (2001)
- ◆ Comitê da Bacia Hidrográfica dos Afluentes Mineiros dos Rios Pomba e Muriaé – CBH Pomba e Muriaé (2006)

O conjunto desses organismos tem procurado empreender, dentro de suas capacidades, ações e investimentos de recuperação e proteção das águas. Observou-se que muito se avançou em termos de sensibilização e mobilização da sociedade civil usuários e municípios e, em menor proporção, foram realizados alguns investimentos estruturais. O resultado global é, portanto, positivo em termos de mobilização política e institucional, embora persistam problemas sobretudo junto à sociedade civil e municípios. No entanto, as ações efetivamente implementadas e os resultados alcançados foram extremamente modestos, para dizer o mínimo (SERRICHIO *et al.*, 2006). Daí a importância de iniciativas complementares, em nível local, para que o conjunto das ações possa viabilizar recursos para sustentar um programa efetivo e contínuo de gestão e recuperação das águas da Bacia do rio Muriaé.



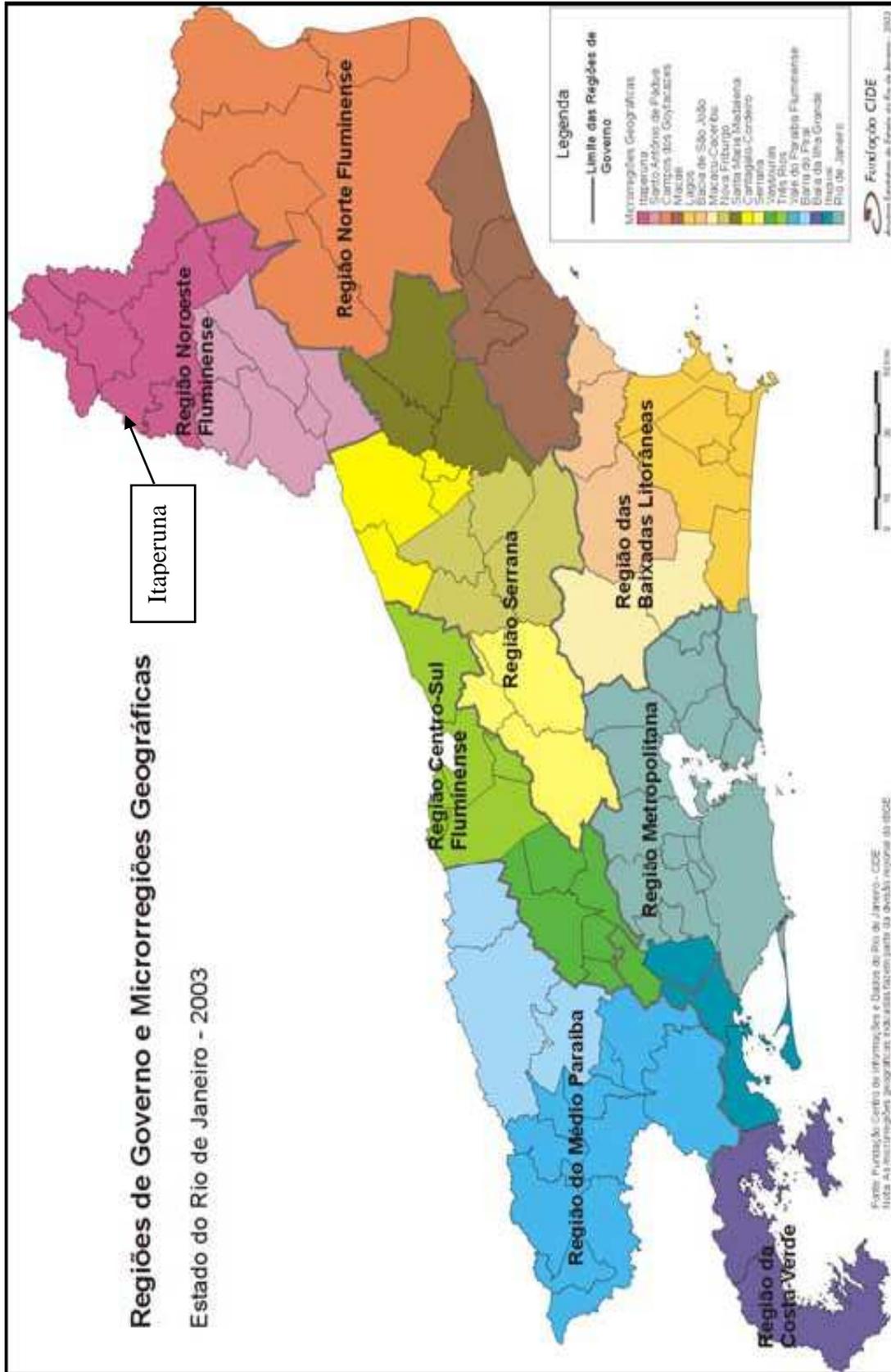


Figura 2: Regiões de Governo e Microrregiões Geográficas Fonte: CIDE, 2003 (Adaptado de)

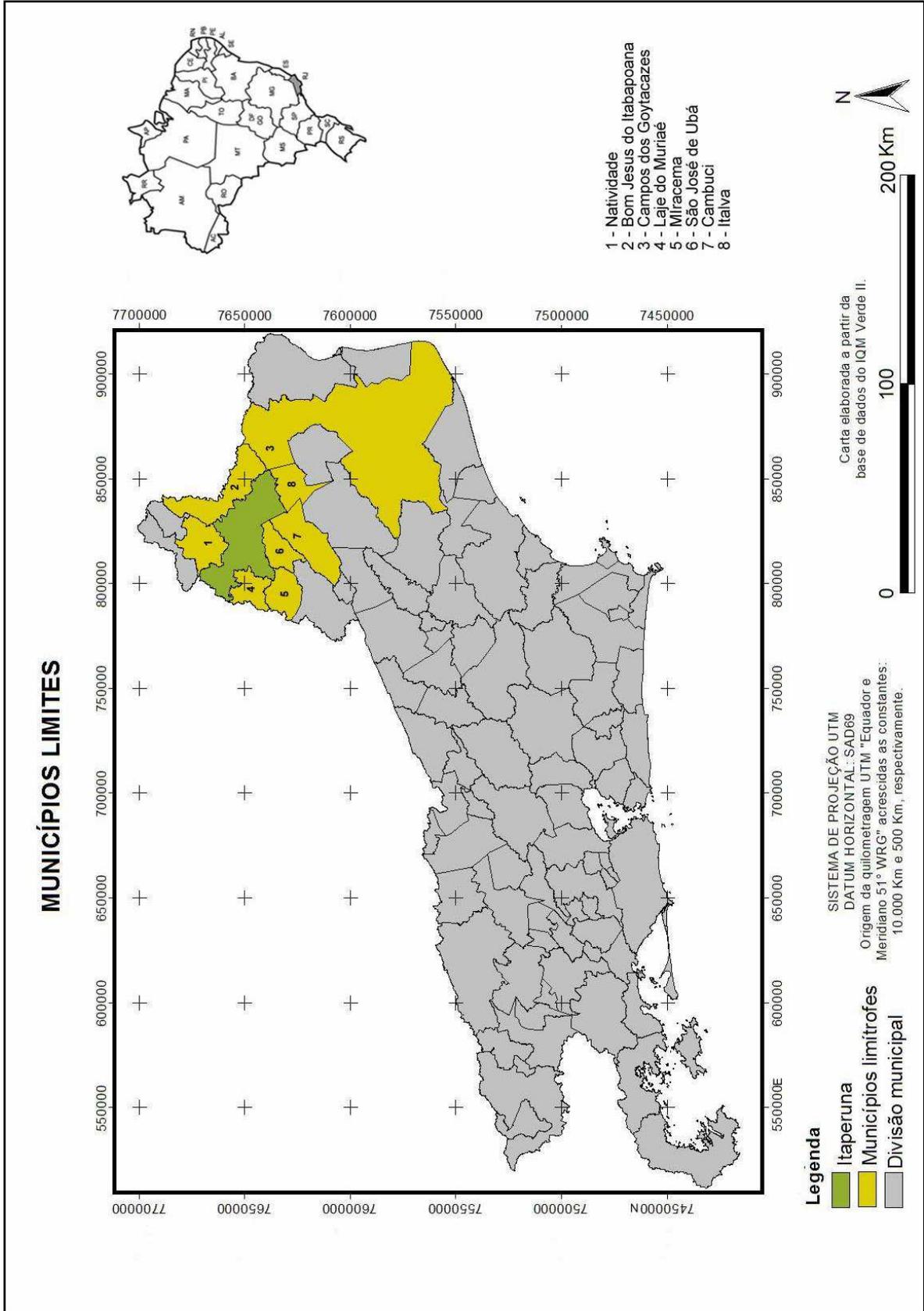


Figura 3: Divisão municipal no Estado do Rio de Janeiro, destacando-se os municípios que limitam com o Município de Itaperuna.

### 3.2.1 Clima

O clima de Itaperuna sofre influência da distância do município em relação ao litoral e do seu relevo baixo e ondulado. Devido a estes aspectos geográficos, o município apresenta características de continentalidade no clima local. Alternam-se, assim, dois períodos nítidos: de outubro a março, o período chuvoso: e de abril a setembro, o de estiagem (CIDE, 1988). Esta divisão entre período chuvoso e seco fica evidente quando se analisam as médias de pluviosidade no período de 1969-1990 (tabela 1).

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo *Aw*, com características de clima tropical chuvoso com inverno seco. A localização do município também explica a distribuição de chuvas, pois, nos meses de inverno, encontra-se protegido dos ventos úmidos litorâneos e, no verão, sob a ação de instabilidade da massa continental (CIDE, 1988). Na bacia do Rio Muriaé, as mais altas temperaturas ocorrem em Itaperuna, com média das máximas situada em torno de 32°C e o índice de pluviosidade anual varia de 1.000 a 1.250 mm.

Tabela 1: Média da temperatura, precipitação, deficiência (DEF) hídrica e excedente (EXC) hídrico para o período de 1969-1990 da estação meteorológica de Itaperuna.

Latitude: 21°20'S		Longitude: 41°88'W		
Altitude: 124m		Período: 1969-1990		
Mês	T (°C)	P (mm)	DEF (mm)	EXC (mm)
Jan	26,2	188	0	42
Fev	26,5	97	7	0
Mar	25,9	104	14	0
Abr	24,1	90	7	0
Mai	22,1	45	22	0
Jun	20,6	24	27	0
Jul	20,1	31	21	0
Ago	21,3	30	34	0
Set	22,0	56	19	0
Out	23,3	109	0	0
Nov	24,4	195	0	0
Dez	25,1	207	0	72
<b>TOTAIS</b>	281,6	1.176	152	114
<b>MÉDIAS</b>	23,5	98	13	9

Fonte: EMBRAPA (2006).

Segundo estudos realizados por Xavier *et al.* (1998, *apud* SEAAPI, 2004), onde foram analisadas as séries das normais climatológicas referentes aos períodos (1931-1960 e 1961-1990) para Itaperuna, há indícios de que o clima da região vem se tornando mais seco e mais quente com precipitação insuficiente em todas as estações do ano. Esta mudança climática pode ter como causa o desmatamento provocado por atividades agrícolas, já que estas foram responsáveis pela retirada indiscriminada da cobertura vegetal.

O balanço de oferta hídrica em Itaperuna para o período de 1969 a 1990 (figura 5) mostra que há a ocorrência de um excedente hídrico no solo a partir do mês de novembro, que vai cessando nos meses seguintes até fevereiro. Nos outros meses, em sua grande maioria, há um déficit hídrico.

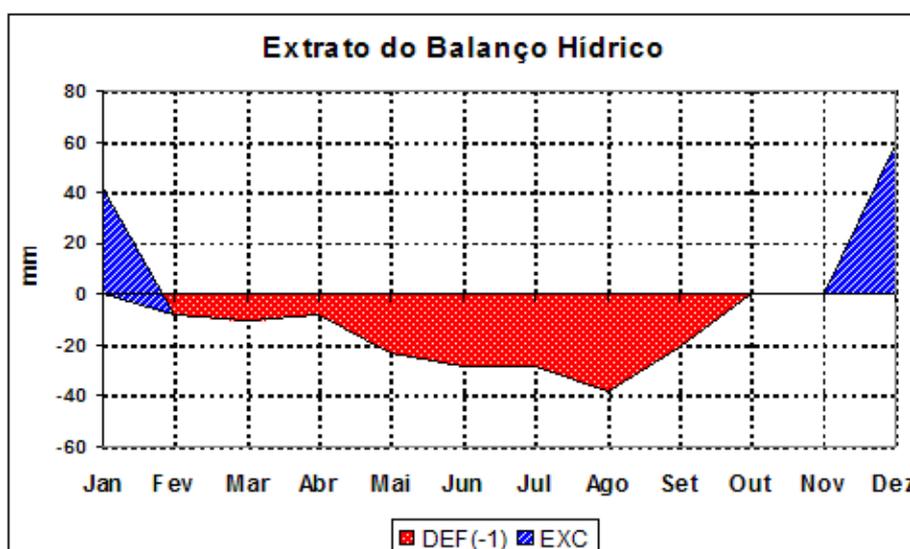


Figura 5: Balanço hídrico médio para o Município de Itaperuna (1969-1990).  
Fonte: EMBRAPA (2006).

O município ainda sofre com a ocorrência de enchentes no período entre final de dezembro até final de fevereiro. Este fato, de relativa frequência, acarreta danos ao município tanto na área urbana quanto na rural. Segundo o histórico de vazões do Rio Muriaé, em intervalos de tempo de 10 anos, ocorrem cheias que chegam a inundar os centros urbanos situados ao longo do rio e de seus afluentes, especialmente aqueles localizados no Estado do Rio de Janeiro (CEIVAP, 2002). Como exemplo, pode-se citar a cheia ocorrida no início de 1997, cujo período de retorno está avaliado em 50 anos. Esta enchente foi catastrófica para as cidades de Patrocínio do Muriaé, Itaperuna e Cardoso Moreira, já que os níveis de água atingidos ultrapassaram todos os registros anteriores. Sendo que em Cardoso Moreira

aproximadamente 95% da cidade foram diretamente invadidos pelas águas do Rio Muriaé e, em Itaperuna, a inundação foi superior a 1,0 m na área central e adjacências (CEIVAP, 2002).

### **3.2.2 Geologia, Geomorfologia e Pedologia**

São encontradas, no município, unidades geológicas do Pré-Cambriano e do Quaternário, cuja constituição é basicamente de granulitos, rocha calcissilicáticas, e mais raramente, quartzitos e mármores. Ainda encontram-se, em menor proporção, granito, gnaisses e migmatitos. Já os depósitos colúvio-aluvionares, são constituídos essencialmente de cascalhos, areias e lamas resultantes da ação de processos erosivos e deposição do material transportado pelo rio (COELHO *et al.*, 2007).

Quanto à geomorfologia, apresenta planícies aluviais, colinas, morrotes, morros, alinhamentos e escarpas Serranas. Além disso, o município está localizado dentro da unidade de Bom Jesus do Itabapoana e a Unidade Morfoescultural Planícies Fluvioamarinhas. A unidade Geomorfológica Maciço de Bom Jesus de Itabapoana é uma zona dispersora de águas entre as bacias dos Rios Muriaé e Itabapoana. A Unidade Morfoescultural Planícies Fluvioamarinhas abrange um conjunto de baixadas aluviais e de planícies, com alta vulnerabilidade a eventuais inundações (*ibid.*, 2007).

Os principais tipos de solo são as associações de latossolo alaranjado e latossolo vermelho, argissolo vermelho amarelo, argissolo vermelho escuro e o gleissolo (*ibid.*, 2007). Estes solos ocorrem nas áreas de mar de morros, a norte, e na porção meridional em região de relevo ondulado. Nas planícies aluviais intermontanas encontram-se os solos hidromórficos, pouco drenados e lençol freático subsuperficial (CIDE, 1988).

### **3.2.3 Hidrografia**

A rede de drenagem do município é bastante dendrítica (figura 6), formada pelo Rio Muriaé e seus afluentes. Conforme já mencionado, o Rio Muriaé, é um afluente da margem esquerda do Rio Paraíba do Sul, cuja nascente encontra-se no Estado de Minas Gerais. Ao adentrar Itaperuna em direção ao Rio Paraíba do Sul, praticamente divide o município de oeste a leste em sua porção central. Em relação aos afluentes da margem esquerda, o Rio Carangola é o de maior importância, por ser o de maior volume. Já na margem direita, destaca-se Ribeirão Cubatão, onde existe o despejo de resíduos advindos de matadouros.

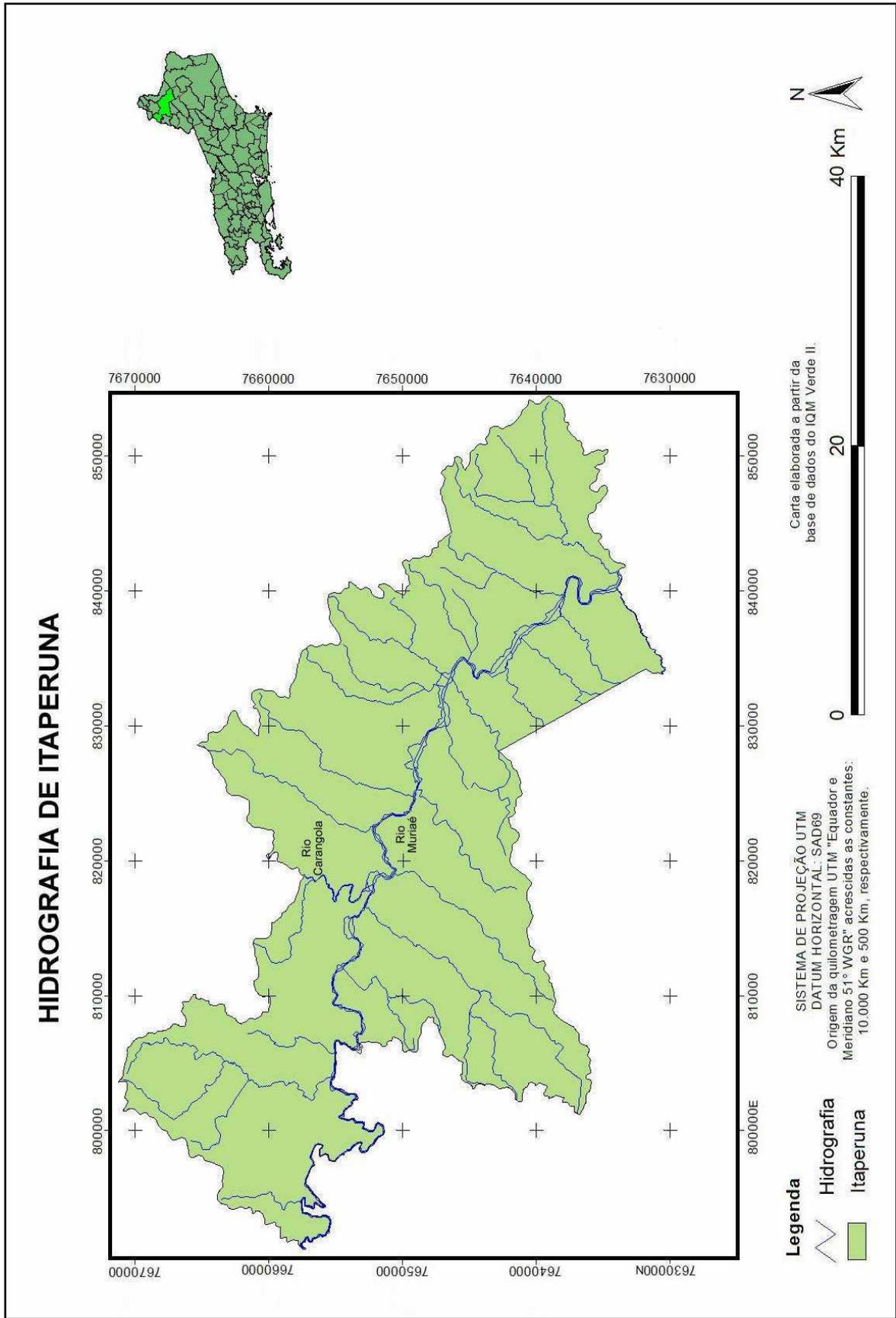


Figura 6: Hidrografia do Município de Itaperuna

### 3.2.4 População

De acordo com o censo do IBGE de 2000, a população de Itaperuna era de 86.720 habitantes, equivalente a 29,1% de toda a população do Noroeste Fluminense e a densidade demográfica era de 80 habitantes por km<sup>2</sup>, contra 56 habitantes por km<sup>2</sup> de sua região (TCE, 2006). Sua população estimada para 2007 foi de 92.862 habitantes.

A distribuição da população nos distritos que o compõe, baseado no Censo de 2000, mostra a grande concentração populacional na sede do município (figura 7).

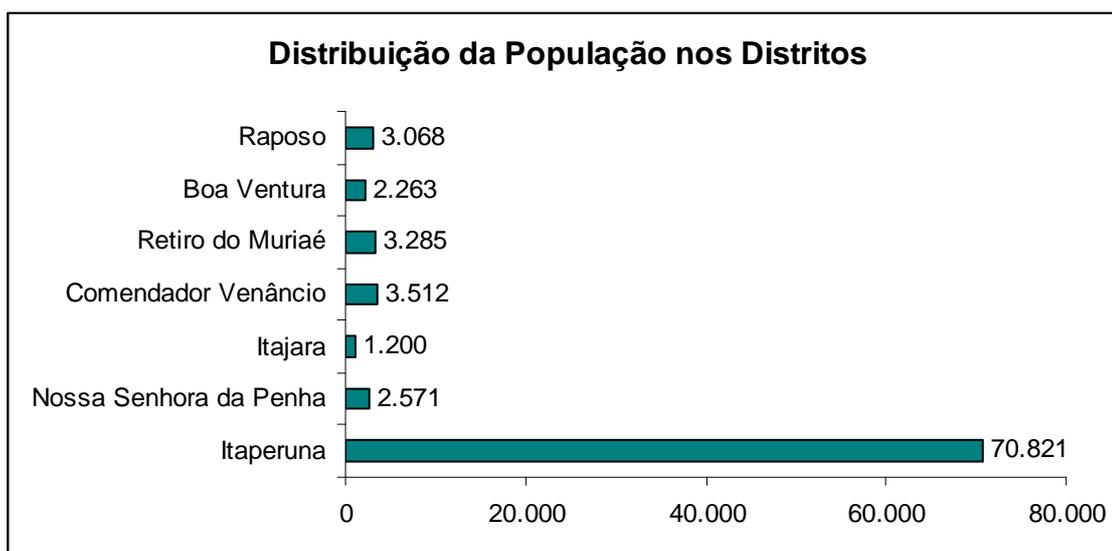


Figura 7: Distribuição da população de Itaperuna/ Censo (IBGE, 2000).

O índice de urbanização de Itaperuna em 1970 era de 49,8%, pouco superior à média regional na época (46,1%) (DINIZ, 1985). De acordo com o censo de 2000, a taxa de urbanização já era de 89,2% da população, enquanto que, na Região Noroeste Fluminense, tal taxa era de 79,2%. A taxa média geométrica de crescimento, no período de 1991 a 2000, foi de 1,18% ao ano, contra 0,96% na região e 1,30% no Estado (TCE, 2006). Assim, observa-se que em um período relativamente curto de tempo, apenas 30 anos, houve uma saída maciça da população rural em direção à área urbana, em busca de melhores condições de vida.

Comparando-se os censos agropecuários do IBGE de 1985 e 1996, verifica-se a redução das propriedades com até 200 hectares e aumento das propriedades maiores, onde fica evidente a saída da população da zona rural (tabela 2).

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) aumentou de 0,724 para 0,787 de 1991-2000. Mesmo possuindo um IDH considerado médio para a ONU (Organização das Nações Unidas), Itaperuna encontra-se na região com os piores níveis de desenvolvimento do Estado do Rio de Janeiro.

Tabela 2: Comparação entre os censos agropecuários de 1985 e 1996 em relação ao tamanho das propriedades (IBGE, 2000)

<b>CENSO AGROPECUÁRIO 1985-1996</b>				
<b>Tamanho das Propriedades</b>	<b>Hectares/1985</b>	<b>%</b>	<b>Hectares/1996</b>	<b>%</b>
menor que 10 ha	574	33,14%	394	26,43%
entre 10-100 ha	922	53,23%	877	58,82%
entre 100-200 ha	132	7,62%	120	8,05%
entre 200-500 ha	78	4,50%	73	4,90%
entre 500-2000 ha	25	1,44%	25	1,68%
maior que 2000 ha	1	0,06%	2	0,13%
<b>Total</b>	<b>1732</b>	<b>100,00%</b>	<b>1491</b>	<b>100,00%</b>

Ainda segundo dados apurados pelo IBGE no ano 2000, o município possui 87,2% dos domicílios com acesso à rede de distribuição de água, 10,6% com acesso à água através de poço ou nascente e 2,2% têm outra forma de acesso à mesma. Toda a água distribuída pela CEDAE passa por tratamento convencional (TCE, 2006).

A prefeitura é a responsável pela coleta de esgoto sanitário, atendendo à 82,0% dos domicílios do município. Do restante, 3,2% têm fossa séptica, 2,9% utilizam fossa rudimentar, 7,8% estão ligados a uma vala, e 3,0% são lançados diretamente em um corpo receptor (rio, lagoa ou mar). Porém, mesmo o esgoto coletado não passa por tratamento, sendo lançado no rio e em outro corpo receptor não identificado (TCE, 2006). Vale ressaltar a existência de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) que nunca foi ativada.

Em relação à coleta regular de resíduos sólidos, Itaperuna possui uma cobertura de 86,7% dos domicílios. O restante tem como destino final, terrenos baldios ou logradouros, e a queima. A produção diária era de 60 toneladas, cujo destino era 6 vazadouros a céu aberto (lixões) e 1 aterro controlado (TCE, 2006). Existe segregação entre os lixos urbanos e os dos serviços de saúde e o material patogênico são incinerados. Este equipamento, que foi doado ao município por uma entidade beneficente, é antigo, não apresenta filtros nem de torre de lavagem de gases, opera precariamente pela falta de manutenção (EMBRAPA, 2004).

### **3.2.5 Uso e cobertura do solo**

Os vários ciclos econômicos deixaram marcas no município, onde, atualmente, prevalecem as pastagens sobre os demais usos do solo. O estudo realizado pela Fundação CIDE, Índice de Qualidade Municipal Verde II (2003), ressalta claramente esse aspecto do uso e cobertura do solo do Município de Itaperuna (figura 8), (tabela 3).

Neste mesmo documento, a Fundação CIDE, comparou as áreas cobertas pelos remanescentes da cobertura vegetal com as ocupadas pelos diversos tipos de uso do solo.

Assim foi criado o Índice de Qualidade de Uso do Solo e da Cobertura Vegetal (IQUS) e os municípios do Estado do Rio de Janeiro foram classificados de acordo com as categorias estabelecidas (tabela 4).

Tabela 3: Porcentagem dos diferentes usos do solo no Município de Itaperuna.

<b>Uso e cobertura do solo</b>	<b>Porcentagem</b>
Área urbana	1,3
Campos/pastagens	85,6
Corpos d'água	0,7
Cultura	0,6
Floresta aluvial	0,2
Vegetação secundária em estágio de sucessão de inicial a médio	7,5
Vegetação secundária em estágio de sucessão avançado	4,1

Fonte: CIDE (2003).

Com base no levantamento de 1994, Itaperuna apresentava a seguinte distribuição de uso do solo: 10% de vegetação secundária e 87% de pastagens. Sendo enquadrado no cluster A1 – Rodeio. Este grupo apresenta predomínio de pastagens, com presença de vegetação secundária (TCE, 2006).

Em 2001 foi realizado novo levantamento, sendo mantidas as porcentagens obtidas em 1994 no que tange vegetação secundária e campo/pastagem. Porém houve um acréscimo na área urbana de 1,1 para 1,5%. Neste segundo estudo, o município obteve a classificação cluster A2 – RODEIO. Aqui há a predominância da classe campo/pastagem, com média de 84% do território, seguida por vegetação secundária, com área média de 13% (TCE, 2006).

Tabela 4: Descrição das categorias de Índice de Qualidade de Uso do Solo e da Cobertura Vegetal.

<b>IQUS</b>	<b>Características</b>
Rodeio	Maior percentual de pastagens; presença de pequenas manchas urbanas; pequena influência de formações originais e de áreas agrícolas
Rural	Maior percentual de formações originais e de áreas agrícolas; presença de áreas urbanas, degradadas e de vegetação secundária; quase nenhuma influência de pastagens
Nativo	Maiores áreas de formações originais e de pastagens; presença de vegetação secundária e áreas agrícolas; pouca influência das áreas urbanas e degradadas
Verde	Grandes áreas de formações originais e/ou de vegetação secundária; menores valores percentuais de áreas urbanas, agrícolas, de pastagem ou degradadas
Metrópole	Maior percentual de áreas urbanas

Fonte: (TCE, 2006).

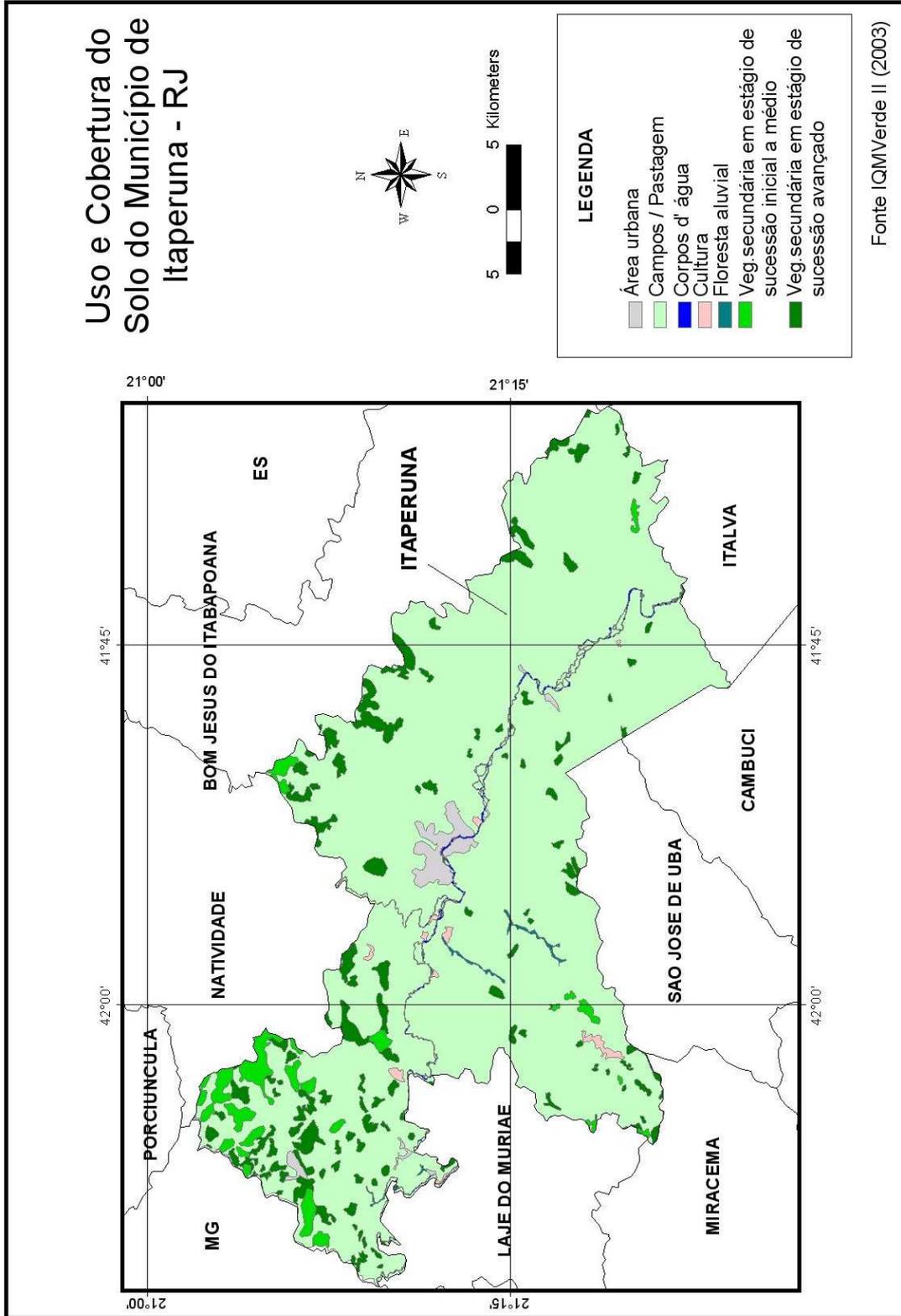


Figura 8: Uso e cobertura do solo segundo a Fundação Fonte: CIDE (2003)

### **3.2.6 Problemas ambientais**

O município, assim como toda a bacia do Rio Muriaé, sofre com problemas de erosão, devido à ocupação desorganizada e práticas inadequadas de uso dos solos, sem preocupação com sua preservação e conservação (figura 9). De acordo com EMBRAPA (2004), problemas decorrentes de processo erosivo já foram identificados na bacia e vários alertas têm sido dados, porém pouco tem sido feito para solucionar ou minimizar seus impactos. Apenas iniciativas escassas, parcas e descontinuadas foram tomadas, provavelmente porque as soluções necessárias são geralmente de recursos financeiros investidos a fundo perdido, ou seja, os dificilmente retornarão, não compensando o investimento.

O processo erosivo ainda agrava o problema de inundação das áreas adjacentes, tanto em área rural quanto urbana, haja vista que promove o assoreamento do rio pelo constante aporte de sedimentos advindos das áreas em erosão acelerada. Além disso, como já citado, o município apresenta mais de 80% do seu território com pastagens, que contribui para o aumento de escoamento superficial e diminuição de infiltração das águas pluviais no lençol freático. Outro problema que contribui para essa situação é a ausência quase total de mata ciliar. Nos poucos trechos onde esta existe não se encontra de acordo com a largura estipulada pela lei. Além disso, a prática da queimada é ainda muito utilizada para limpeza e abertura de pasto. Neste ano, ocorreram muitas queimadas intensificadas pela forte seca que assolou a região (figura 10).

Nas áreas urbanas a situação piora, já que mais resíduos sólidos são carreados para o leito dos rios. Aqui outros problemas são entrelaçados à erosão, como a deficiência no saneamento básico e planejamento urbano.

Ao longo do Rio Muriaé existem várias áreas de extração de areia, tanto de forma artesanal, em menor escala quanto em maior escala. Isso também leva ao aumento na produção de sedimentos. Essa atividade está relacionada tanto às demandas externas como ao próprio crescimento da sede do município.

O Rio Muriaé tem sido largamente utilizado para a diluição dos efluentes domésticos gerados nas áreas urbanas, especialmente nas que apresentam maior contingente populacional. Nestes núcleos urbanos são lançados, sem tratamento algum, esgotos domésticos e industriais, resíduos sólidos. O município de Itaperuna, apesar de possuir uma rede de esgoto cobrindo quase toda a população, lança efluentes domésticos e industriais diretamente no Rio Muriaé ou nos seus afluentes (figura 11).



Figura 9: Pastagem a montante de Comendador Venâncio afetada por uma seca prolongada (out/07).



Figura 10: Trecho do Rio Muriaé à jusante de Comendador Venâncio, antes e após a queimada em pasto e vegetação secundária em estágio avançado (out/07).

Este foi o principal problema observado nos trabalhos de campo. Especialmente na sede do município, onde o lançamento de cargas de efluentes domésticos sem tratamento é muito alto e pode causar sérios problemas de saúde pública.

Há 2 estações da FEEMA para monitoramento da qualidade da água no Rio Muriaé: estação MR-370 entre Itaperuna e Campos e a MR-374 em Laje do Muriaé (anexo 1). No período entre dezembro de 1992 e fevereiro de 1996 foi realizado o Projeto Paraíba do Sul pela Cooperação França-Brasil. Não houve regularidade na obtenção das amostras ao longo do período (anexo 2).



Figura 11: Lançamento de efluentes doméstico e industrial diretamente no Rio Muriaé vindo da Cooperativa Agropecuária de Itaperuna Limitada (CAPIL)

### 3.3 EVOLUÇÃO DA PAISAGEM DO MUNICÍPIO DE ITAPERUNA

O processo de ocupação da região noroeste por atividades humanas não é recente. Os primeiros habitantes foram os índios da tribo Puri, descendentes dos Goytacazes. O nome "Itaperuna" vem do tupiguarani e significa Caminho da Pedra Preta (Ita = Pedra + Per = Caminho + Una = Preta). Os índios puris e os goitacazes eram os únicos na região ainda no início do século XVIII. Mesmo após a descoberta da região pelo homem branco, até o século XIX, apenas bandeirantes e aventureiros passavam pela região (ONG Puris, 2006).

A colonização da região noroeste iniciou-se por volta de 1830, com a chegada do desbravador José Lannes Brandão, que se fixou na região e a primeira atividade econômica desenvolvida foi a criação de gado de forma extensiva. Contudo, a colonização somente ocorreu efetivamente após o advento da economia cafeeira, no final do século XIX. A partir daí, a região passou a atrair população, alcançando um desenvolvimento rápido principalmente com a chegada dos trilhos da Estrada de Ferro Carangola em 1883 (TCE, 2006).

O plantio de café foi o responsável pela intensa devastação da Mata Atlântica na região. O café trouxe riqueza para Itaperuna, que apareceu no cenário mundial como o município de maior produção mundial de café durante a década de 1920. Diante dos avanços que Itaperuna oferecia como a estrada de ferro, a concentração de atividades comerciais e de serviços, passou a exercer função de centro sub-regional do Norte Fluminense. No entanto, a retirada da Mata Atlântica, as queimadas e as precárias técnicas utilizadas no plantio do café, logo mostraram seus efeitos negativos com a queda produção ainda no século XIX (*ibid.*, 2006).

Com a crise de 1929, os proprietários se viram obrigados a queimar seus cafezais e a região passou por uma regressão. Assim, as lavouras de café foram trocadas pela pecuária. Inicialmente a de corte voltada para o abastecimento de matadouros e frigoríficos, e posteriormente a produção leiteira, estimulada pela presença da fábrica de leite em pó Glória na sede municipal, hoje pertencente à Parmalat SA. A devastação da vegetação continuou, porém agora para a abertura de novas áreas de pastagem (*ibid.*, 2006).

Quando da sua criação, o município abrangia áreas pertencentes aos atuais Municípios de Laje do Muriaé, Natividade e Porciúncula. A cidade desenvolveu-se a partir das proximidades da linha da estrada de ferro, na margem esquerda do Rio Muriaé (TCE, 2006). Hoje, a malha urbana ocupa os dois lados do rio e continua a se expandir, impulsionada pela especulação imobiliária, já que Itaperuna passou a atrair ainda mais pessoas pela instalação de universidades (federal e particulares) e de diversos cursos.

Este ano será construído o CEFET Noroeste (Centro Federal de Educação Tecnológica) com o início das aulas já no segundo semestre. A propagação de escolas técnicas é um projeto do Governo Federal e a de Itaperuna contará com os cursos de eletrotécnica, mecânica e turismo. Há também a intenção de interiorizar universidades públicas, como é o caso da UENF (Universidade Estadual do Norte-Fluminense) que pretende se expandir para Itaperuna e Pádua. Em Itaperuna já existe um campus da UFF (Universidade Federal Fluminense).

A interiorização de universidades é uma forma de crescimento econômico tanto para as universidades particulares quanto para os municípios. Assim, a região que antes não tinha como manter seus estudantes, passou não só a atendê-los como também a atrair estudantes de outras regiões. Além disso, oferece oportunidade de estudo àqueles que não dispunham de condições de estudar nos grandes centros.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS:**

### **4.1 QUALIDADE DA ÁGUA**

A pesquisa foi realizada ao longo de um trecho do Rio Muriaé com extensão de aproximadamente 56 quilômetros, situado no Município de Itaperuna, RJ. Foi escolhido este trecho do rio porque Itaperuna é o maior e mais importante município na bacia, abrangendo muitos dos problemas existentes nela como um todo e outros inerentes ao município. Foram escolhidos nove pontos de coleta em função de eventos importantes como a entrada de afluentes e efluentes e também de acordo com a acessibilidade ao local de coleta (figura 12). As amostras de água foram efetuadas em quatro períodos entre 2007 e 2008 (tabela 5).

Foi estabelecido 1 ponto de amostragem na margem esquerda do rio (tabela 6). A localização de cada ponto foi obtida com o GPS (Sistema de Posicionamento Global) da marca Garmin, utilizado o Sistema de Coordenadas em UTM, Datum SAD 69, nos fusos 23 e 24. Para a análise dos dados, o primeiro ponto ao longo do rio foi considerado o marco inicial, ou seja, o Km 0.

Tabela 5: Datas das coletas no Rio Muriaé

Coleta	Datas	Característica do período
Coleta 1	11/04/2007 e 13/04/2007	vazante
Coleta 2	02/07/2007 e 04/07/2007	estiagem
Coleta 3	16/10/2007 e 18/10/2007	enchente
Coleta 4	27/11/2007 e 29/11/2007	após período de chuva
Coleta 5	18/02/2008 e 20/02/2008	cheia

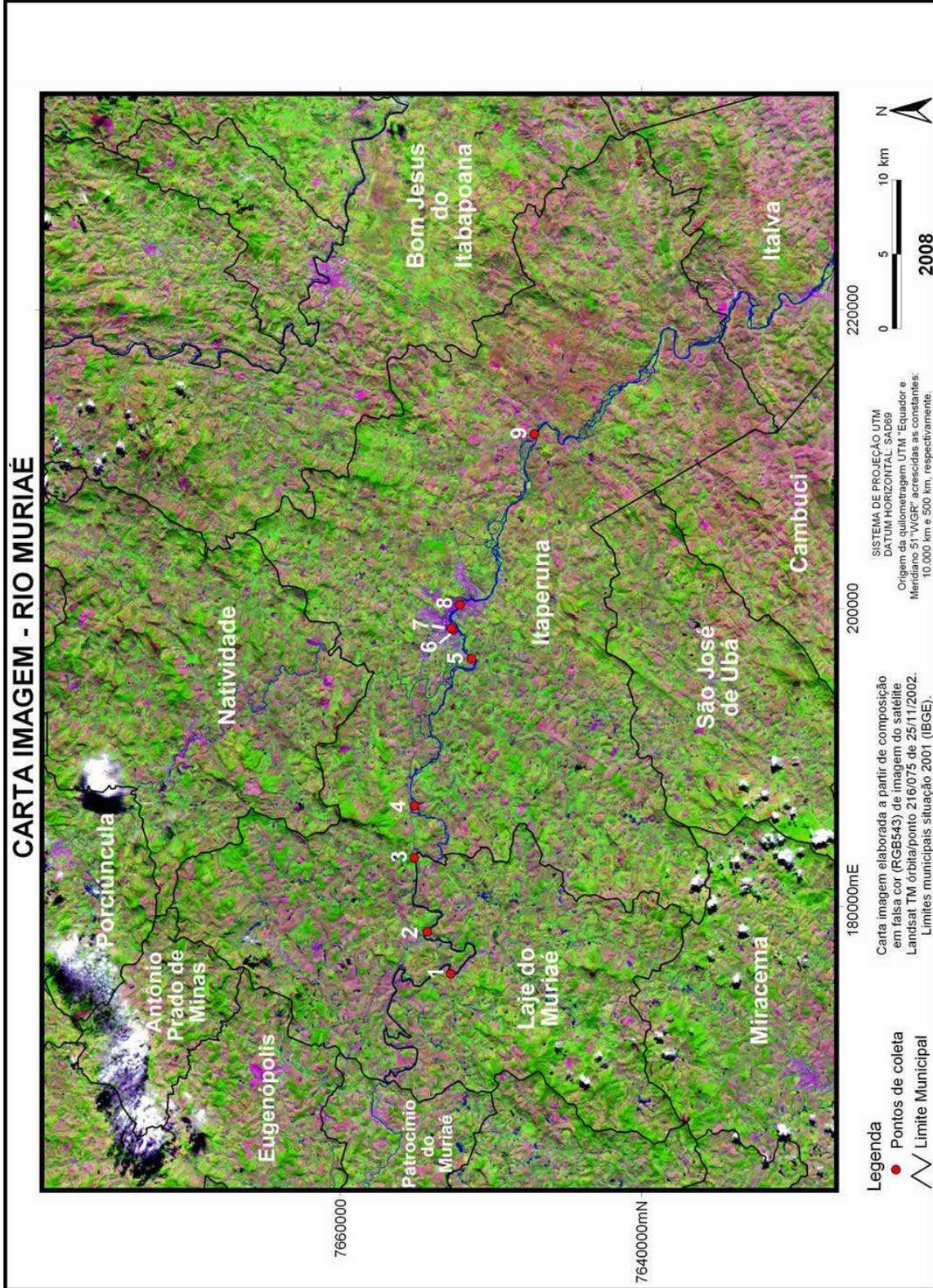


Figura 12: Localização e distribuição dos 9 pontos de coleta ao longo do Rio Muriaé no trecho que corta o Município de Itaperuna (Imagem Landsat 7 ETM+ – composição RGB 543).

Tabela 6: Descrição da localização dos 9 pontos de coleta ao longo do trecho do Rio Muriaé que corta o Município de Itaperuna e tipo de uso e cobertura do solo.

Ponto de coleta	Localização/Coordenadas	Tipo de uso e cobertura do solo
1	À montante de Laje do Muriaé (23K 798.605m E/7.653.174m N)*	Pecuária bovina (Pastagem)
2	À jusante de Comendador Venâncio (23K 801.258m E/7.654.474m N)*	Pecuária bovina (Pastagem)
3	Entre Comendador Venâncio e Retiro do Muriaé (23K 806.319m E/7.655.194m N)*	Pecuária bovina (Pastagem)
4	Retiro do Muriaé (23K 809.829m E/7.655.035m N)*	Núcleo urbano (distrito)
5	À jusante do Rio Carangola (24K 196.665m E/7.651.276m N)*	Núcleo urbano – Bairro Surubi/Itaperuna
6	À jusante da Capil** (24K 198.606m E/7.652.523m N)*	Núcleo urbano – Bairro Cidade Nova/Itaperuna
7	À jusante da Parmalat *** (24K 198.734m E/7.652.581m N)*	Núcleo urbano – Bairro Cidade Nova/Itaperuna
8	Centro de Itaperuna – à montante da ponte para o bairro Niterói (24K 200.200m E/7.652.000m N)*	Núcleo urbano – Bairro Centro
9	À jusante a cidade de Itaperuna (24K 212.194m E/7.646.602m N)*	Pastagem com pecuária bovina

\*Coordenadas do ponto de coleta

\*\*CAPIL – Cooperativa Agropecuária de Itaperuna

\*\*\* Parmalat Brasil SA – Indústria de Alimentos

Tabela 7: Variáveis estudadas, unidade, métodos e equipamentos utilizados na amostragem.

Parâmetro	Unidade	Método	Equipamento
Condutividade	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	Medição direta	<i>Instrutherm MA-895</i>
Temperatura do ar	°C	Medição direta	<i>Instrutherm THAL-300</i>
Temperatura da água	°C	Medição direta	<i>RTD-500</i> com sensor <i>Pt.100</i>
Sólidos sedimentáveis	mL/L	Sedimentação	Cone Imhoff
Coliformes Totais	NMP/100mL	Técnica de Tubos Múltiplo (APHA, 1995)	Tubos de ensaio
Coliformes Fecais	NMP/100mL	Técnica de Tubos Múltiplo (APHA, 1995)	Tubos de ensaio
Profundidade	m	Medição direta	Trena

As coletas foram realizadas em 2 dias, com início no período da manhã (das 8h às 11h). O tempo despendido em cada coleta variou entre 20 e 40 minutos. Foram utilizadas garrafas de Politereftalato de Etila (PET) para sólidos sedimentáveis lavadas com água destilada e frascos de vidro com boca larga, graduados, devidamente autoclavados para análises de coliformes. Na tabela 7, estão descritos os parâmetros analisados, os métodos e equipamentos utilizados.

Outras medições e anotações foram realizadas em campo (anexo 3) como: data e horário da coleta, distância entre o ponto e a margem, tipo de sedimento de fundo (arenoso, argiloso, rochoso ou lodoso), observações como presença ou não de lixo, presença ou ausência de mata ciliar, odores característicos e cor da água.

Para a análise de coliformes totais e fecais, frascos esterilizados foram mergulhados contra a correnteza a uma profundidade aproximada de 10 cm e coletados, em cada ponto, 100 ml de água. Deixou-se um espaço livre no frasco para agitação antes da realização das análises. Todas as amostras foram identificadas com os respectivos locais de coleta e acondicionadas em caixa de isopor com gelo para o transporte. O tempo decorrido entre a coleta das amostras e o início do exame bacteriológico não ultrapassa o limite de armazenamento das mesmas, que é de 24 horas. O conhecimento da densidade de coliformes fecais é um parâmetro básico para determinar o aspecto sanitário e mesmo o grau de periculosidade à saúde pública.

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia da Universidade de Nova Iguaçu, Campos V, em Itaperuna. O método utilizado foi o de tubos múltiplos descrito (APHA, 1995), sempre em triplicata. O teste presuntivo de coliformes totais foi realizado contendo caldo lauril-sulfato com tubos de Durham em seu interior. As amostras foram incubadas a  $35 \pm 1^{\circ}$  C por 48 horas. Foram considerados positivos aqueles que apresentaram formação de gás dentro dos tubos de Durham. A partir dos resultados considerados positivos, foi feita a inoculação com alça de platina em caldo EC com tubos de Durham em seu interior, e foi incubado a  $44.5 \pm 0.2^{\circ}$  C por 24 horas. Após esse período, observou-se a presença de gás no interior dos tubos de Durham, sendo considerados positivos para bactérias coliformes termotolerantes. Os resultados de coliformes totais e termotolerantes foram expressos em valores de número mais provável (NMP) de coliformes/100 mL.

As medidas de temperatura do ar, da água e condutividade elétrica foram realizadas no campo com instrumentos já citados (tabela 7). Os sólidos sedimentáveis foram

determinados pelo método do Cone de Imhoff (APHA, 1995), após uma hora de sedimentação. Todas as análises foram realizadas no mesmo dia em que foram coletadas.

## 4.2 USO E COBERTURA DO SOLO

As tarefas de geoprocessamento foram realizadas com o auxílio do Sistema de Informação Geográfica Idrisi Kilimanjaro (ClarkLabs ©) e no *software* ArcView 3.2 (ESRI ©). Foram utilizadas quatro cartas topográficas abrangendo os municípios de Itaperuna e Laje do Muriaé, na escala 1:50.000 (tabela 8), como auxílio nos trabalhos de campo e na análise espacial, e uma imagem de satélite LANDSAT 7 ETM+, órbita/ponto 216/075 de 25/11/2002, bandas 3, 4 e 5, com resolução espacial de 30 metros fornecida por Ministério do Meio Ambiente (2008).

Além disso, foi utilizada a base temática em meio digital criada pela Fundação CIDE, o IQM Verde II, e do IBGE, com as seguintes informações: hidrografia, limites do Estado do Rio de Janeiro, dos municípios do mesmo, da Bacia do Rio Muriaé dentro do Estado do Rio de Janeiro.

Tabela 8: Descrição das cartas topográficas utilizadas.

Nome da folha	Folha	Fonte/Ano
<i>Folha Itaperuna</i>	SF-24-V-C-I-1	IBGE/1968
<i>Folha Eugenópolis</i>	SF-23-X-D-III-2	IBGE/1978
<i>Folha São João do Paraíso</i>	SF-24-V-C-I-3	IBGE/1968
<i>Folha Italva</i>	SF-24-G-I-4	IBGE/1968

### 4.2.1 Caracterização dos pontos de amostragem

#### Ponto 1

Refere-se ao ponto de partida (km 0), localizado ainda em área rural, à montante da cidade de Laje do Muriaé, no início do perímetro urbano, a 200m de altitude. Caracteriza-se pela presença de pastagens e uma tênue mata ciliar (figura 13). Na margem esquerda há uma

pousada à beira da RJ-116. Nesse ponto, o rio apresenta aproximadamente 60 metros de largura.



Figura 13: Margem esquerda do Rio Muriaé no ponto 1, julho de 2007. A seta indica a altura que as águas chegaram à última enchente, em 2007 .

## Ponto 2

Localizado após a Hidrelétrica de Comendador Venâncio, à jusante de Laje do Muriaé, a 200 metros de altitude e aproximadamente 8.020 metros do marco inicial. Predominância de pastagens em ambas as margens e ausência de mata ciliar (figura 14). Neste ponto, o rio apresenta cerca de 40 metros de largura. Um pouco mais à jusante reaparece a tênue mata ciliar. Na margem esquerda há uma fazenda de gado bovino com um pequeno núcleo de moradores. Aparentemente, há apenas um local de lançamento pontual de dejetos no rio, porém estava habitado somente na primeira coleta. À jusante da hidrelétrica, há extração de areia com o uso de máquinas (figura 15).



Figura 14: Margens do Rio Muriaé no ponto 2, julho de 2007.

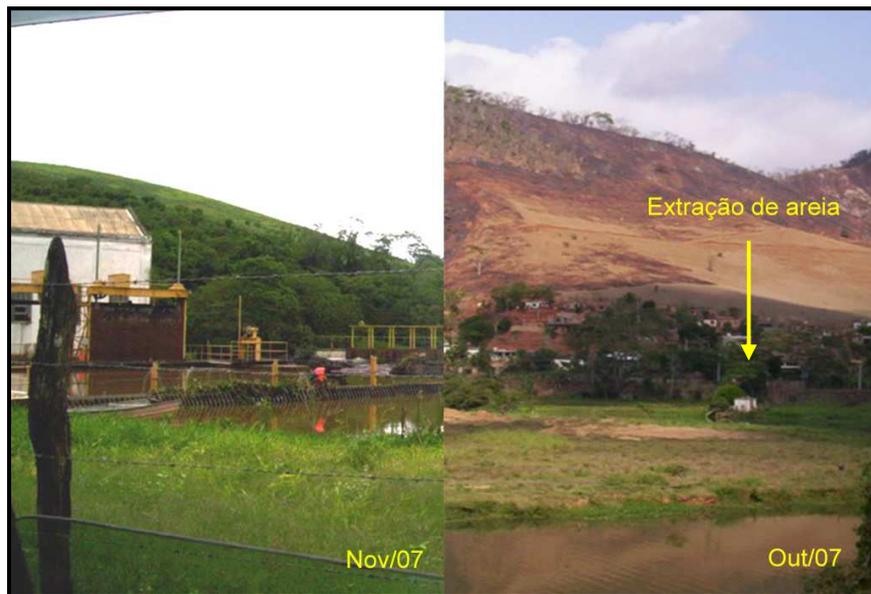


Figura 15: Hidrelétrica de Comendador Venâncio à esquerda e local de extração de areia à montante da hidrelétrica à direita.

### Ponto 3

Localiza-se entre os distritos de Comendador Venâncio e Retiro do Muriaé, à margem da BR-356. Está a cerca de 7.240 metros do ponto 2 e a 190 metros de altitude. A distância entre as margens é de aproximadamente 80 metros. Em ambas as margens desenvolve-se a pecuária, apresenta na margem direita indícios do lançamento pontual de dejetos da atividade citada (figura 16). A margem esquerda apresenta-se muito pisoteada pela prática da pecuária.



Figura 16: Margens do Rio Muriaé no ponto 3.

#### **Ponto 4**

Encontra-se no distrito de Retiro do Muriaé, 8.340 metros do ponto 3 e a 178 metros de altitude. Neste ponto o rio apresenta-se com largura aproximada de 50 metros e totalmente desprovido de mata ciliar. Sua margem direita caracteriza pela presença de pastagens com processo erosivo evidente (figura 17) e a esquerda pela malha urbana. Existem vários locais de lançamento de efluentes *in natura* da rede coletora de esgoto, além da retirada de areia de forma artesanal próxima ao ponto de amostragem.



Figura 17: Margens do Rio Muriaé no ponto 4.

### Ponto 5

Localizado após a entrada do principal afluente do Rio Muriaé, o Rio Carangola, a 146 metros de altitude. Aproximadamente 14.090 metros do ponto 4. Neste ponto há uma ilha a cerca de 40 metros da margem esquerda (figura 18). Existe pelo menos uma residência na ilha. Na margem esquerda, está o bairro do Surubi, subúrbio de Itaperuna. Todo o efluente doméstico produzido pelo bairro é lançado *in natura* no rio. Nessa margem há extração artesanal de areia e pesca (figura 19).



Figura 18: Margens do Rio Muriaé no ponto 5, à direita está uma ilha.



Figura 19: Extração artesanal de areia no ponto 5.

### Ponto 6

Encontra-se dentro da malha urbana de Itaperuna, cerca de 1.940 metros do ponto anterior e a 109 metros de altitude. Apresenta largura aproximada de 50 metros. Na margem direita está a ilha do Itapuã Clube (figura 20). Na margem esquerda além do lançamento *in natura* de esgoto doméstico, há também o lançamento de efluentes sem tratamento prévio, tanto doméstico quanto industrial, da CAPIL. Local comumente usado para a pesca.

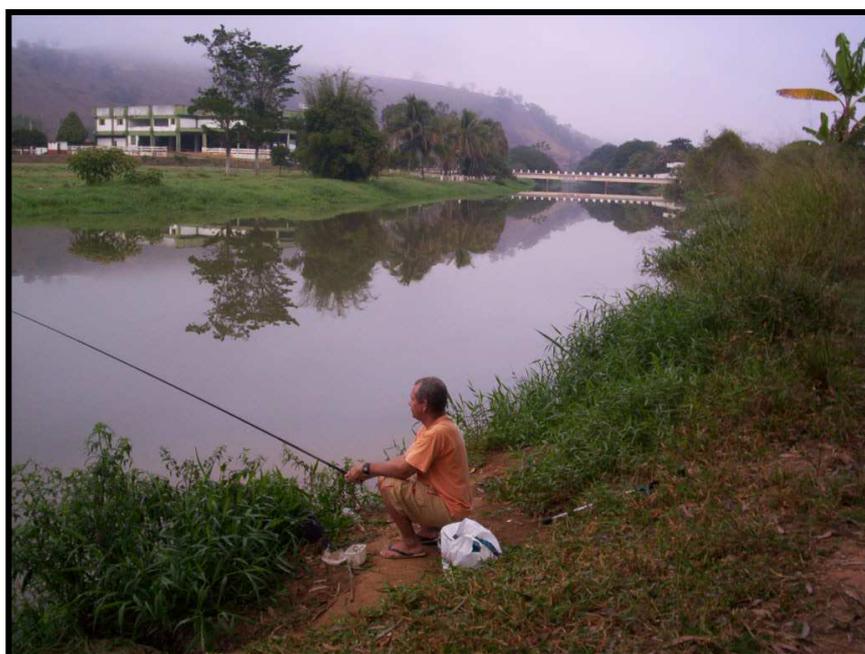


Figura 20: Rio Muriaé no ponto 6. À direita está a Ilha do Clube Itapuã.

### Ponto 7

Localizado aproximadamente a 140 metros do ponto 6, com cerca de 50 metros de largura e a 109 metros de altitude. Apresenta característica semelhantes ao ponto anterior, salvo o fato de que além de sofrer influência dos efluentes da CAPIL, ainda recebe os efluentes doméstico e industrial da PARMALAT (figura 21). Nesta empresa há o tratamento prévio dos efluentes industriais em lagoa de oxidação.



Figura 21: Ponto 7 de coleta de água e em destaque o lançamento de efluentes oriundos da Parmalat.

### Ponto 8

Localiza-se no centro de Itaperuna, próximo a ponte para o bairro Niterói. Cerca de 1.740 metros do ponto 7, com largura aproximada de 90 metros e a 107 metros de altitude. Na margem direita está o bairro Niterói e na margem esquerda está o Centro (figura 22). Em ambas as margens há o lançamento de esgoto *in natura*.



Figura 22: Margens do Rio Muriaé no ponto 8.

### Ponto 9

Encontra-se próximo ao limite final do município, à margem da BR-356, cerca de 14.200 metros do ponto 8 e a 76 metros de altitude. Caracteriza-se pela presença de pastagem de ambos os lados do rio e a cultura de tomate na margem direita (figura 23). Nesse ponto o rio apresenta a largura aproximada de 150 metros.



Figura 23: Rio Muriaé no ponto 9, com destaque para uma plantação de tomate na margem direita.

#### 4.2.2 Métodos

Com o objetivo de auxiliar o mapeamento da cobertura do solo, as informações espaciais foram estruturadas em uma base cartográfica única. A estruturação desta base envolveu as seguintes etapas: (i) aquisição e revisão das informações existentes, (ii) levantamentos complementares a campo, (iii) estruturação do banco de dados associado a cada arquivo (iv) adequação de todos os arquivos a um sistema cartográfico de referência comum ao sistema de coordenadas UTM, fuso 24, Datum SAD69 Oficial e (v) conversão dos arquivos digitais para formato genérico compatível a qualquer *software* de SIG.

Este rio possui apenas alguns trechos navegáveis, o que dificultaria o uso de um barco para a coleta de água e dados. Por isso, optou-se em percorrer o trecho de carro, sempre que possível chegando até as margens do rio para observar e registrar os diferentes usos do solo.

O reconhecimento da área e a escolha dos pontos de coleta foram realizados através de trabalho de campo em dezembro de 2006. No entanto, em todas as coletas nos anos seguintes

(2007/2008), foram observados o uso e cobertura do solo, inclusive as mudanças que ocorreram entre as estações do ano. Com o auxílio de GPS (Sistema de Posicionamento Global), todas as coordenadas planas dos pontos de coleta foram obtidas para posterior cálculo da distância entre os pontos, distância percorrida e construção de *buffer* na região de influência direta ao redor do rio, no ArcView.

Os *buffers* 1, 2 e 3, gerados no trecho em que o rio é o limite entre Laje do Muriaé e Itaperuna, atingiram áreas do município vizinho e essas áreas também foram consideradas nos cálculos da área de influência direta na qualidade da água do trecho estudado.

Como este estudo foi realizado em um trecho do Rio Muriaé e não na bacia, optou-se pela geração de mapa de uso e cobertura do solo no mesmo, onde as coletas se concentraram. Assim, o trecho foi delimitado a partir da base de dados do IQM Verde II e a área de influência direta no trecho delimitada através de um *buffer* com 1.200 metros (múltiplo de 30 devido à resolução da imagem LANDSAT).

Além disso, foram criadas áreas de influência direta em cada ponto de coleta. Para tanto, foi criada no ArcView, a partir da imagem LANDSAT e dos pontos de coleta, uma linha de 2.000 metros rio acima e em seguida gerado um *buffer* de 1.020 metros (múltiplo de 30 devido à resolução da imagem LANDSAT).

Para a identificação das Áreas de Preservação Permanente (APP) dos Rios Muriaé e Carangola, segundo a Lei nº 7803/79 do Código Florestal, foram gerados *buffers* de 90 metros e 60 metros de largura a partir das margens dos rios, respectivamente. Essa Lei estabelece que para rios de 10 a 50 metros de largura, a faixa mínima de mata ciliar é de 50 metros e para rios de 50 a 200 metros de largura, a faixa mínima é de 100 metros. No entanto, como consequência da resolução espacial da imagem utilizada e de acordo com a média de largura em cada rio, adotou-se os valores de 60 metros para o Rio Carangola e 90 metros para o Rio Muriaé.

#### **4.2.3 Mapeamento do uso e cobertura do solo**

A imagem LANDSAT 7 ETM+ disponibilizada pelo MMA (2008) encontrava-se previamente georreferenciada de acordo com as coordenadas planas, na projeção UTM e no formato raster, utilizado pelo programa IDRISI para o armazenamento de imagens.

Na produção do mapa temático de uso e cobertura do solo utilizou-se uma classificação não-supervisionada com base nas bandas 3, 4 e 5 do satélite Landsat 7 ETM+,

integrada aos levantamentos de campo. Este arranjo de bandas foi escolhido pela boa representatividade espectral para análise da cobertura vegetal do solo.

A banda 3, correspondente à faixa de 0,63 a 0,69  $\mu\text{m}$  de comprimento de onda, porção visível do espectro eletromagnético, tem aplicação indicada na diferenciação de espécies vegetais e na classificação de cultivos (ELACHI, 1987), fornecendo bom contraste entre solo desnudo e solo com vegetação. A banda 4, correspondente à faixa de 0,76 a 0,90  $\mu\text{m}$  de comprimento de onda, infravermelho próximo, é indicada para o delineamento de corpos d'água e análises de biomassa (ELACHI, 1987). A banda 5, correspondente à faixa de 1,55 a 1,75  $\mu\text{m}$  de comprimento de onda (infravermelho médio), é fortemente influenciada pelo conteúdo de água nas folhas (HOFFER, 1988) sendo, por isto, indicada para o monitoramento das condições hídricas da vegetação. Por este motivo é também muito útil na diferenciação de solos com e sem cobertura vegetal e na discriminação entre diferentes tipos de solos (ELACHI, 1987).

A classificação da imagem foi obtida em duas etapas: uma não-supervisionada e outra supervisionada. Na etapa não-supervisionada foi escolhido o método ISOCLUST, que utiliza o algoritmo isodata. Nesta etapa os dados foram examinados e divididos, através do algoritmo Isodata em agrupamentos espectrais naturais predominantes. Com esse resultado, observou-se a necessidade de realizar o reagrupamento das classes de cobertura do solo. Nesta fase foi incorporado o conhecimento de campo. Foram coletadas informações descritivas da paisagem em 9 pontos georreferenciados, assim como ao longo dos deslocamentos em campo. Em cada ponto foi identificado o tipo de cobertura do solo correspondente. A nomenclatura das classes de cobertura do solo segue um critério fisionômico da paisagem. As fisionomias identificadas foram relacionadas às denominações regionais.

Com auxílio do módulo AREA do *Software* Idrisi Kilimanjaro foram calculadas as áreas das classes de cobertura do solo para as área de influência direta dos rios Muriaé e Carangola, áreas de influência direta por ponto de coleta e APPs.

#### **4.2.4 Editoração de mapas temáticos**

Alguns mapas temáticos foram gerados a partir da base de dados do IQM Verde II, como os mapas dos limites municipais, de hidrografia, de balneabilidade e o do IQA. Todos os mapas foram editados no ArcView e a delimitação dos municípios foi obtida a partir das bases cartográficas em meio digital do IBGE.

### 4.3 ANÁLISE INTEGRADA

A análise integrada da qualidade da água e do uso do solo foi realizada através de método quali-quantitativo baseado em Barbou *et al* (1999). Para tanto foram utilizados os seguintes parâmetros para a qualidade da água: sólidos sedimentáveis, condutividade, transparência, coliformes totais e coliformes fecais. Na cobertura e uso do solo foram utilizados: vegetação secundária avançada, vegetação secundária inicial, pastagem, solo exposto e mancha urbana.

Para cada parâmetro avaliado foram atribuídas diferentes letras (A, B, C e D) referentes à qualidade da água do rio e das características do uso do solo nas proximidades do ponto, ficando desta forma, caracterizados: muito boa (A), boa (B), regular (C) e ruim (D) (tabela 9). As condições de referência relativas às características de cada classificação foram baseadas nos resultados obtidos para o trecho, considerando que locais com menor influência antrópica exibem melhores condições ambientais e vice-versa. A referência para coliformes fecais foi baseada nas condições de balneabilidade dispostas na Resolução CONAMA 274/00. Desta forma, ficou estabelecido um gradiente de características variando de locais apresentando qualidade muito boa até ruim. Ao final do procedimento, para cada coleta e para o uso do solo, foi contabilizado o número de vezes que cada classificação se repetiu.

Tabela 9: Atributos para classificação da qualidade da água e uso do solo.

Atributos	Muito Bom (A)	Bom (B)	Regular (C)	Ruim (D)
Transparência (cm)	≥ 50	50-25	25-5	< 5
Sólidos sedimentáveis (mL/L)	< 0,1	0,1-0,5	0,5-1,0	> 1,0
Condutividade (μS/cm)	< 50	50-75	75-100	> 100
Coliformes totais (NMP/100mL)	≤ 625	625 -1.250	1.250-2.500	> 2.500
Coliformes fecais (NMP/100mL)	≤ 250	250-500	500 -1.000	> 1.000
Vegetação secundária avançada (%)	> 50	50-25	25-10	< 10
Vegetação secundária inicial (%)	< 10	10-25	25-50	> 50
Pastagem (%)	< 10	10-25	25-50	> 50
Solo exposto (%)	< 5	5-10	10-20	>20
Mancha urbana (%)	< 5	5-10	10-20	>20

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA**

Foram coletadas 45 amostras de água e produzidos 585 dados limnológicos do Rio Muriaé. Os dados brutos das 12 variáveis analisadas (largura do rio, profundidade do ponto, tipo de sedimento de fundo, temperatura do ar, temperatura da água, transparência, cor, odor, sólidos sedimentáveis, condutividade, coliformes totais e fecais) foram organizados em tabelas (anexo 4), assim como seus valores mínimos, máximos e as médias em cada ponto (tabela 10).

#### **5.2.1 Transparência, cor e odor**

Ao penetrar na coluna d'água, a radiação é submetida a profundas alterações, tanto na intensidade quanto na qualidade espectral. Estas alterações dependem de vários fatores, principalmente da concentração de material dissolvido e da concentração de material em suspensão (ESTEVES, 1998). Desta forma, a análise da transparência entre as estações pode nos indicar a influência da mesma na produção primária.

Devido à cor da água, a transparência foi relativamente baixa, com média geral de aproximadamente 17 cm, sendo ultrapassada apenas nos pontos 1, 3 e 4. A máxima foi obtida no ponto 1 com cerca de 60 cm.

Ao se analisar a variação da transparência ao longo das coletas (Figura 24), verifica-se que esta foi maior durante a seca (jul/07) e a seca prolongada (out/07). Mediante ponderação sobre as possíveis causas, concluiu-se que um fator determinante para tal seja a ausência da ocorrência de chuvas. Em muitos locais as águas estavam mais claras devido à precipitação das substâncias e, em outros, tornou-se nula pela grande quantidade de despejos lançados. Em

contrapartida, nos meses de maior pluviosidade (abr/07 e fev/08), as amostras se mostraram mais homogêneas.

Tabela 10 – Valores mínimos, máximos e médias das variáveis obtidas em cada ponto de coleta.

Rio Muriaé	Ponto 1			Ponto 2			Ponto 3		
	mín	máx	média	mín	máx	média	mín	máx	média
Condutividade ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )	30	47	38,4	33	46	37,6	32	44	36,6
Profundidade no ponto (cm)	50	100	68	20	50	27	20	100	42
Largura do rio (m)	26	30	27,6	12	32	25,2	43	50	46
Transparência (cm)	10	60	30	5	25	15,6	10	40	22
Temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ )	23,9	30	27,2	24,2	28,8	26,7	25,1	30	26,9
Temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ )	23,1	31,3	26,6	23	29	26	25	28	26,4
Coliformes totais (NMP/100mL)	430	2400	1138	230	4.300	1758	230	2.400	1278
Coliformes fecais(NMP/100mL)	30	930	402	230	930	410	90	930	482
Sólidos sedimentáveis (mL/L)	0	0,1	0,1	0	0,5	0,3	0	0,1	0,05

	Ponto 4			Ponto 5			Ponto 6		
	mín	máx	média	mín	máx	média	mín	máx	média
Condutividade ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )	35	86	50	37	53	45	48	142	75,4
Profundidade no ponto (cm)	30	160	92	20	30	22	50	100	74
Largura do rio (m)	22	30	26	10	22	15,6	47	50	48,2
Transparência (cm)	10	40	20	10	25	15	0	30	14
Temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ )	25,3	30	27,3	25,5	27,7	26,7	24,8	28,6	26,9
Temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ )	24	28,2	26,3	24,2	32,6	29,1	23,6	32	26,9
Coliformes totais (NMP/100mL)	230	7.000	3012	230	9.300	2224	24.000	460.000	66.200
Coliformes fecais(NMP/100mL)	230	4.600	1.618	90	430	214	2.400	15.000	6.680
Sólidos sedimentáveis (mL/L)	0	0,1	0,05	0,1	0,2	0,17	0	0,3	0,2

	Ponto 7			Ponto 8			Ponto 9		
	mín	máx	média	mín	máx	média	mín	máx	média
Condutividade ( $\mu\text{S.cm}^{-1}$ )	48	90	61,2	45	89	65,6	47	82	61,2
Profundidade no ponto (cm)	20	60	35	30	100	56	20	40	24
Largura do rio (m)	47	50	48,2	80	90	86,4	147	150	148,2
Transparência (cm)	0	25	13	0	20	11	10	20	14
Temperatura da água ( $^{\circ}\text{C}$ )	25,3	28	26,8	21,9	28,2	26,3	24,1	28,1	26,4
Temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ )	22,4	32	26,3	25	32,5	28,5	22,4	29,5	26,3
Coliformes totais (NMP/100mL)	2.400	1.100.000	256.880	39.000	460.000	185.000	430	9.300	2.972
Coliformes fecais(NMP/100mL)	2.400	93.000	34.680	7.500	93.000	36.300	90	2.400	716
Sólidos sedimentáveis (mL/L)	0	1	0,3	0	0,2	0,08	0	0,3	0,12

A transparência apresentou um comportamento particular em cada ponto de amostragem, dependente da pluviosidade, da profundidade e do que havia nas proximidades (figura 25). O ponto 1 apresentou maior variação, que pode ser resultado de sua maior profundidade.

A largura do rio variou bastante entre os pontos e entre as estações do ano. Vale ressaltar que no ponto de amostragem 2, após a hidrelétrica, o rio recuou aproximadamente 15 metros no período da estiagem prolongada. Por causa dessa variação, nem sempre o ponto de coleta era exatamente o mesmo da coleta anterior. As maiores reduções observadas foram nos pontos cujas margens eram menos íngremes e com mais rochas.

A cor variou de marrom-avermelhado na enchente e na cheia, marrom mais claro e esverdeado na vazante e na seca. Os pontos 6 e 7, correspondentes às saídas de dejetos das fábricas de laticínios, exibiram cores esbranquiçadas, em todas as coletas, com forte odor de leite (figura 26). A Parmalat, por ser a empresa de maior porte e produzir mais resíduos, promoveu o aparecimento de uma mancha branca maior e de cor mais intensa. O ponto 8 apresentou cor preta durante o período de estiagem prolongada, com forte cheiro de esgoto, além da presença de óleo devido à existência de uma garagem de ônibus à montante do ponto. Já nos pontos 3 e 9, nesta mesma época, a água estava praticamente translúcida. Nesta época, foi possível ver, no ponto 9, folhas e limo no fundo do rio, além de pequenos peixes.

Nos pontos 6, 7 e 8, na estiagem prolongada, surgiram materiais flutuantes, inclusive espumas (figuras 26, 27 e 28) e crescimento de plantas aquáticas, a *Eichhornia crassipes*, conhecida como gigoga, características de ambiente fluvial poluído. Houve o registro de acúmulo destas plantas aquáticas à montante do ponto 2, mais especificamente nas grades da hidrelétrica, advindas de outras áreas acima, e no ponto 9 apareceu uma outra espécie, a *Pistia stratiotes* ou alface-d'água.

A Resolução CONAMA nº. 357/05 preconiza que as características seguintes devam ser virtualmente ausentes para as águas de classe 1, 2 e 3: materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais; óleos e graxas; substâncias que comuniquem gosto ou odor. Para a classe 4, somente os materiais flutuantes devam estar virtualmente ausentes, o odor e o aspecto são não objetáveis e toleram-se iridescências de óleos e graxas. Portanto, para esta resolução, os pontos 6, 7 e 8 estariam dentro da classe 4. Como essas características para as outras classes são as mesmas, então os outros pontos pertenceriam às três classes.

Considerando-se a Resolução CONAMA nº 274/00, em seu artigo 2º, que dispõe sobre a classificação das águas doces destinadas à balneabilidade, considera águas impróprias no parágrafo 4º, os trechos que apresentarem presença de resíduos ou despejos, sólidos ou

líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias capazes de oferecer risco à saúde ou tornar desagradável à recreação. Por conseguinte, no que tange balneabilidade, o trecho entre os pontos 6 e 9 está impróprio à recreação de contato primário, por apresentar tais características.



Figura 26: Mancha branca produzida pelo despejo industrial da Parmalat e a presença de material flutuante na água no ponto 7 (out/07).



Figura 27: Presença de material flutuante na água no ponto 6 (out/07).



Figura 28: Presença de material flutuante à esquerda e de plantas aquática (gigoga), à direita, no ponto 8 (out/07).

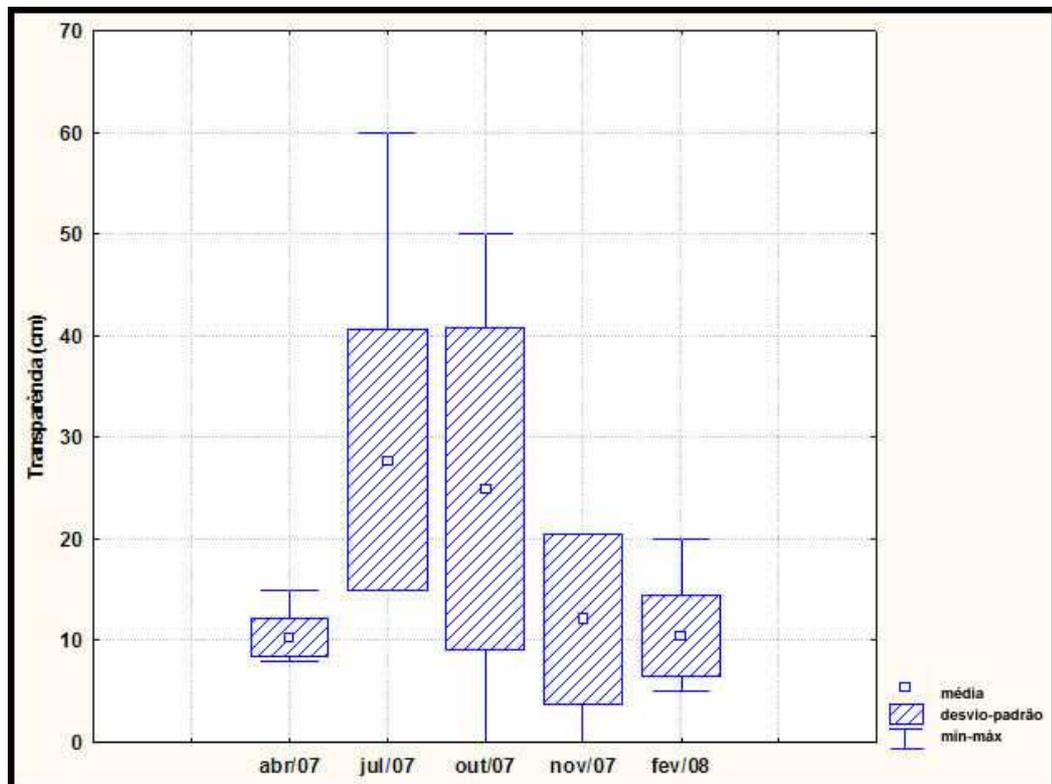


Figura 24: Variação da transparência nos 5 períodos de coleta ao longo do Rio Muriaé.

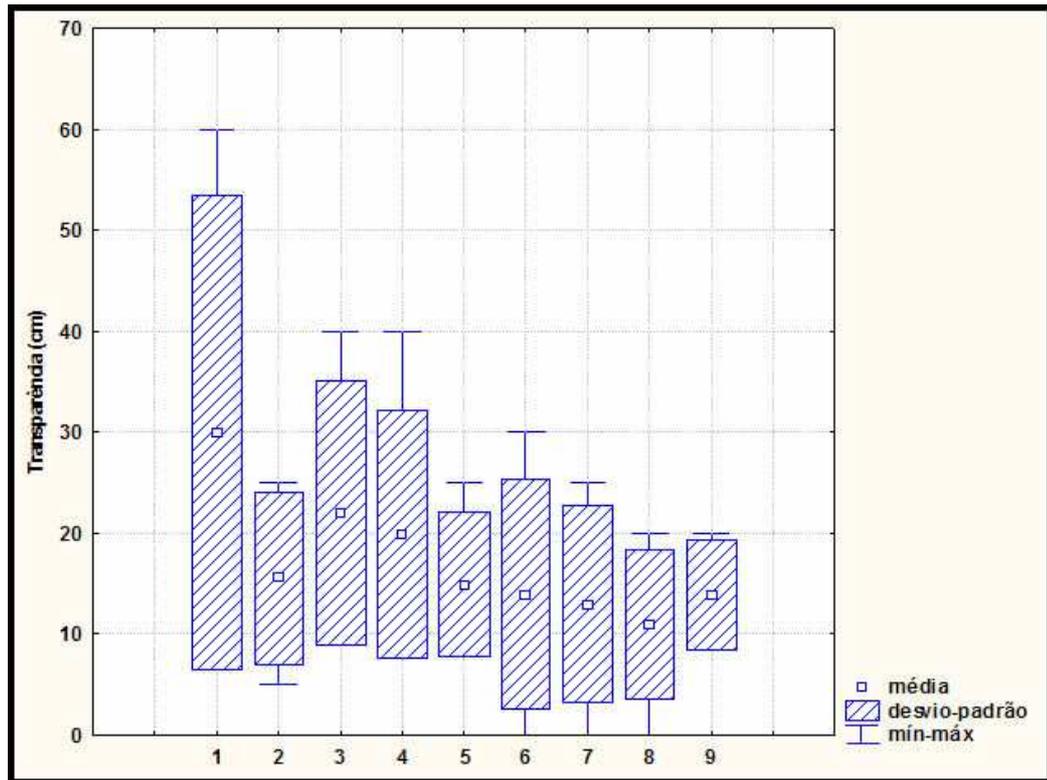


Figura 25: Variação da transparência nos 9 pontos de coleta ao longo do Rio Muriaé.

### 5.2.2 Sólidos sedimentáveis

Os sólidos sedimentáveis podem ser orgânicos e inorgânicos e causar danos aos peixes e a vida aquática. Eles podem se sedimentar no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos, ou também danificar os leitos de desova de peixes. Os sólidos podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia (SPERLING, 1996).

Em relação aos sólidos sedimentáveis, pouca variação foi observada tanto entre os pontos de amostragem quanto entre as coletas. Possivelmente a baixa pluviosidade associada ao baixo relevo do trecho estudado e suas proximidades (tabela 11) contribuíram para tal resultado. A média mais baixa ocorreu no período de seca prolongada e a mais alta na cheia. Os pontos 1, 3 e 4 praticamente não apresentaram variação entre as coletas (0-0,1mL/L). O ponto 2 atingiu 0,5 mL/L em fevereiro, na quinta coleta, que pode ser reflexo da retirada de areia à jusante da hidrelétrica. O ponto 5 obteve máximo de 0,2 mL/L na cheia (fevereiro) e na vazante (abril), neste ponto há a entrada do Rio Carangola e também a extração artesanal de areia. Já Os pontos 6, 7 e 9 atingiram o valor máximo em novembro, respectivamente, de 0,3; 0,4 e 0,3 mL/L. O ponto 8, apesar de receber grande influência de esgoto doméstico,

teve seu máximo em 0,2 mL/L na cheia e não apresentou sedimentação nos meses de seca normal e prolongada.

Tabela 11: Resultados dos sólidos sedimentáveis ao longo das cinco coletas de abril/07 a fevereiro/08.

Pontos de coleta	Vazante (abril/07)	Seca (julho/07)	Seca* (outubro/07)	Enchente (novembro/07)	Cheia (fevereiro/08)
1	0,1	0,1	<0,1	0,1	0,1
2	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,5
3	0,1	<0,1	0	<0,1	<0,1
4	<0,1	<0,1	0	<0,1	0,1
5	0,2	<0,1	0,1	<0,1	0,2
6	<0,1	0,2	0,1	0,3	<0,1
7	0,1	0	0	0,4	1
8	<0,1	0	0	0,1	0,2
9	0,1	0	0	0,3	0,2

As médias encontradas em cada ponto foram semelhantes às encontradas por Primavesi *et al.* (2002) na bacia do Rio Canchim, São Carlos/SP. Variaram em ambos os estudos entre 0-0,1mL/L, exceto o ponto 7, após a Parmalat, cuja média foi de 0,3mL/L. Na bacia do Rio Canchim, a qualidade da água também se mostrou alterada pela criação de gado de corte e de produtos laticínios.

### 5.2.3 Condutividade

Em rios tropicais, os valores da condutividade elétrica estão mais relacionados com as características geoquímicas da região onde se localiza e com as condições climáticas, do que com estado trófico (ESTEVES, 1998).

A condutividade é uma expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica. Depende das concentrações iônicas e da temperatura e indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água, e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes. Em geral, níveis superiores a 100  $\mu$ S/cm indicam ambientes impactados (CETESB, 2008).

A condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade da água aumenta. Altos valores podem indicar características corrosivas da água. (idem, vide acima).

Conforme o comportamento da variação da condutividade entre as coletas, verifica-se que as amostras foram mais homogêneas nos meses de julho, novembro e fevereiro (figura 29). As médias do período de seca (jul/07) e do verão (fev/08) sofreram pouca variação, com uma leve queda no verão. Já entre a vazante (abr/07) e enchente (nov/07) foram praticamente idênticas. No entanto, os dados obtidos na estiagem prolongada foram os que variaram mais. Foi também nesta época quando os problemas, tanto na qualidade da água como da região, ficaram mais assinalados.

A redução na condutividade na estação chuvosa provavelmente ocorreu devido ao aumento da pluviosidade, que apesar de carrear mais sais para dentro do rio, em contrapartida os diluem. Em compensação, na estação seca, os maiores valores de condutividade estão ou em pontos dentro da malha urbana ou após Itaperuna. O valor máximo atingido foi de  $142 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , no período de estiagem prolongada no ponto de amostragem 6, após a Capil. Ainda assim, apesar da adversidade ocorrida em outubro, o valor médio encontrado foi de  $52,33 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , que é um valor relativamente baixo.

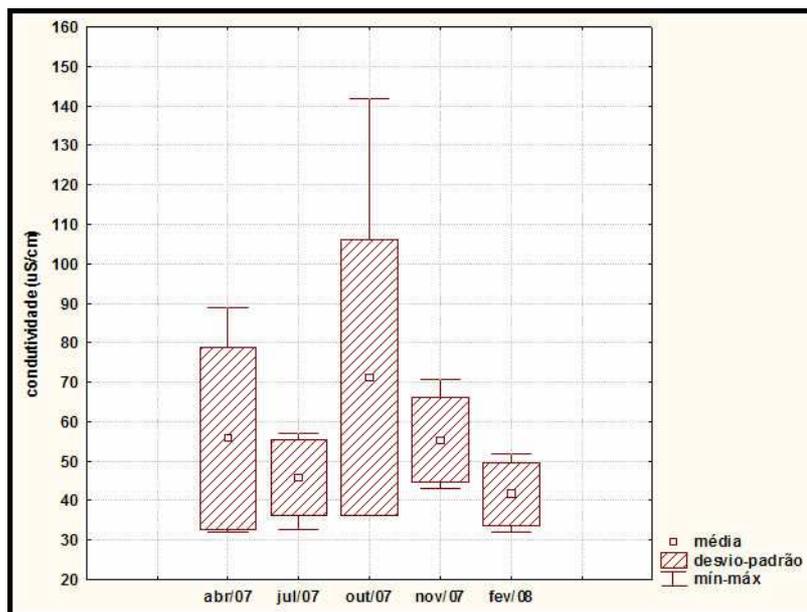


Figura 29: Variação da condutividade nos 5 períodos de coleta ao longo do Rio Muriaé.

Ao comparar a dinâmica de condutividade do Rio Muriaé com a obtida no Rio Paraíba do Sul por Silva *et al.* (2001), foi constatada uma similaridade. No entanto cada um possui características particulares. Houve apenas uma inversão no período da seca, onde no Paraíba do Sul aumentam os valores de condutividade, enquanto no Muriaé estes diminuem. Vale salientar que, no Rio Paraíba do Sul, há muito mais influência de fertilizantes agrícolas do que no trecho aqui estudado do Rio Muriaé. Além do mais, nesta comparação não foram

utilizados os dados referentes a outubro/07, já que não foi um evento normal. De modo geral, os valores de condutividade para o Rio Muriaé foram um pouco menores do que os encontrados para o Rio Paraíba do Sul. Oscilou entre 33-57  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  na seca e entre 40-142  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  na estiagem prolongada. Já no período chuvoso esteve entre 30-52  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ .

De acordo com o comportamento da condutividade em cada ponto de amostragem, foram identificadas áreas com menor e maior influência antrópica (Figura 30). Os três primeiros pontos apresentaram-se muito semelhantes entre si e caracterizaram as áreas de pastagem, com média de 37,5  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . O ponto 5, apresentou valores um pouco mais elevados, possivelmente porque o Rio Carangola passa por núcleos urbanos, áreas de cultivo agrícola e onde a pluviosidade e a altitude são maiores. A média no ponto 5 foi de 45  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Contudo, ainda se assemelha mais aos pontos de áreas de pastagem do que àqueles dentro da área urbana.

Já os pontos localizados nas áreas urbanas (4, 6, 7 e 8) atingiram valores mais elevados, como era esperado. Dentre estes, o ponto 4 apresentou a menor média, possivelmente por estar localizado em uma área urbana menor (Retiro do Muriaé) do que em Itaperuna, onde os reflexos da influência antrópica são maiores. Enfim, o ponto à jusante de Itaperuna, apesar de ser o mais distante de todos e atravessar uma grande área de pastagem, ainda mostrou-se alto em relação aos três primeiros pontos. Provavelmente além da grande influência das descargas de Itaperuna, ainda é influenciado pelas atividades agrícolas ali existentes, como por exemplo, as plantações de tomate nas proximidades.

Arcova & Cicco (1999), avaliaram os fatores que influenciam a qualidade da água de duas microbacias recobertas por floresta de Mata Atlântica e de duas microbacias onde predominam atividades de agricultura e pecuária extensiva, na região de Cunha, a leste do Estado de São Paulo. Encontraram para as áreas de agricultura e pecuária extensiva 12,8 e 16,9  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  respectivamente. Resultado similar foi encontrado por Primavesi *et al.* (2002), com média de 17,71  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , na bacia do Rio Canchim, região produtora de leite e gado de corte em São Carlos/SP. Ao se comparar estes valores ao obtido para o trecho de pecuária extensiva em Itaperuna (37,5  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ), constata-se que apesar desta média ser menor do que nos outros trechos do Rio Muriaé, ainda sim é praticamente o triplo encontrado em regiões com as mesmas atividades em São Paulo.

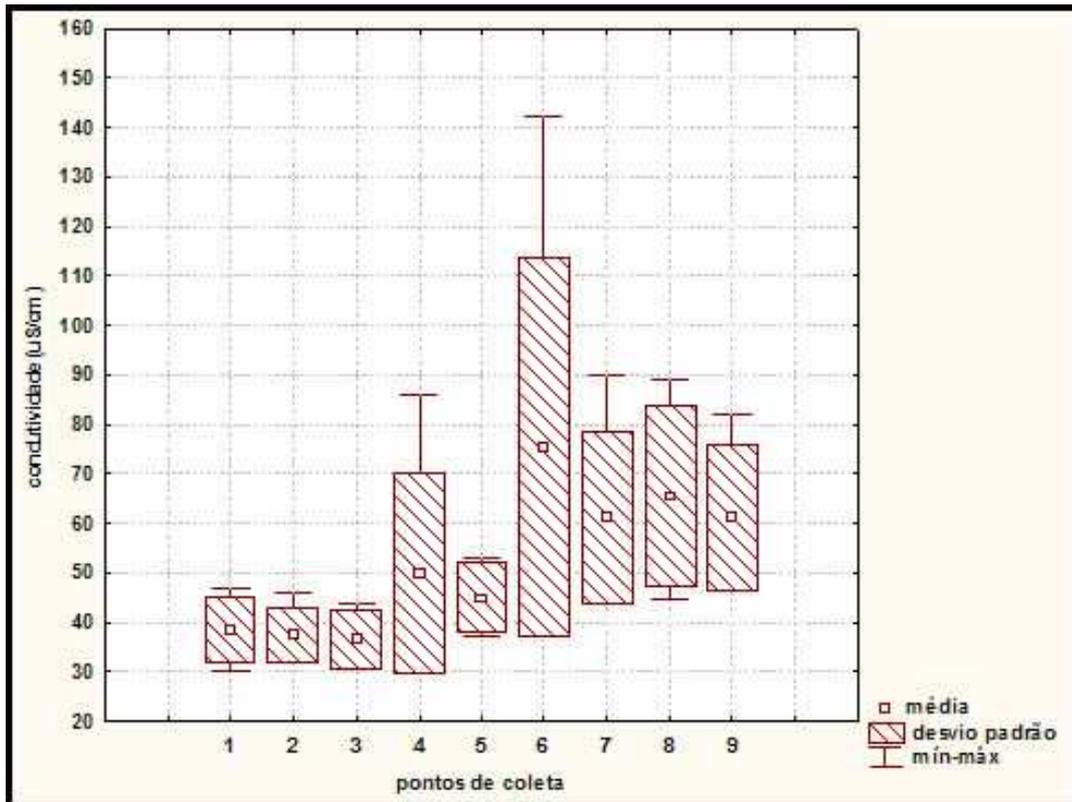


Figura 30: Variação da condutividade nos 9 pontos de coleta ao longo do Rio Muriaé.

### 5.2.4 Temperatura

Nas regiões tropicais é comum que as temperaturas dos rios sejam altas e constantes, onde a variação sazonal não difere muito da variação diária (ESTEVES, 1998). É o que acontece na região Noroeste Fluminense, mais especificamente no Município de Itaperuna, onde as estações do ano são marcadas muito mais pela diferença de pluviosidade do que pela diferença de temperatura.

A temperatura da água pode influir no retardamento ou aceleração da atividade biológica, na absorção de oxigênio e precipitação de compostos. Quando se encontra ligeiramente elevada, resulta na perda de gases pela água, gerando odores e desequilíbrio ecológico (SPERLING, 1996).

A fim de se comprovar este fato, foi calculado o coeficiente de variação tanto entre os pontos em cada coleta quanto suas variações entre as mesmas (tabela 12). Os resultados menores ou iguais a 15% indicam que este é um conjunto de dados razoavelmente homogêneo, estável. A variação sazonal obteve no máximo 9,53% e, desta forma, confirma a homogeneidade da temperatura da água entre as estações do ano. Entre os pontos a homogeneidade ainda foi muito maior, como era esperado. Não foi possível observar

diferenças de temperatura entre áreas urbanas e rurais, já que a mata ciliar é praticamente inexistente.

Tabela 12: Temperatura da água (°C) em cada ponto e coeficiente de variação (CV) entre os pontos e entre as estações do ano.

Pontos de coleta	Vazante (abril/07)	Seca (julho/07)	Seca* (outubro/07)	Enchente (novembro/07)	Cheia (fevereiro/08)	CV (%)
1	23,9	25,6	27,6	30	29	9,13
2	25,6	24,2	27,4	28,8	27,6	6,79
3	25,2	25,1	27,7	26,6	30	7,54
4	26	25,3	27,6	30	27,4	6,63
5	25,5	26	27,7	26,7	27,5	3,54
6	26,9	24,8	28,6	26,9	27,3	5,08
7	26	25,3	27,7	26,8	28	4,23
8	27,1	21,9	26,8	27,4	28,2	9,53
9	26,1	24,1	26,9	26,9	28,1	5,60
<b>CV (%)</b>	3,67	4,93	1,90	5,11	3,12	

Em Itaperuna existem duas estações meteorológicas: uma automática do Sistema Meteorológico do Estado do Rio de Janeiro (SIMERJ), localizada próximo ao aeroporto, e outra, convencional, do Instituto Nacional Meteorológico (INMET). Nas duas estações são coletadas informações tais como temperatura, pressão atmosférica, velocidade do vento, radiação e precipitação. Apesar dos dados disponibilizados pelo INMET, em seu site (<http://www.inmet.gov.br/>), já se encontrarem sob forma de gráficos, apresentam situações controversas e discordantes com o observado durante o período de estudo. O SIMERJ disponibiliza em seu site (<http://www.simerj.com/>) os dados coletados em sua estação, mas, infelizmente, devido a problemas de ordem governamental, essas informações correspondem somente aos meses de janeiro a agosto de 2007. Através da análise desses dados (figura 31), ficou evidenciado que o clima de Itaperuna é caracterizado principalmente pela diferença de pluviosidade e não pela temperatura.

Em relação à temperatura do ar, esta atingiu seu valor máximo no ponto 8 em fevereiro, que foi de 32,6°C, às 8h20min. A média no período seco foi de 24,6 °C e no chuvoso, 29,9 °C. Registrou-se a menor temperatura nos pontos 7 e 9 (22,4 °C) em julho. As menores temperaturas para 7 dos 9 pontos ocorreram em julho.

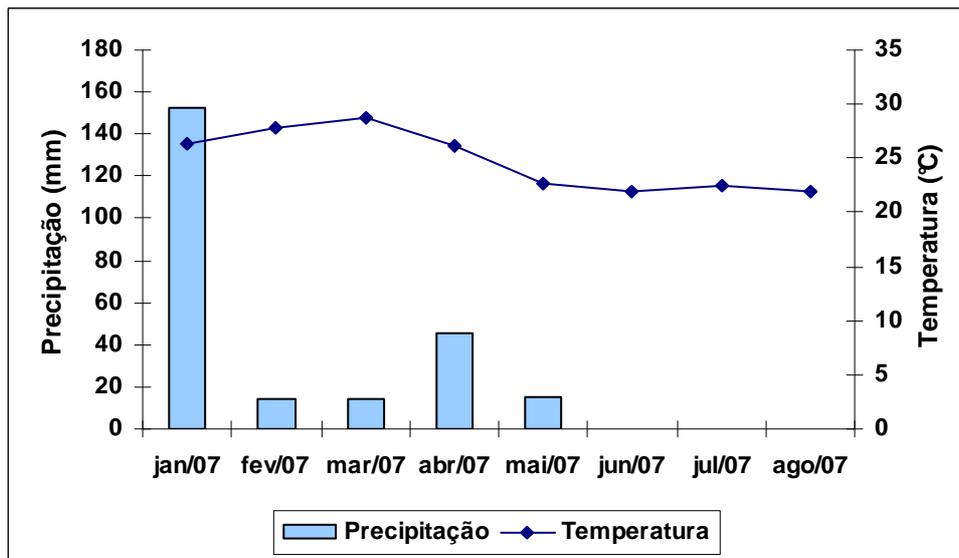


Figura 31: Variação da temperatura e da precipitação no período de jan/07 a ago/07 no Município de Itaperuna/ Fonte: SIMERJ (2007).

### 5.2.5 Coliformes totais e fecais

Indicadores microbiológicos têm sido amplamente utilizados para verificar a qualidade de água dos rios e de outros ecossistemas aquáticos. O método mais comumente utilizado é através da detecção de bactérias do grupo coliforme, mais especificamente, as termotolerantes. Essas bactérias são indicadoras de contaminação fecal, ou seja, indicam se uma água foi contaminada por fezes e, em decorrência disso, se apresenta uma potencialidade para transmitir doenças (SPERLING, 1996).

A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratífóide, desintéria bacilar e cólera (CETESB, 2008).

A distribuição dos coliformes totais em cada ponto de coleta caracteriza a influência de Itaperuna na qualidade da água do Rio Muriaé (figura 32). Como se pode observar, os três primeiros pontos foram os que apresentaram as menores quantidades, distinguindo as áreas de pastagem cujos resultados se devem mais aos lançamentos pontuais de dejetos de gado bovino. Os pontos 4 e 5 foram semelhantes entre si, assinalando a influência do lançamento de esgoto sem tratamento prévio em núcleos urbanos de menor porte do que Itaperuna. Já os pontos 6, 7 e 8, localizados dentro de Itaperuna, evidenciam a grande pressão que este núcleo urbano exerce na qualidade do Rio Muriaé. No entanto, o ponto 9 consegue retomar valores bem menores, apresentando características das áreas de pastagem.

O padrão de distribuição dos coliformes fecais em cada ponto de coleta foi semelhante ao dos coliformes totais (figura 33). As áreas urbanas apresentaram os valores mais elevados, em oposição às áreas de pastagem, com valores mais reduzidos. O ponto 5, que nos coliformes totais apresentou valores semelhantes aos do ponto 4 (área urbana), apresentou uma queda relevante em relação aos coliformes fecais, colocando-o juntamente com os três primeiros pontos. Já nos pontos pertencentes à malha urbana de Itaperuna, o ponto 6, apesar de apresentar valores altos, estes foram menores do que os valores dos pontos à jusante. Já os pontos 7 e 8 atingiram valores encontrados em esgotos (ARAÚJO *et al*, 1992), constituindo-se em grande risco para a saúde pública. Estes pontos correspondem, respectivamente, a jusante da Parmalat, que lança uma grande quantidade de despejos domésticos e industriais e ao centro comercial de Itaperuna, respectivamente. No entanto, no ponto 9, apesar da grande carga de poluição orgânica que recebe especialmente junto aos núcleos urbanos, o rio ainda tem capacidade de se autopurificar, ou seja, variar a quantidade de bactérias na água ao longo do rio.

Não houve o intuito de se averiguar o processo de autodepuração, todavia, em relação aos coliformes, ocorreu uma forte redução entre os pontos 8 e 9. Características como: quantidade de biomassa ativa; morfologia do rio; velocidade da água; tipo de correnteza; concentração de substâncias; temperatura da água; transparência e disponibilidade de oxigênio são os principais fatores que influem na autopurificação (UHLMANN, 1975 *apud*, SCHÄFER 1985).

O escoamento superficial, durante o período de chuva, é o fator que mais contribui para a mudança da qualidade microbiológica da água (VASCONCELOS *et al.*, 2006). Isso seria o comumente esperado, todavia, não foi o que ocorreu no trecho estudado do Rio Muriaé. Em relação à distribuição dos coliformes totais em cada coleta, os menores valores foram obtidos em julho, como pressuposto, por não haver o carreamento de cargas difusas pelas chuvas (figura 34), porém os valores mais altos foram obtidos em novembro, assim que acabou a estiagem prolongada e não em fevereiro, época das chuvas. Todavia, isto pode estar relacionado com o fato de novembro ser o início da estação chuvosa e as precipitações não terem sido suficientes para diluir a quantidade de bactérias. Já quanto aos coliformes fecais, as coletas de abril e novembro foram praticamente idênticas e os menores valores foram obtidos em julho, seguido por fevereiro (figura 35).

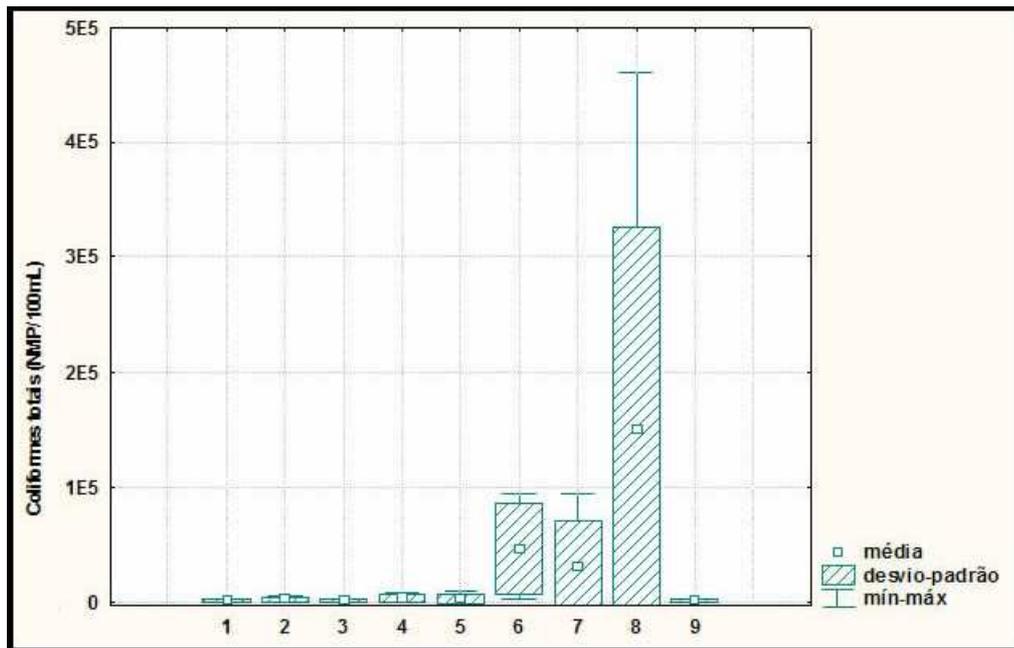


Figura 32: Variação dos coliformes totais nos 9 pontos de coleta ao longo do Rio Muriaé.

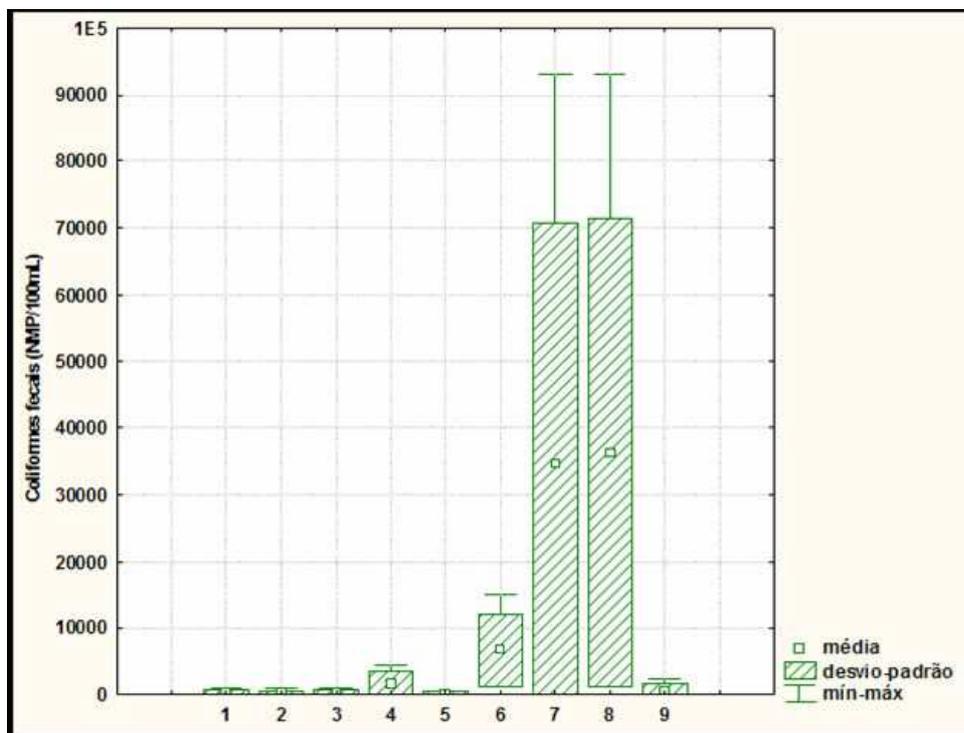


Figura 33: Variação dos coliformes fecais nos 9 pontos de coleta ao longo do Rio Muriaé.

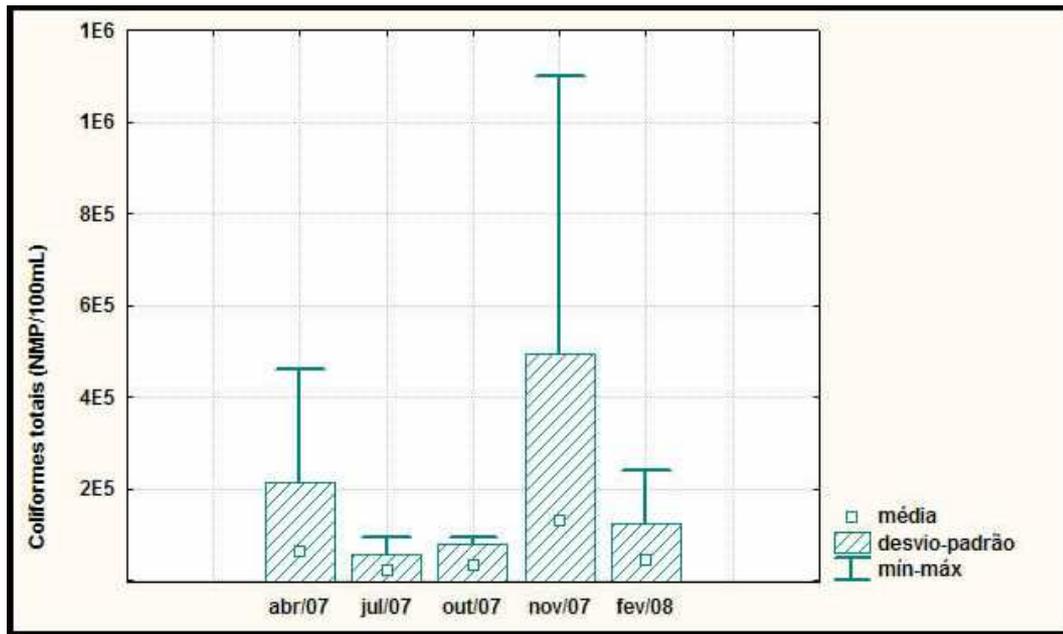


Figura 34: Variação dos coliformes totais nos 5 períodos de coleta ao longo do Rio Muriaé.

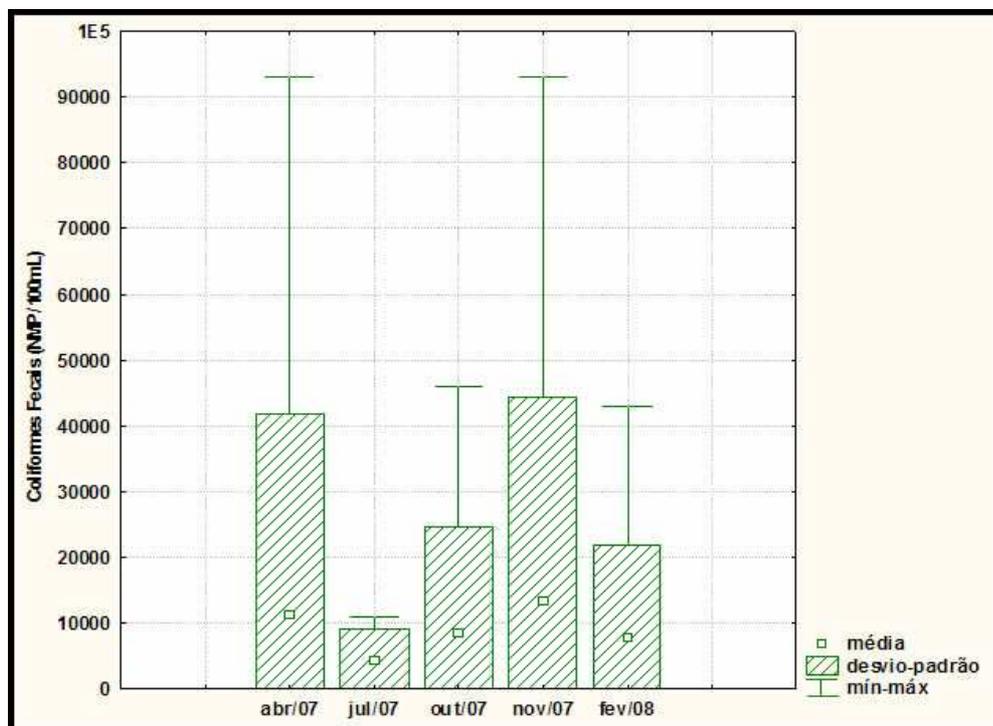


Figura 35: Variação dos coliformes fecais nos 5 períodos de coleta ao longo do Rio Muriaé.

Segundo a Resolução CONAMA 357/05, as águas continentais podem ser classificadas em 5 classes, dependendo número mais provável de coliformes fecais em cada

100mL de água. Para estabelecer em qual classe os pontos se enquadrariam, foi calculada a média geométrica do número de coliformes fecais para cada ponto de coleta (figura 36).

De acordo com as médias, os pontos 1, 2, 3, 4, 5 e 9, encontram-se dentro da classe 2. De acordo com a variação temporal destes pontos, os pontos 1, 3 e 5 variaram entre as classes 1 e 2, enquanto o ponto 2 esteve sempre na classe 2. O ponto 9 só atingiu a classe 3 na cheia (fev/08). Dentre os pontos localizados em áreas urbanas, o 4 (860 NMP/100mL) foi enquadrado na classe 2, enquanto os pontos 6, 7 e 8 ficaram na classe 4. O ponto 4, apesar de estar na classe 2, durante a seca e a seca prolongada, atingiu valores dentro da classe 4.

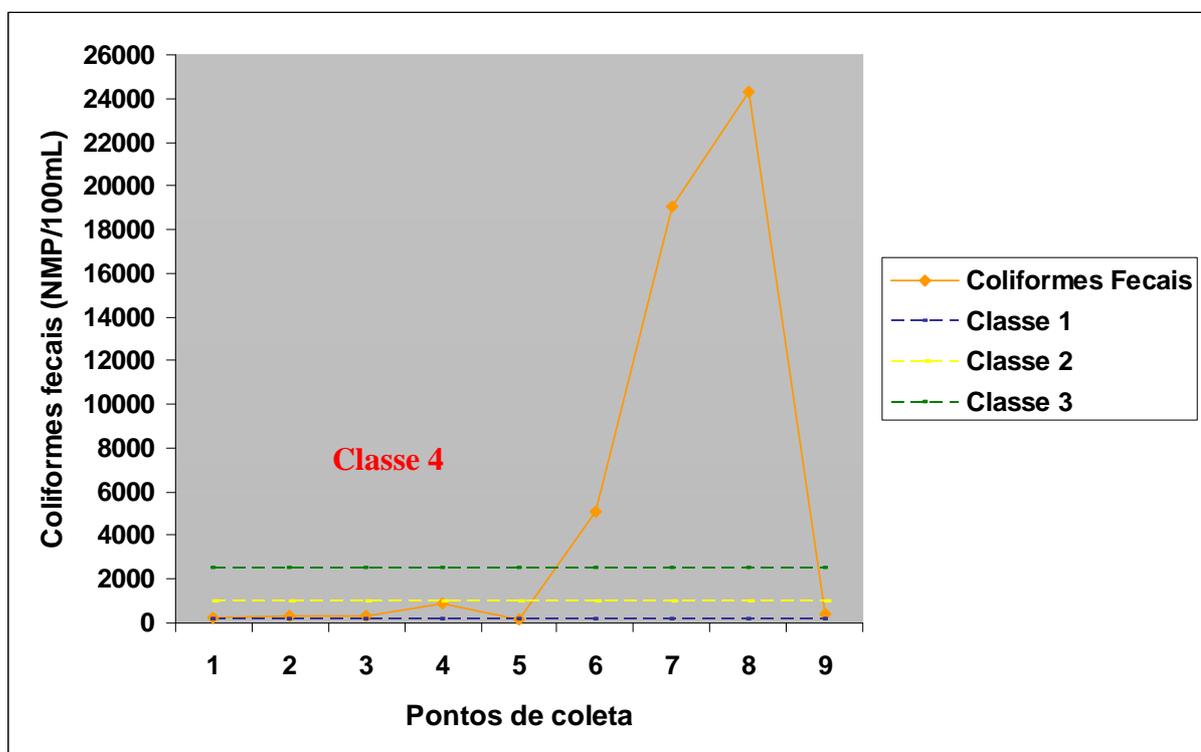


Figura 36: Enquadramento dos pontos de coleta nas classes dispostas pelo CONAMA 357/05 de acordo com suas médias geométricas.

De acordo com o disposto na Resolução CONAMA n°. 274/00, elaborou-se dois mapas de balneabilidade com os resultados obtidos para coliformes fecais para o inverno e o verão. No entanto, esta resolução preconiza que para definir as condições de balneabilidade em excelente, muito boa, satisfatória e imprópria, é necessário que 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local apresente o mesmo resultado. Todavia, para a obtenção destes mapas, considerou-se apenas os valores obtidos nestas duas coletas, com o intuito de avaliar a diferença entre essas duas estações.

A balneabilidade variou, em alguns pontos, entre o inverno (jul/07) e o verão (fev/08). Enquanto o ponto 1 manteve-se na classe de condição muito boa nas duas estações, os pontos 6, 7 e 8 foram classificados como impróprios nas mesmas. Os pontos 2 e 4 exibiram uma sensível melhora da qualidade da água no verão, passando de muito boa à excelente e de imprópria à muito boa, respectivamente. Todavia, os pontos 3, 5 e 9 não demonstraram o mesmo perfil e exibiram uma perda da qualidade da água e conseqüente mudança de classe de balneabilidade (figuras 37 e 38).

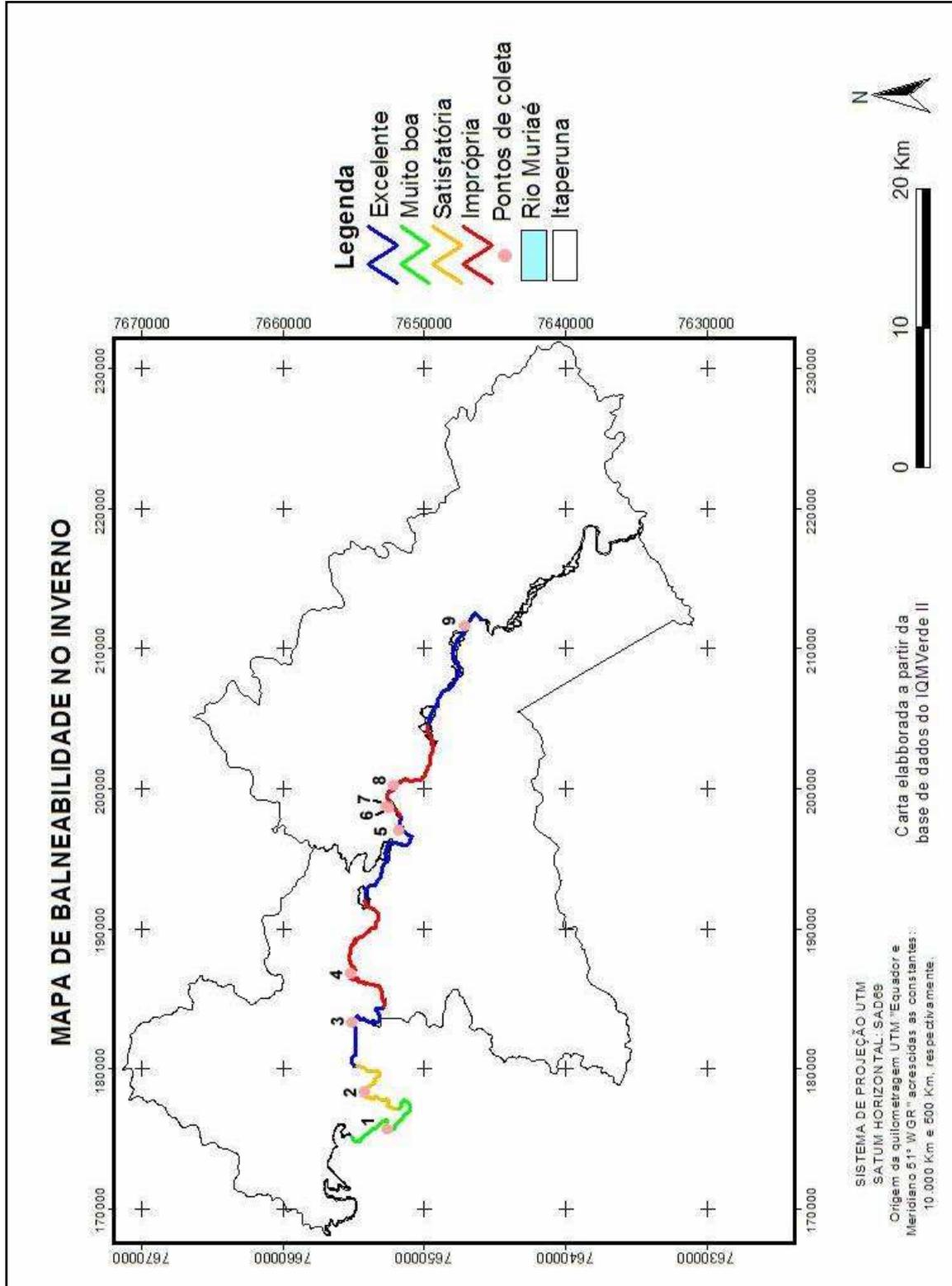


Figura 37: Mapa de balneabilidade do Rio Muriaé no inverno.

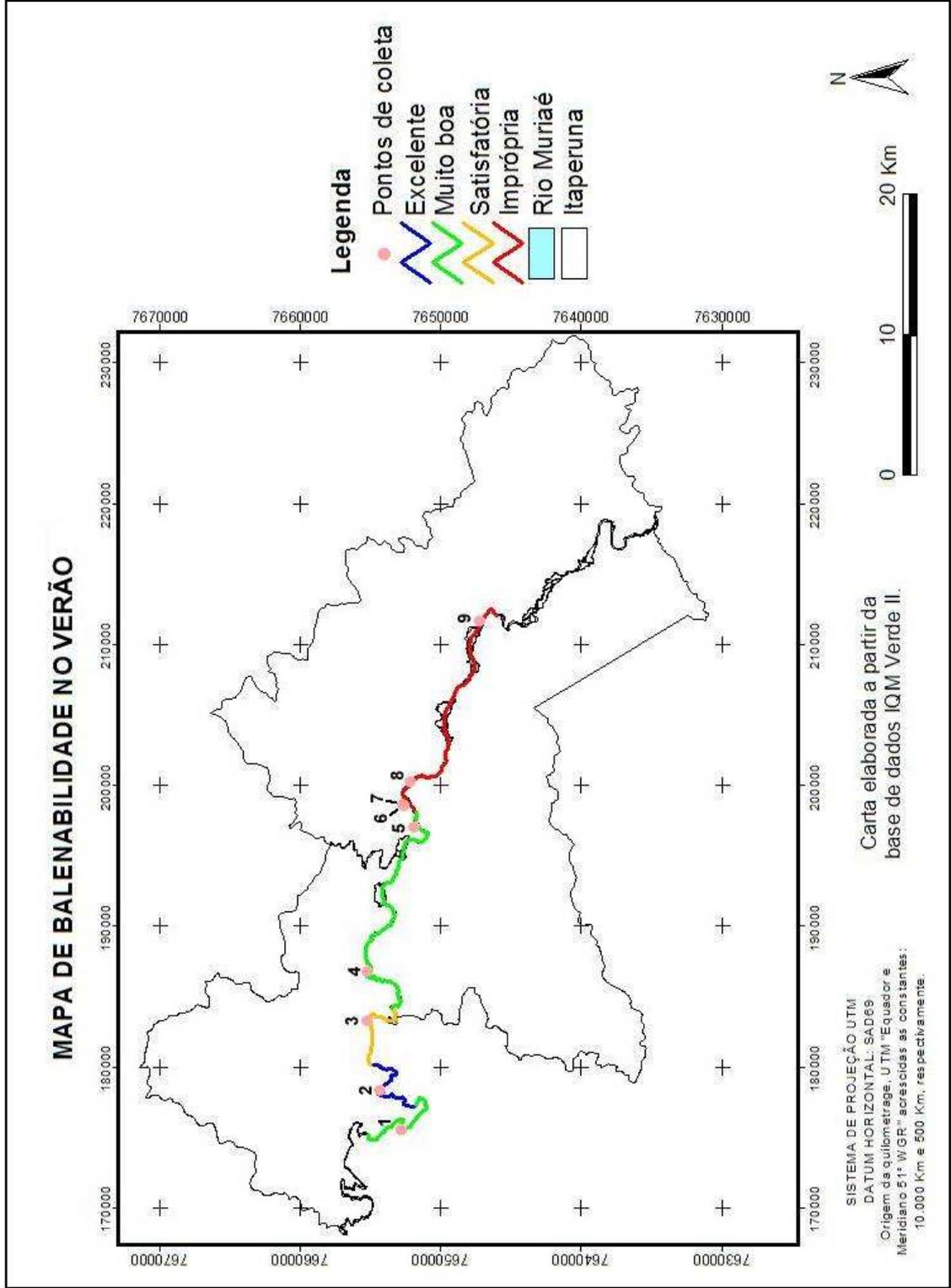


Figura 38: Mapa de balneabilidade do Rio Muriáé no verão.

## 5.1 ANÁLISE DO USO E COBERTURA DO SOLO

Através da classificação da imagem LANDSAT 7 ETM+ foram identificadas 6 classes de cobertura do solo para o *buffer* de 1.200 metros (corpos d' água, área urbana, pastagem, solo exposto, vegetação secundária inicial e avançada), correspondendo a uma caracterização fisionômica da paisagem no trecho estudado (tabela 13). Para cada classe, foi calculada a área de cobertura, sendo a área total deste *buffer* de 2.35.621.800 m<sup>2</sup>. Além disso, foram descritos os tipos constituintes considerados para a determinação de cada classe.

Tabela 13: Classes de uso do solo e cobertura vegetal, do mapa produzido através de processamento digital das imagens LANDSAT 7 ETM+.

Classe	Descrição	Área Total (m <sup>2</sup> )
Corpos d' Água	Rios, lagos e represas	13.177.800,0
Vegetação Secundária Avançada	Floresta	18.908.100,0
Vegetação Secundária Inicial	Capoeira	25.775.100,0
Pastagem	Agricultura e pastagem	130.408.200,0
Solo Exposto	Pastagem seca, solo preparado para o cultivo, asfalto	40.996.800,0
Urbano	Loteamentos densos	6.355.800,0

Ficou evidente a predominância de campos e pastagens (figura 39) ao longo do trecho estudado, equivalente a 55,3% da área total do *buffer* (figura 40). Esta classe foi seguida pela classe solo exposto, que apresentou um percentual importante (17,4%). Dentro da classe solo exposto estão contidas áreas representantes das classes campo/pastagem e malha urbana. Isto ocorreu devido à resposta espectral semelhante a solo exposto que algumas áreas destas duas classes apresentaram. Assim, pode-se considerar que as áreas de pastagem/campo e malha urbana sejam ainda maiores, com destaque para pastagem/campo onde essa confusão foi mais preponderante. Além disso, também está incluído nesta classe, o solo exposto pela preparação para o plantio de pequenas culturas.

Em 2007 foi observada grande quantidade de solo exposto devido principalmente à estiagem que durou até final de outubro. É possível que fenômeno semelhante possa ter

ocorrido em 2002, e que seus reflexos ainda tenham sido notados em novembro do mesmo ano, data da obtenção da imagem, conseqüentemente afetando a classificação da mesma. Cabe ressaltar que, em 2007, o período de estiagem, que se estendeu por quase um mês, provocou a morte de animais pela falta de pastagem.

A classe vegetação secundária inicial (capoeira) correspondeu a 11% da cobertura do solo no trecho. Em muitos casos, possivelmente está ligada ao abandono de pastagens pelo decréscimo produtivo ocasionado pela erosão (figura 41). Já a vegetação secundária avançada (floresta), representando 8% da cobertura, foi encontrada apenas em alguns topos de morros e durante a estiagem sofreu com a ocorrência de incêndios.

A área urbana (2,7%) compreendeu Itaperuna e Laje do Muriaé, sedes de seus respectivos municípios, Retiro do Muriaé, distrito de Itaperuna, e também um loteamento onde cruzam as principais rotas de entrada e saída de Itaperuna, em direção ao Rio de Janeiro e ao Estado do Espírito Santos. A maior mancha urbana corresponde a Itaperuna.

A classe água (5,6%) pode ser bem visualizada em relação aos dois rios de maior fluxo (rios Muriaé e Carangola). Entretanto, não foi possível visualizar os corpos d'água menos expressivos.

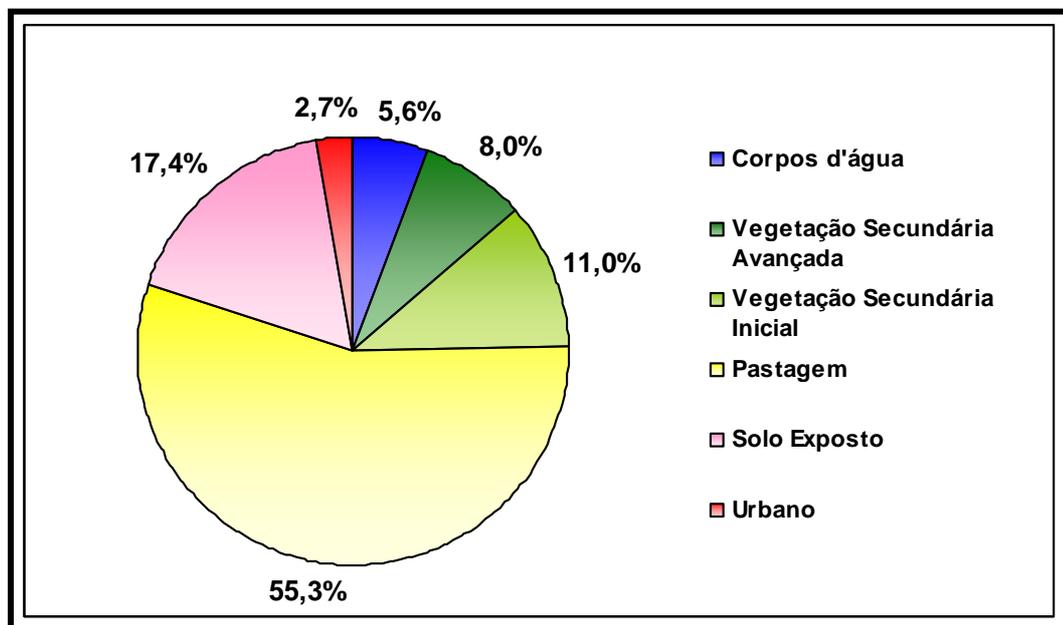


Figura 40: Percentual das classes de uso do solo no trecho estudado do Rio Muriaé.

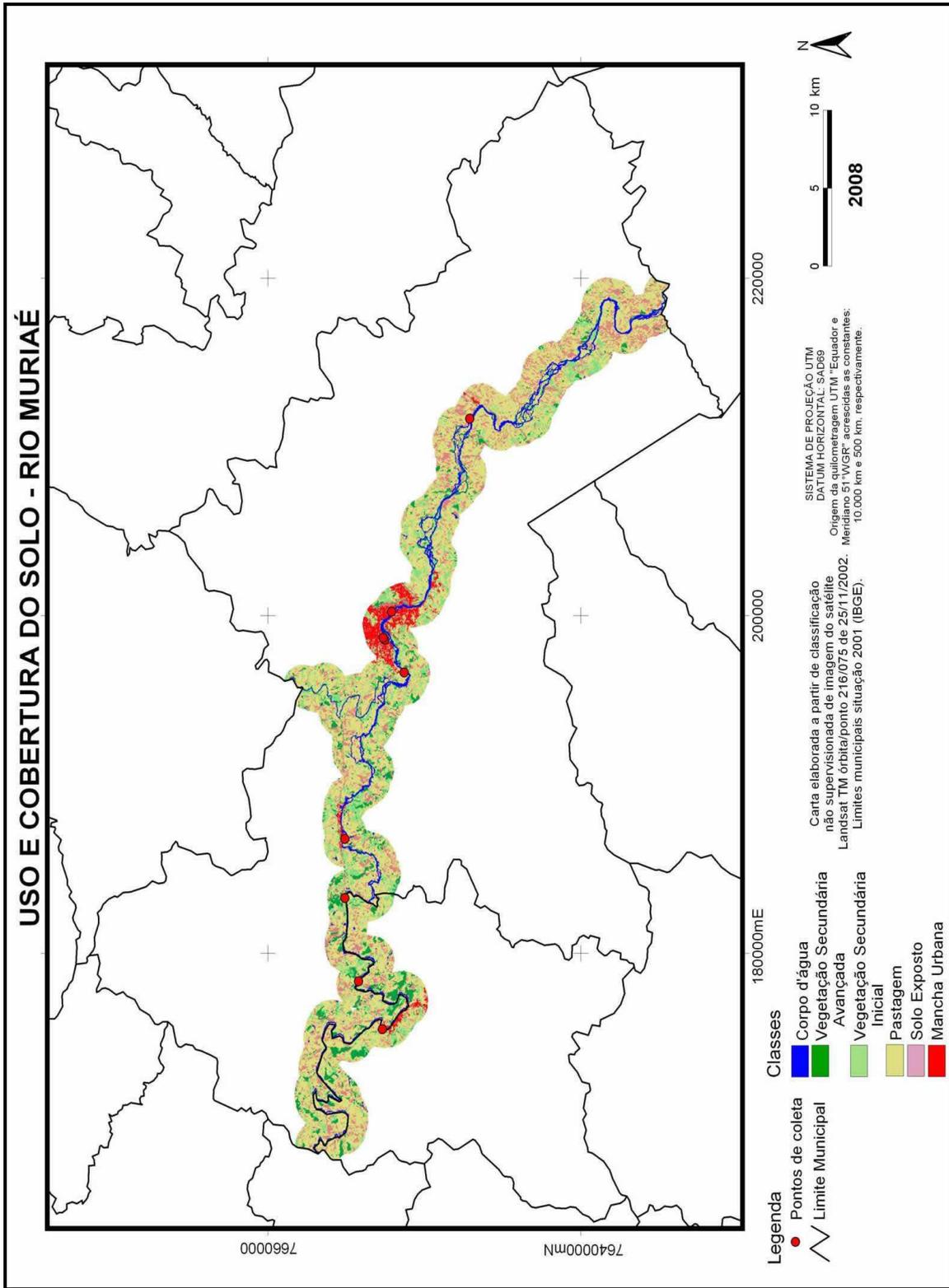


Figura 39: Uso do solo e cobertura vegetal no trecho estudado do Rio Muriaé.



Figura 41: Processo erosivo e formação de capoeira, no Município de Itaperuna, em outubro/07.

Foram gerados mapas de uso e cobertura do solo para cada *buffer* nos pontos de coleta (figuras 42) e calculada porcentagem de cobertura de cada classe (figura 43). Tendo em vista a variação muito grande da distância entre os pontos de coleta (os pontos 8 e 9 distam 14.200 metros, enquanto os pontos 6 e 7 distam apenas 140 metros), foi padronizada a área de influência, adotando a extensão de 2.000 metros rio acima, a partir do ponto para a construção do *buffer* de 1.020 metros. Estes *buffers* foram gerados a partir do leito do rio. A partir daí foram calculados os percentuais para cada classe, mesmo que esses *buffers* se sobrepussem.

Ao analisar o uso do solo em cada *buffer*, observa-se que há uma variação considerável de determinados usos. A classe pastagem tem sua maior área no ponto 1, com 63,9%, enquanto o ponto 8 apresenta a menor (apenas 17,3%), isso quando se compara situações extremas entre campo e cidade. Contudo também foram observadas variações entre os usos em pontos com características semelhantes, como por exemplo, os pontos 1 e 3 apresentaram uma diferença de 11,6% entre suas áreas de pastagem. Cada local de coleta, apesar de grande similaridade, pode apresentar características particulares que poderiam influenciar na qualidade da água de forma diferenciada.

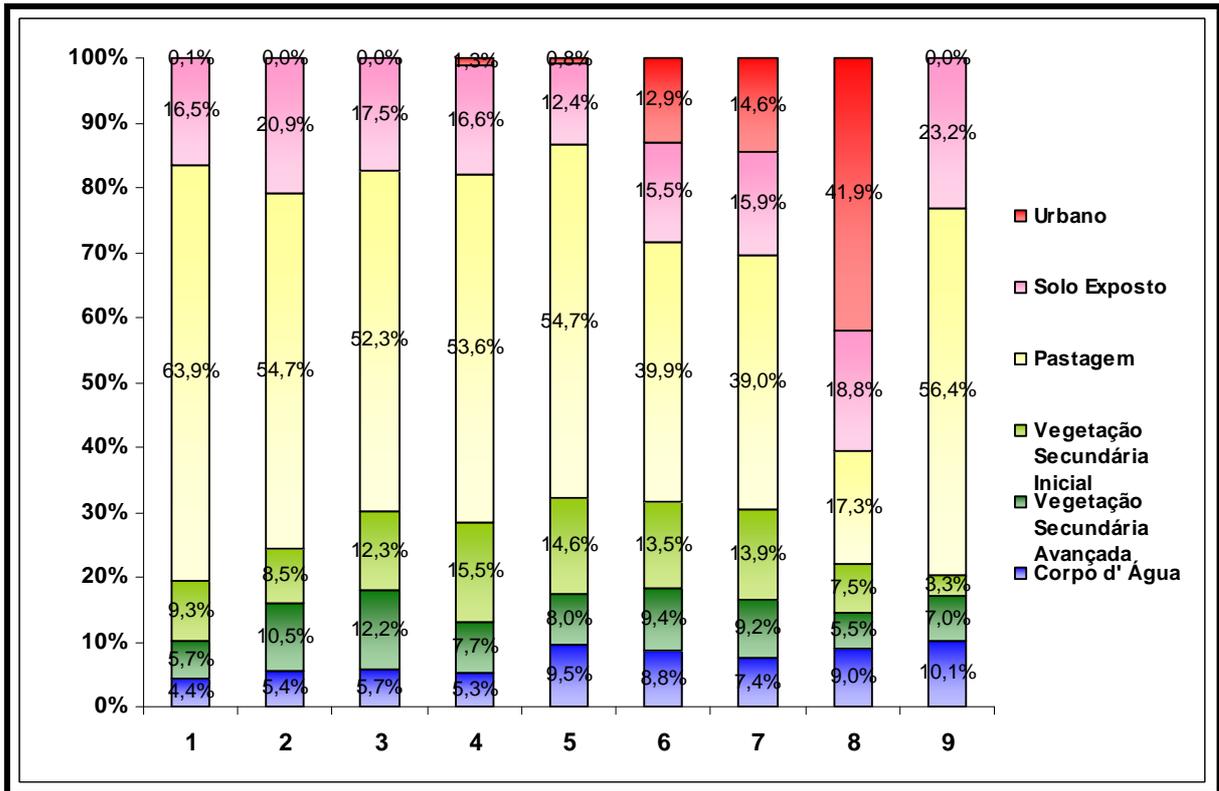


Figura 43: Percentual das classes de uso do solo em cada *buffer* dos pontos de coleta no Rio Muriaé.

De modo geral, os pontos puderam ser divididos em dois grupos de acordo com a percentagem da mancha urbana: os que caracterizam o campo/rural (1, 2, 3, 4, 5 e 9), com menos de 10% de mancha urbana e os que distinguem a parte urbana (6, 7 e 8), com mais de 10% de mancha. No entanto, inseridos no grupo campo/rural estão os pontos 1, 4 e 5 que apresentam pequena percentagem de mancha urbana (0,1%, 1,3% e 0,8%, respectivamente). Embora esses percentuais relativamente baixos sejam suficientes para alterar não só a paisagem, mas principalmente a qualidade da água, estes *buffers* se assemelham mais aos percentuais que cada classe do grupo campo/rural apresenta.

Mesmo tendo estipulado a distância de 2.000 metros anterior ao ponto para delimitar o *buffer*, se fossem considerados os trechos totais entre os pontos, haveria uma diferença considerável entre as classes de uso e cobertura do solo em alguns casos. Entre os pontos 1 e 2 existe uma área urbana, a cidade de Laje do Muriaé, que está logo à jusante do ponto 1 e aproximadamente 5.000 metros à montante do ponto 2, e esta classe não aparece no uso do solo de nenhum desses pontos. Contudo, o ponto 2 apresentou boa qualidade da água em todas as coletas, o que demonstraria uma possível autodepuração neste trecho

O *buffer* 1 apresentou a maior parte de pastagem (63,9%) seguido por 16,5% de solo exposto (figura 43). Neste trecho do rio o solo exposto correspondeu quase totalmente à área de pastagem muito degradada.

O *buffer* 2 apresentou menos pastagem (54,7%) e mais solo exposto do que o 1 (20,9%). A área coberta por ele englobou a hidrelétrica de Comendador Venâncio e uma pequena aglomeração de casas pertencentes a uma fazenda de gado, que possivelmente contribuiu para o acréscimo na área de solo exposto. Este ponto apresentou 10,5% de florestas, que estavam principalmente na margem direita.

O *buffer* 3 apresentou 52,3% de pastagem. Nesse trecho parte do solo exposto encontrado correspondia a BR-356 e, a grande maioria, à pastagem. Apresenta maior porcentagem de floresta (12,2%) do que os pontos anteriores. O trecho de capoeira ao longo do rio corresponde, na verdade, a pasto plantado (*Brachiaria sp*) em planície.

O *buffer* 4 apresentou 53,6% de pastagem e 16,6% de solo exposto. Parte deste solo também corresponde à BR-356. Nele está o maior percentual de capoeira. Este *buffer* cobriu parte do Distrito de Retiro do Muriaé.

O *buffer* 5 cobriu o início da cidade de Itaperuna. Neste, a classe solo exposto está relacionado à malha urbana e à abertura de áreas para expansão imobiliária. O maior percentual ainda é o de pastagem (54,7%), seguido pela capoeira (14,6%).

Mesmo no *buffer* 6, já dentro da cidade, o maior percentual ainda foi o de pastagem (39,9%). Esse valor é devido ao uso do solo na margem direita do rio, onde a malha urbana ficou limitada pela elevação do terreno. Já na margem esquerda, a planície permitiu o crescimento da malha nessa direção. O mesmo ocorre no *buffer* 7. Estes apresentam porcentagens semelhantes para todas as classes devido à sua proximidade.

O *buffer* 8 apresentou a maior porcentagem de malha urbana (41,9%), uma vez que está na parte central da cidade. Em segundo está o solo exposto (18,8%), que está relacionado à malha urbana e áreas de expansão imobiliária. A pastagem ainda cobre uma área importante (17,3%) e está concentrada na margem direita, onde a malha urbana encontra a área campo/rural.

O *buffer* do ponto 9 apresentou 56,4% de pastagem e a maior porcentagem de solo exposto (23,2%). Nessa área, o solo exposto corresponde, em sua grande maioria, a áreas de pastagem bastante afetada pelo desgaste do solo. Apenas uma pequena área na margem direita é que o solo exposto está relacionado a áreas de plantio, como o cultivo de tomate. A classe floresta (7%) corresponde a fragmentos de mata no topo de morro e mata ciliar.

De acordo com Simões *et al.* (2002), uma das técnicas que contribui para a redução dos efeitos da erosão do solo, diminuição da entrada de sedimentos e poluentes nos corpos d' água é a manutenção de áreas com vegetação nos topos de morros e nas margens dos corpos d' água e reservatórios. A zona ripária funciona como um filtro para atrasar, absorver ou purificar os contaminantes escoados antes que eles entrem na superfície d' água.

Assim, foram calculados os percentuais das classes de uso e cobertura do solo das Áreas de Preservação Permanente (APPs) nos trechos dos Rios Carangola e Muriaé, pertencentes ao Município de Itaperuna, equivalentes a 50 e 100 metros de mata ciliar, respectivamente (figura 44), de acordo com o Código Florestal.

Segundo o Código Florestal, a APP ao longo dos cursos d' água deveria estar 100% coberta por vegetação natural. Todavia, tanto no Rio Muriaé quanto no Carangola, essa área está comprometida com outros usos. No Rio Muriaé, 51% está coberta com pastagem e 20% com solo exposto, que, na maioria das vezes, corresponde à pastagem. Esses usos permitem uma recuperação mais fácil dessas áreas. Somente 4% estão coberta por edificações. No trecho do Rio Carangola, cerca de 62% constitui solo exposto e apenas 17% pastagem. Neste caso, o solo exposto também corresponde à agricultura e principalmente ao pasto bastante degradado.

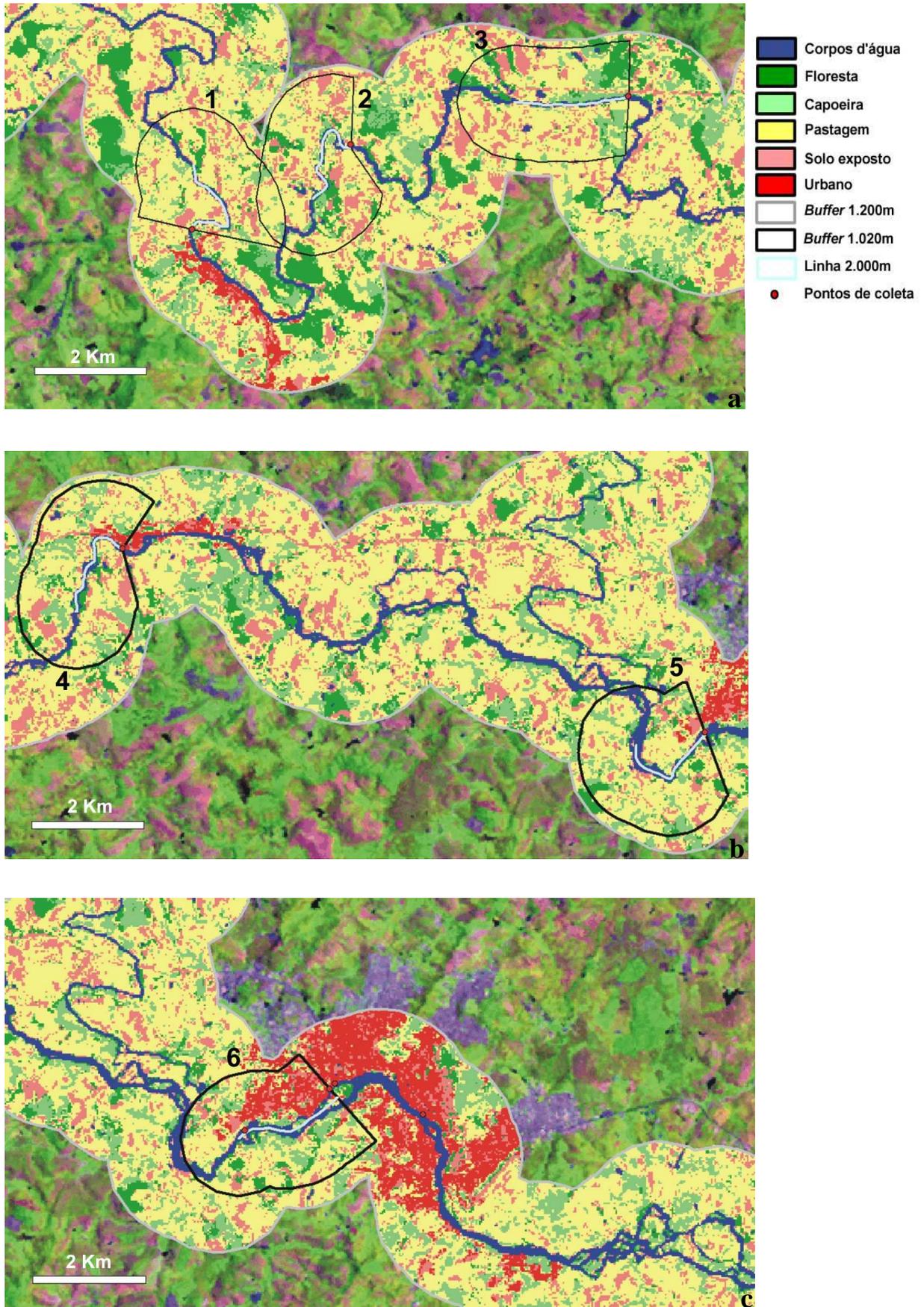


Figura 42 a: Uso e cobertura do solo nos “bufferes” dos pontos de coleta no Rio Muriaé 1, 2, 3, 4, 5 e 6 – a) buffers 1, 2 e 3; b) buffers 4 e 5 ; c) buffer 6.

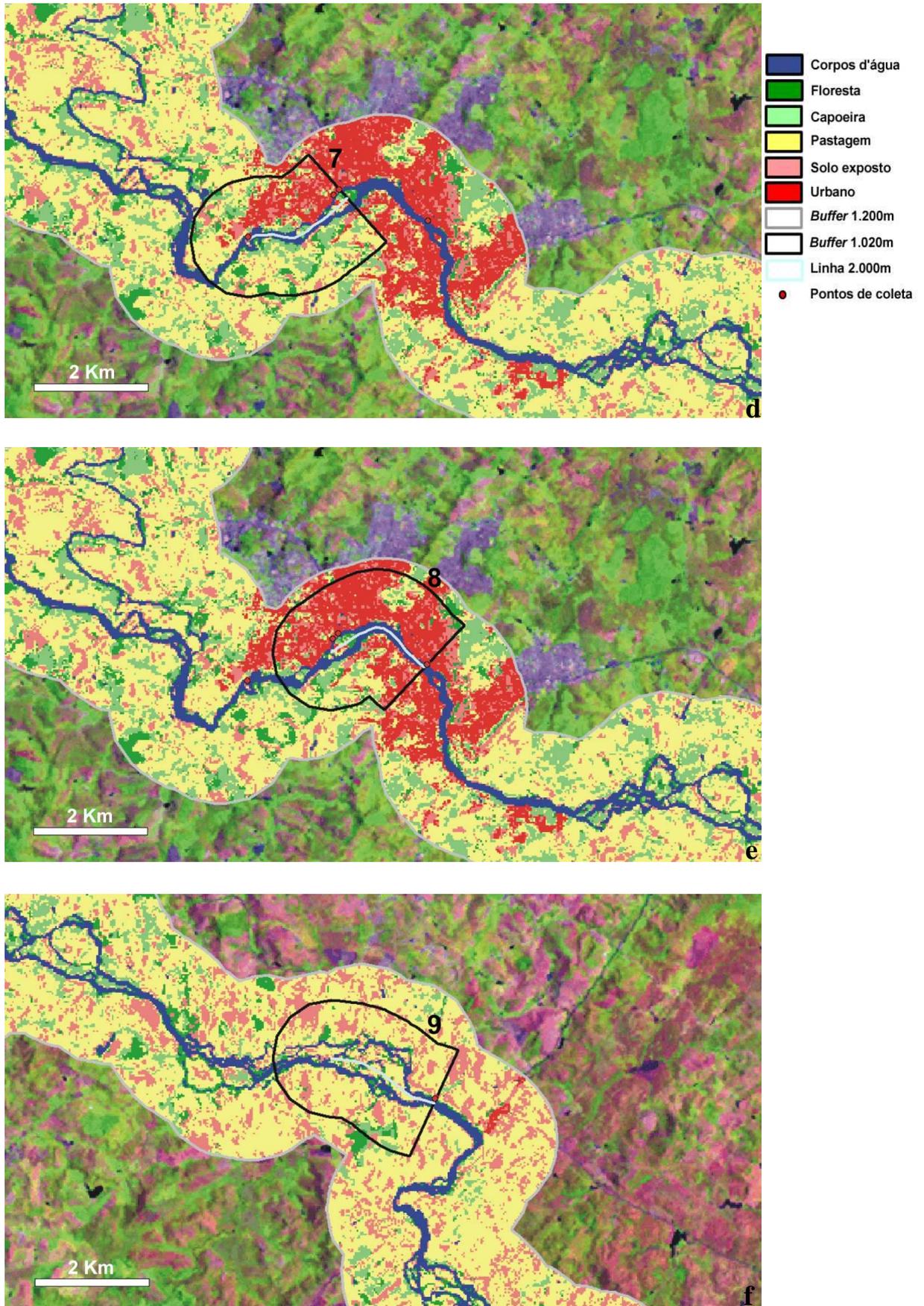


Figura 42 b: Uso e cobertura do solo nos “bufferes” nos pontos de coleta no Rio Muriaé 7, 8 e 9 – buffer 7; e) buffer 8; f) buffer 9.

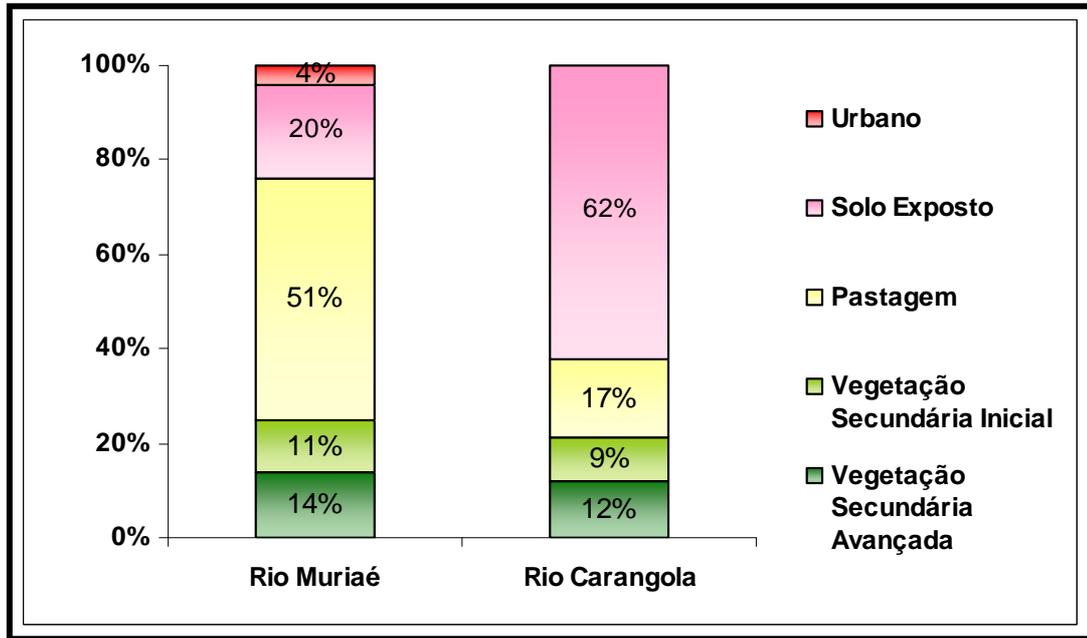


Figura 44: Classes de uso do solo na Área de Proteção Permanente ao longo de trechos dos rios Carangola e Muriaé (50 e 100 metros, respectivamente).

### 5.3 ANÁLISE INTEGRADA

A qualidade da água pode ser avaliada através de diversos parâmetros que traduzem suas principais características físicas, químicas e biológicas. Cada rio possui características inerentes, que dependem da bacia hidrográfica onde o mesmo se encontra inserido. Por este motivo, torna-se difícil determinar uma única variável como indicador padrão para qualquer sistema lótico (TOLEDO & NICOLELLA, 2002). A integração dos parâmetros físico-químicos que caracterizam um sistema lótico, com o uso e cobertura do solo, oferece uma forma objetiva e resumida de avaliação do meio ambiente, contribuindo como base para o estabelecimento de políticas públicas mais adequadas na região.

Essa integração contempla certo grau de subjetividade, uma vez que está diretamente relacionada aos parâmetros pré-selecionados como indicadores das alterações da qualidade da água. Por este motivo, não permite generalizações para outros corpos d'água. Contudo, constitui um instrumento de avaliação ao longo do tempo ou do espaço, permitindo o acompanhamento das alterações ocorridas no eixo hidrográfico (TOLEDO *et al.*, 2002).

Nesse estudo, a integração dos parâmetros escolhidos foi implementada com base na tabela de integração (tabela 14), preenchida com as letras referentes à qualidade da água do rio e das características do uso do solo nas proximidades de cada ponto.

Tabela 14: Resultados da avaliação integrada do uso e cobertura do solo com a qualidade da água.

	Parâmetros	Pontos								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
VAZANTE	Transparência	C	C	C	C	C	C	C	C	C
	Sólidos sedimentáveis	B	B	B	A	B	A	B	A	B
	Condutividade	A	A	A	C	A	B	A	C	A
	Coliformes totais	C	C	C	A	D	D	C	D	C
	Coliformes fecais	C	B	C	A	A	D	D	D	B
SECA	Transparência	A	C	B	C	C	B	C	C	C
	Sólidos sedimentáveis	B	A	A	A	A	B	A	A	A
	Condutividade	A	A	A	A	A	B	B	B	B
	Coliformes totais	C	B	A	D	A	D	D	D	A
	Coliformes fecais	B	C	A	D	A	D	D	D	B
SECA*	Transparência	A	C	B	B	C	C	C	D	C
	Sólidos sedimentáveis	A	A	A	A	B	B	A	A	A
	Condutividade	A	A	A	A	B	D	C	C	C
	Coliformes totais	A	D	A	D	A	D	D	D	A
	Coliformes fecais	A	A	A	D	A	D	D	D	A
ENCHENTE	Transparência	C	C	C	C	C	D	D	C	C
	Sólidos sedimentáveis	B	A	A	A	A	B	B	B	B
	Condutividade	A	A	A	A	B	B	B	B	B
	Coliformes totais	B	A	B	B	A	D	D	D	C
	Coliformes fecais	A	A	A	B	A	D	D	D	A
CHEIA	Transparência	C	D	C	C	C	C	C	C	C
	Sólidos sedimentáveis	B	C	A	B	B	A	D	B	B
	Condutividade	A	A	A	A	A	A	B	A	B
	Coliformes totais	A	B	C	C	B	D	D	D	D
	Coliformes fecais	B	A	C	B	B	D	D	D	D
USO DO SOLO	Vegetação Secundária Avançada	D	C	C	D	D	D	D	D	D
	Vegetação Secundária Inicial	A	A	B	B	B	B	B	A	A
	Pastagem	D	D	D	D	D	C	C	B	D
	Solo exposto	C	D	C	C	C	C	C	C	D
	Mancha urbana	A	A	A	A	A	C	C	D	A

Os resultados integrados (tabela 15) apontam o primeiro ponto de coleta classificado como muito bom. O rio percorre uma vasta área de pastagem à montante desse ponto, apresentando mata ciliar, apesar de estreita, fato que provavelmente contribuiu para melhor qualidade desse ponto.

Tabela 15: Pontuação total auferida aos pontos no Rio Muriaé.

<b>Nº de observações</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>Muito bom (A)</b>	14	14	15	11	13	3	3	5	9
<b>Bom (B)</b>	7	4	5	7	8	8	6	5	8
<b>Regular (C)</b>	7	8	9	6	6	6	9	7	8
<b>Ruim (D)</b>	2	4	1	6	3	10	12	13	5
<b>Total</b>	<b>30</b>								

O ponto de coleta 2, também classificado como muito bom, porém difere do primeiro por estar próximo à cidade de Laje do Muriaé. O terceiro ponto de coleta foi o que apresentou melhores condições ambientais. Isso pode ser decorrência da maior distância percorrida pelo rio em área de pastagem com pouca ocupação antrópica, além da maior distância entre margens opostas, apresentada nesse ponto, em comparação aos precedentes. Dentre os pontos classificados como muito bons, o 4 é o único totalmente inserido na malha urbana, porém localizado em área que antecede o núcleo urbano. A qualidade da água nesse ponto é inferior em relação aos pontos anteriores, devido, principalmente, ao lançamento de efluentes domésticos diretamente no rio. Provavelmente, esse ponto tenha ainda forte influência das áreas de pastagem, onde a qualidade da água é superior e, por este motivo, apesar dos despejos domésticos, a mesma apresenta condições muito boas. As características do quinto ponto de coleta, que também está inserido em uma área urbana, se justificam pela influência das águas provenientes do Rio Carangola, a montante; os efluentes domésticos do bairro são lançados após este ponto.

Os pontos 6, 7 e 8 apresentaram ordem crescente de deterioração na qualidade ambiental e todos receberam uma classificação ruim. Essa classificação é reflexo direto da maior ocupação antrópica nessas áreas em relação aos demais pontos de coleta e do lançamento de efluentes domésticos e industriais sem prévio tratamento.

O ponto 9 sugere a capacidade de autodepuração do Rio Muriaé, que passa de uma situação muito ruim nos pontos anteriores (6, 7 e 8) para uma situação de melhoria nas condições ambientais. Esse resultado está relacionado diretamente à distância existente entre esse ponto e o anterior, em um trecho caracterizado por longo percurso em áreas de pastagem e maior largura entre as margens do rio. Por outro lado, este foi o ponto que apresentou maior área de solo exposto (23,2%). Talvez, por esse motivo, a classificação tenha se estendido entre regular, boa e muito boa, sem uma definição nítida.

Esse tipo de avaliação integrou diferentes períodos da dinâmica do Rio Muriaé e, portanto, reflete igualmente uma situação que o caracteriza de uma forma ampla, onde

períodos de cheia e vazante são considerados em conjunto, e contribuem com mesmo peso na classificação das condições ambientais. Os resultados, portanto, são bastante amplos e não refletem cada período isolado o que, provavelmente, diferenciaria pormenorizadamente cada ponto. Por este motivo, os resultados da análise integrada dos pontos 1 a 5 sejam idênticos; com certeza, considerando um maior número de investidas a campo, por período de avaliação, as condições ambientais delinearão uma situação diversa da observada neste estudo.

## **6 CONCLUSÃO**

O processo de urbanização observado em Itaperuna nas últimas décadas, resultou na perda crescente da qualidade da água, com acentuado comprometimento decorrente de fontes difusas e pontuais de poluição. Tal fato resulta da inexistência de um sistema tratamento do esgoto, apesar de apresentar uma rede coletora de esgoto com cobertura de 82%. Ainda se utiliza a velha premissa do tratamento por diluição nas águas do rio.

O presente estudo avaliou a qualidade da água em um trecho do Rio Muriaé, dentro do Município de Itaperuna, caracterizando o uso do solo no trecho, assim como a influência do mesmo na qualidade da água. Além disso, foram propostas ações com o intuito de recuperação ambiental e da qualidade dos recursos hídricos.

Os resultados de uso e cobertura do solo evidenciaram a pastagem (55,3%) como uso preponderante no trecho. Além disso, a área de preservação permanente no Rio Muriaé apresenta 71% de sua área ocupada com pastagem e solo exposto (pastagens muito degradadas e/ou agricultura, em menor escala, malha urbana).

Este estudo identificou alterações na qualidade das águas provocadas pelas mudanças no uso do solo e na cobertura vegetal do trecho. A qualidade da água caiu vertiginosamente dentro da cidade de Itaperuna, relacionada diretamente ao lançamento de resíduos líquidos sem prévio tratamento. Os resultados de coliformes fecais nos pontos 6, 7 e 8 apontam a água do rio nesse trecho como um fator de risco à saúde humana, já que dentro deste grupo estão agentes infecciosos envolvidos em enfermidades como diarreia e infecções urinárias. Os pontos 1, 2, 3, 4, 5 e 9, localizados em áreas de pastagem, verificou-se que o impacto da pecuária na qualidade sanitária da água foi bem menor.

Um estudo mais amplo, com mais discussões sobre os parâmetros e suas variações, se faz necessário caso se queira determinar com maior exatidão o estado ambiental do rio e suas

proximidades. Quanto maior o número de fatores analisados, melhor será a compreensão da paisagem e sua dinâmica, assim como mais eficientes serão as bases para as intervenções necessárias.

Apesar de não ter havido o propósito de se avaliar o processo de autodepuração do rio, foram observados sinais de autodepuração, assinalados pela redução do número de coliformes entre os pontos 8-9 e pela pouca variação entre os pontos 1-2, mesmo existindo entre eles a cidade de Laje do Muriaé. Isso provavelmente ocorreu passagem de um tipo de uso do solo para outro (cidade-campo; campo-cidade-campo, respectivamente).

Mesmo que a qualidade da água tenha apresentado melhores condições nas áreas rurais, o estado de degradação do trecho estudado deixou clara a necessidade de medidas voltadas para área de saneamento e educação ambiental, com a intenção de melhorar a qualidade da água do rio e conseqüentemente de toda a população ligada a ele.

Esta metodologia mostrou-se totalmente pertinente para o controle da qualidade da água em áreas sob influência urbana, especialmente pela possibilidade de integração da mesma com o uso e ocupação do solo ao longo do trecho.

Embora o estudo tenha sido realizado apenas em um trecho do rio, foi no maior e mais populoso município da bacia, que apresenta praticamente todos os problemas ambientais da mesma. Assim, este estudo serve como um alerta do estado do Rio Muriaé e suas proximidades em Itaperuna. Mesmo assim, deverão ser realizados estudos mais abrangentes em toda a bacia, tanto na avaliação física, química e biológica, quanto na maior diversificação dos usos do solo para que se possa promover o adequado gerenciamento dos recursos hídricos.

O processo de urbanização desenvolvido na Bacia do Rio Muriaé não trouxe somente danos ambientais, como verificado no presente estudo de um trecho do rio, mas, com certeza, a perda da identidade de muitas gerações que têm no rio a sua referência de vida, costumes e até mesmo sua sobrevivência.

## **RECOMENDAÇÕES**

Para minimizar os problemas de poluição das águas do Rio Muriaé em Itaperuna, os resíduos líquidos domésticos e industriais deverão ser devidamente tratados antes de serem lançados no rio. Logo após o devido tratamento aos resíduos líquidos, deverá ser aplicada novamente a metodologia aplicada antes do tratamento para tentar aferir o impacto da poluição difusa de origem urbana. Assim, a avaliação da qualidade das águas através da análise das características físicas, químicas e biológicas da água do sistema, será uma ferramenta importante para o planejamento e gestão dos recursos hídricos. Além disso, um monitoramento sistemático poderá acompanhar a recuperação deste rio e garantir o múltiplo uso de suas águas, e desta forma possibilitar o crescimento econômico e o desenvolvimento sustentável para as próximas gerações.

Outro importante aspecto a ser tratado no município é a garantia de água em quantidade e qualidade ideais para abastecer toda população. Para isso, será necessário realizar um trabalho de recuperação de áreas ecologicamente frágeis, como áreas com declive, nascentes e margens dos rios, áreas de recarga dos aquíferos. Essas áreas deveriam ser preservadas ou mesmo poderiam ser exploradas através de sistemas agroflorestais com baixo impacto ambiental.

Finalmente, devido ao fato do município apresentar a maior parte de seu solo coberto por pastagens e em muitas partes se apresentarem extremamente degradadas, é de grande importância realizar o controle do escoamento superficial através de práticas de manejo, além do manejo da mata ciliar, uma vez que essa área é extremamente importante para reduzir a carga de poluentes e materiais edáficos dentro dos corpos d' água. Assim, ao longo de todo o trecho será necessária a recuperação e/ou recomposição da mata ciliar.

## **8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

APHA – American Public Health Association. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 19. ed. Baltimore, Maryland, USA. 1995.

ARAÚJO, V. F., VAN WEERELT, M. D. M., FRANCO, G. M. O., SOARES, C. A. G., HAGLER, A. N., MENDONÇA-HAGLER, L. C. Classification based on coliform counts of coastal waters in metropolitan Rio de Janeiro. Brazil. In: MAGOON, O. T., CONVEX, H., TIPPIE, V., TOBON, L. T. & CLARKE, D. *Coastal Zone*. p. 345-354. 1991.

ARCOVA, F. C. S. & CICCIO, V. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. *Scientia Forestalis*: n.56, pp. 125-134, 1999.

BRAGAGNOLO, N. & PAN, W. A experiência de programas de manejo e conservação dos recursos naturais em microbacias hidrográficas: Uma contribuição para o gerenciamento dos recursos hídricos. In: MUNÕZ, H. R. *Interfaces da gestão de recursos hídricos: desafios da Lei de Águas de 1997*. 2. ed. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos. 2000.

BARBOU, M. T. *et al.* *Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers: Periphyton, benthic, macroinvertebrates and fish*. 2. ed. Office of Water, Washington, USA. 1999.

CÂMARA, G. & QUEIROZ, G. R. Arquitetura de sistemas de informação geográfica. In: CÂMARA, G., MONTEIRO, A. M. V. & MEDEIROS, J. S. *Introdução à Ciência da Geoinformação*. (eds) 2004. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html>>. Acesso em: 10 nov. 2007.

CÂMARA, G., CASANOVA, M. A., HEMERLY, A. S., MAGALHÃES, G. C. & MEDEIROS, C. M. B. *Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica*. p. 205. 1996. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/gilberto/livro/introd/index.html>>. Acesso em: 10 de nov. 2007.

CEIVAP – Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Concepção do Programa Estadual de Investimentos e do Projeto de Gestão dos Recursos Hídricos no Âmbito do Projeto de Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica – PQA-SEPURB/MPO – (PS-RE-001-RO). 50 p. 1996.

\_\_\_\_\_. Programa Estadual de Investimentos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – RJ – MODELAGEM DE QUALIDADE DA ÁGUA SUB-REGIÃO C (PS-RE-062-RO), 1998. 320 p.

\_\_\_\_\_. Projeto Preparatório para o Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Paraíba do Sul (PPG-RE-031-R0). 2000. 15 p.

\_\_\_\_\_. Plano de Recursos Hídricos para a Fase Inicial da Cobrança na Bacia do Rio Paraíba do Sul. Diagnóstico da Situação Atual dos Recursos Hídricos (PGRH-RE-010-R0). Volume 1. 2002. 243 p.

\_\_\_\_\_. Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul – Resumo. Caderno de Ações Bacia do Rio Muriaé. Relatório Contratual R-10. p.113. 2006.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp#condutividade>>. Acesso em: 14 mar. 2008.

CIDE – Fundação Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro. Índice de Qualidade dos Municípios – Verde II (IQM – Verde II). Rio de Janeiro: CIDE, v.2, 2003. CD-ROM.

CIDE – Fundação Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro. *Coleção Perfis Municipais*, Itaperuna. Governo do Estado do Rio de Janeiro, Secplan. Rio de Janeiro. Mar. de 1988. Disponível em: <[http://www.itaperunaonline.com.br/Portal/modulos/livrosetextos/itaperuna\\_cide\\_secplan/01inicio.htm](http://www.itaperunaonline.com.br/Portal/modulos/livrosetextos/itaperuna_cide_secplan/01inicio.htm)>. Acesso em: 15 set. 2006.

COELHO, A. M.; ALVES, M. G. & OLIVEIRA, O. O. O uso de técnicas de geoprocessamento e mapeamento geológico-geotécnico na elaboração do mapa de potencial de uso e ocupação do solo do município de Itaperuna/RJ. *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 2447-2454.

DINIZ, D. *Desenvolver de um Município – Itaperuna – Do Germinar à Frutificação*. Damadá editora e artes gráficas. 1985. Disponível em: <[http://www.itaperunaonline.com.br/Portal/modulos/livrosetextos/o\\_desenv\\_de\\_um\\_municipio\\_dulce/introducao/01-identificacao.htm](http://www.itaperunaonline.com.br/Portal/modulos/livrosetextos/o_desenv_de_um_municipio_dulce/introducao/01-identificacao.htm)>. Acesso em: 04 out. 2006.

ESTEVES, F. A. *Fundamentos da Limnologia*. 2. ed. Interciência, Rio de Janeiro. 1998. 602 p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Banco de Dados Climáticos do Brasil. Disponível em: <<http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/resultados/balanco.php?UF=&COD=202>>. Acesso em: 04 out. 2006.

ELACHI, C. 1987. *Introduction to the physics and techniques of remote sensing*. New York, John Wiley.

FURTADO, C. M. *Caracterização limnológica e avaliação da qualidade da água de um trecho urbano do Rio Acre, Rio Branco – AC, Brasil*. Rio Branco, 2005. 58p. Dissertação

(Mestrado em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais) – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação, Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2005.

GRUBEN, A.; LOPES, P. D. & JOHNSON, R. M. F. Bacia do Rio Paraíba do Sul. In: JOHNSON, R. M. F. & LOPES, P. D. *Projeto Marca d' Água: seguindo as mudanças na gestão das bacias hidrográficas do Brasil*. Caderno 1: retratos 3X4 das bacias pesquisadas. Brasília: Finatec. p. 212. 2003.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico de 2007. Disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) . Acesso em: 09 out. 2007.

JACINTHO, Luiz Roberto de Campos. *Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto como ferramenta na gestão ambiental de Unidades de Conservação: O caso da Área de Proteção Ambiental (APA) do Capivari-Monos, São Paulo – SP*. São Paulo, 2003. 121p. Dissertação (Mestrado em Recursos Minerais e Hidrogeologia) – Programa de Pós-Graduação em Recursos Minerais e Hidrogeologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

HOFFER, R. M. 1988. Biological and physical considerations in applying computer-aided analysis to remote sensor data. In: Swain, P. H.; Davis, S. M. (ed). *Remote sensing: the quantitative approach*. New York, McGraw Hill.

HUECK, H.J. 1976. A system of tests for the assessment of potential effects of chemicals and quality data in the aquatic environment. In: Amavis, R. & Smeets, J. *Principles and methods for determining ecological criteria on hydrobiocenoses*. Oxford 465-528.

LANNA, A. E. A inserção da gestão das águas na gestão ambiental. In: MUNÔZ, H. R. *Interfaces da gestão de recursos hídricos: desafios da Lei de Águas de 1997*. Parte 2: A Gestão dos Recursos Hídricos no Contexto das Políticas Ambientais. 2. ed. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos. 2000.

LIMA, E. B.N. R. *Modelação integrada para gestão da qualidade da água na bacia do Rio Cuiabá*. Rio de Janeiro, 2001. 206p. Tese (Doutorado em Ciências em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2001.

MACHADO, C. J. S. Recursos Hídricos e Cidadania no Brasil: Limites, Alternativas e Desafios. *Ambiente & Sociedade*, vol. 6, n. 2, p. 121-137, 2003.

MACHADO, C. J. S. *Gestão de águas doces*. Ed. Interciência. Rio de Janeiro. 372p.

MACHADO, C. B. Com ajuda da informática, do sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas. In: *Estudando o espaço geográfico*. Tutorial. Lição 1. 2005. Disponível em: <<http://www.inpe.br/unidades/cep/atividadescep/educasere/>>. Acesso em: 10 de nov. 2007.

MARGALEF, R. The place of epicontinental waters in global ecology. In: MARGALEF, R. *Limnology now: a paradigm of planetary problems*. Amsterdam: Elsevier Science, 1994. p.1-8.

MERTEN, G. H. & MINELLA, J. P. Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura. *Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável*. Porto Alegre, v.3, n.4, p. 33-38, 2002.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/mapas/mma/imagenssat/>>. Acesso em: 7 abr. 2008.

Organização Não-Governamental Puris de Ecologia. Disponível em: <<http://www.ongpuris.org.br/ongpuris/>>. Acesso em: 19 set. 2006.

PRIMAVESI, O., FREITAS, A. R., PRIMAVESI, A. C. & TORRES, H. O. Water Quality of the Cachim's Creek Watershed in São Carlos, SP, Brazil, Occupied by Beef and Dairy Cattle Activities. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, vol. 45, n. 2. p. 209 - 217, 2002.

POLETTE, M.; DIEHL, F. L.; DIEHL, F. P.; SPERB, R. M.; SCHETTINI, C. Augusto F. & KLEIN, A. H. F. Gerenciamento costeiro integrado e gerenciamento de recursos hídricos: como compatibilizar tal desafio. In: MUNÔZ, H. R. *Interfaces da gestão de recursos hídricos: desafios da Lei de Águas de 1997*. 2. ed. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 2000.

RODRÍGUEZ, M. P. *Avaliação da qualidade da água da bacia do Alto Jacaré-Guaçu/SP (Ribeirão do Feijão e Rio do Monjolinho) através de variáveis físicas, químicas e biológicas*. São Carlos, 2001. 175p. Tese (Doutorado em Ciência da Engenharia Ambiental) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

SCHÄFER, A. *Fundamentos de Ecologia e Biogeografia das Águas Continentais*. Porto Alegre: Ed. UFRS, 1985. 532p.

SEAAPI - Secretaria de Estado de Agricultura, Abastecimento, Pesca e Desenvolvimento do Interior do Estado do Rio de Janeiro – Superintendência de Microbacias Hidrográficas – Projeto de Gerenciamento Integrado de Agroecossistemas em Microbacias Hidrográficas do Norte e Noroeste Fluminense / RIO RURAL. *Diagnóstico da Sub-Bacia do Rio Muiraé*. Rio de Janeiro, 2004, p.59.

SERRICCHIO, C.; CALAES, V.; FORMIGA-JOHNSON, R. M.; LIMA, Â. J. R.; ANDRADE, E. P. *O CEIVAP e a gestão integrada dos recursos hídricos da bacia do Rio Paraíba do Sul: Um relato da prática*. 2006. Disponível em: <[http://ceivap.org.br/bacia\\_3\\_2.php](http://ceivap.org.br/bacia_3_2.php)>. Acesso em: 02 out. 2008.

SILVA, M. A. L.; CALASONS, C. F.; ORALLE, A. R. C.; REZENDE, C. E. Dissolved nitrogen and phosphorus dynamics in the lower portions of the Paraíba do Sul River, Campos dos Goytacazes, RJ, Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Brasil: v. 44, n. 4, p. 365-371. 2001.

SIMÕES, L. B.; RIBEIRO, F. L.; DAINESE, R. C.; CARDOSO, L. G.; CAMPOS, S. Priority areas for riparian forest restoration in Southeastern Brazil. *Scientia Forestalis*, Brasil: n. 61, p. 113-121. 2002.

SOUZA, A. D. G. & TUNDISI, J.G. Water Quality in Watershed of the Jaboatão River (Pernambuco, Brazil): a Case Study. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.46, n. 4, p. 711-721. 2003.

SPERLING, M. V. *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto*. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental (DESA). UFMG, v.1, p. 243. 1996.

TCE – Tribunal de Contas do Estado. *Estudo Socioeconômico*: Itaperuna, p. 117. 2006. Disponível em: <<http://www.tce.rj.gov.br/main.asp?View={3E2EC6C4-7885-4703-BF6D-A590430CFD4D}&params=pMunicipio=24#>>. Acesso em: 15 out. 2006.

TOLEDO, A. M. A. & BALLESTER, M. V. R. Variabilidade espaço-temporal do uso e cobertura do solo e a qualidade da água em duas microbacias hidrográficas do Estado de São Paulo. *Anais X Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Foz do Iguaçu, 21-26 abril 2001, INPE, p. 543-545.

TOLEDO, L. G. & NICOLELLA, G. Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano. *Scientia Agricola*, v.59, n.1, p.181-186. 2002.

TONELLO, K. C.; DIAS, H. C.T.; SOUZA, A. L.; RIBEIRO, C. A. A. S. & LEITE, F. P. Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhões – MG. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.30, n.5, p.849-857, 2006.

VASCONCELLOS, F. C. S.; IGANCI, J. R. V.; RIBEIRO, G. A. Qualidade microbiológica da água do Rio São Lourenço, São Lourenço do Sul, Rio Grande do Sul. *Arquivos do Instituto de Biologia*, São Paulo, v.73, n.2, p.177-181, 2006

WETZEL, R. G. *Limnología*. Barcelona: Omega, 1981. 679 p. Tradução de: Limnology.

ZIBORDI, M. S.; CARDOSO, J. L.; FILHO, L. R. V. Análise de aspectos socioeconômicos e tecnológicos da agropecuária na bacia hidrográfica do Rio Mogi Guaçu. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, SP, v.26, n.2, p.644-653, 2006.

### **Atos Normativos**

BRASIL. Lei nº 4771, de 15 de Setembro de 1965. Código Florestal.

BRASIL. Lei nº 5.318, de 26 de Setembro de 1967. Dispõe sobre a Política Nacional de Saneamento.

BRASIL. Lei nº 6.662, de 25 de junho de 1979. Dispõe sobre a Política Nacional de Irrigação.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente.

BRASIL. Lei 9.433, 8 de Janeiro de 1997. Dispõe sobre a Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos.

BRASIL. Resolução nº 274, de 29 de Novembro de 2000. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília.

BRASIL. Resolução nº 357, de 17 de Março de 2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília.

RIO DE JANEIRO. Lei nº. 3239 de 2 de Agosto de 1999. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos

### **Cartas Topográficas**

Folha Itaperuna – SF-24-V-C-I-1, IBGE, 1968, UTM, Datum Horizontal: Córrego Alegre (MG), Datum Vertical: Marégrafo de Imbituba (SC).

Folha Eugenópolis – SF-23-X-D-III-2, IBGE, 1978, UTM, Datum Horizontal: Córrego Alegre (MG), Datum Vertical: Marégrafo de Imbituba (SC).

Folha São João do Paraíso – SF-24-V-C-I-3, IBGE, 1968, UTM, Datum Horizontal: Córrego Alegre (MG), Datum Vertical: Marégrafo de Imbituba (SC).

Folha Italva – SF-24-G-I-4, IBGE, 1968, UTM, Datum Horizontal: Córrego Alegre (MG), Datum Vertical: Marégrafo de Imbituba (SC).

## 9 ANEXOS

Anexo 1: Dados da FEEMA para as estações MR-370 e MR-374 no período de 1991 a 1996.

Data	Ponto	Hora	Prof. (m)	O.D. (mg/L)	D.B.O. (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	Colif. Fecais (NMP/100mL)
16/4/1991	00RJ02MR0370	14:50	0,2	8,6	2	0,05	1.700
24/6/1991	00RJ02MR0370	10:45	0,2	8	4,2	0,05	1.300
29/7/1991	00RJ02MR0370	07:35	0,2	7,4	7,6	0,09	16.000
28/8/1991	00RJ02MR0370	13:40	0,2	7,6	3,6	0,05	16.000
7/10/1991	00RJ02MR0370	08:00	0,2	7,2	2	0,09	3.000
18/12/1991	00RJ02MR0370	07:30	0,2	6,8	2	0,1	160.000
17/3/1992	00RJ02MR0370	12:25	0,2	7	3,6	0,15	11.000
14/9/1992	00RJ02MR0370	09:30	0,2	7,8	2	0,07	13.000
14/9/1993	00RJ02MR0370	17:50	0,2	8,4	3,2	0,05	2.400
18/10/1993	00RJ02MR0370	13:30	0,2	8	2	0,04	2.300
9/8/1994	00RJ02MR0370	07:20	0,2	13,6	3,4	0,05	300.000
6/2/1995	00RJ02MR0370	15:30	0,2	8	2	0,05	
11/7/1995	00RJ02MR0370	15:45	0,2	8,6	2,6	0,04	3.000
1/8/1995	00RJ02MR0370	08:00	0,2	8	2,6	0,02	1.300
3/10/1995	00RJ02MR0370	08:20	0,2	7,4	3,2	0,03	800
16/10/1995	00RJ02MR0370	17:30	0,2	3,2	17	0,05	800
10/7/1996	00RJ02MR0370	09:20	0,2	8,4	2	0,05	11.000
14/8/1996	00RJ02MR0370	10:00		9	2	0,1	1.300
14/10/1996	00RJ02MR0370	08:00	0,2	6,6	2	0,05	
4/12/1996	00RJ02MR0370	17:00	0,2	5,8	2,4	0,08	
<hr/>							
24/6/1991	00RJ02MR0374	13:55	0,2	8,2	2	0,03	2.200
29/7/1991	00RJ02MR0374	10:40	0,2	9,8	2	0,04	2.400
26/8/1991	00RJ02MR0374	14:45	0,2	8,8	4	0,05	170
7/10/1991	00RJ02MR0374	11:30	0,2	7,4	2,8	0,02	50.000
18/12/1991	00RJ02MR0374	11:10	0,2	6,6	2,4	0,15	5.000
17/3/1992	00RJ02MR0374	15:00	0,2	7	2	0,1	50.000
14/9/1992	00RJ02MR0374	14:30	0,2	8,2	2	0,07	3.000
14/9/1993	00RJ02MR0374	14:00	0,2	8	4,4	0,06	13.000
18/10/1993	00RJ02MR0374	10:05	0,2	7,4	2	0,04	5.000
9/8/1994	00RJ02MR0374	10:00	0,2	11,8	3	0,03	24.000
6/2/1995	00RJ02MR0374	13:00	0,2	7,8	2	0,07	
11/7/1995	00RJ02MR0374	12:15	0,2	3,2	2	0,05	2.200
1/8/1995	00RJ02MR0374	10:30	0,2	7,8	2,8	0,03	17.000
3/10/1995	00RJ02MR0374	10:40	0,2	8,2	3,4	0,05	13.000
16/10/1995	00RJ02MR0374	11:50	0,2	7	2,4	0,07	2.300
10/7/1996	00RJ02MR0374	11:30	0,2	8	2	0,05	5.000
14/8/1997	00RJ02MR0374	10:10		8,2	2	0,04	1.700
14/10/1996	00RJ02MR0374	11:20	0,2	6,4	2	0,05	

Anexo 2: Dados do monitoramento da qualidade da água obtidos da Cooperação França-Brasil entre 1992-1996.

<b>Parâmetros</b>	<b>Nº de dados</b>	<b>Média</b>
Temperatura água °C	29	24
pH	29	6,9
Condutividade (25 °C) (umho/cm)	29	55,47
Turbidez	29	18,93
Sólidos em suspensão (mg/L)	29	21,85
Alcalinidade (mg/L)	29	14,77
DQO (mg/L)	29	8,98
DBO (mg/L)	29	3,26
MO (mg/L)	29	3,53
Sólidos voláteis (mg/L)	29	19,12
OD (mg/L)	29	7,6
Fosfato total (mg/L)	29	0,38
Nitrogênio total (mg/L)	29	0,67
Nitrato (mg/L)	29	0,53
Nitrito (mg/L)	29	0,349
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	29	0,52
Cádmio (mg/L)	10	0,001
Mercúrio (mg/L)	19	0,0002
Arsênio (mg/L)	17	0,024
Chumbo (mg/L)	17	0,002
Ferro (mg/L)	29	1,286
Selênio (mg/L)	18	0,01
Cobre (mg/L)	25	0,004
Zinco (mg/L)	29	0,019
Cromo (mg/L)	25	0,008
Manganês (mg/L)	26	0,049
Hepctal (mg/L)	20	0
Óleos e graxas (mg/L)	19	0,51
Fenóis (mg/L)	7	0,004
Detergentes (mg/L)	26	0,06
Coliformes Totais (NMP/100mL)	28	14698
Coliformes Fecais (NMP/100mL)	28	4203
Estreptococos fecais (NMP/100ml)	29	2258
Alumínio (mg/l)	29	0,567
Potássio (mg/l)	29	1,87
Fluoretas (mg/l)	27	0,041
Bário (mg/l)	26	0,101
Sulfatos (mg/l)	17	1,65

## Anexo 3

## FICHA DE CAMPO

Ponto: \_\_\_\_\_ Coleta °: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_ Horário: \_\_\_\_\_

Bacia: \_\_\_\_\_ Rio: \_\_\_\_\_

Local do Ponto (GPS): \_\_\_\_\_

Distância entre as margens: \_\_\_\_\_

Distância ponto/margem: \_\_\_\_\_

Profundidade do ponto: \_\_\_\_\_

Profundidade de coleta: \_\_\_\_\_

Tipo de sedimento de fundo: \_\_\_\_\_

Mata ciliar (distância da margem): \_\_\_\_\_

Observações sobre a coleta: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Análises**

Temperatura água: \_\_\_\_\_ Temperatura do ar: \_\_\_\_\_

Transparência (cm): \_\_\_\_\_ Cor: \_\_\_\_\_ Odor: \_\_\_\_\_

Substância em suspensão (ml/L): \_\_\_\_\_ Condutividade: \_\_\_\_\_

Coliformes totais: \_\_\_\_\_

Coliformes fecais: \_\_\_\_\_

Outras: \_\_\_\_\_

Observações:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Anexo 4: Resultados das variáveis analisadas para a qualidade da água nos 9 pontos de coleta nos períodos de abril/07, julho/07, outubro/07, novembro/07 e fevereiro/08.

<b>COLETA VAZANTE (abril/07)</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Transparência (cm)	10	8	10	10	10	10	10	20	10
Sólidos Sedimentáveis (mL/L)	0,1	0,1	0,1	<0,1	0,2	<0,1	0,1	<0,1	0,1
Condutividade	37	34	32	86	40	72	48	89	47
T °C ar	23,5	24	26,5	28,2	24,2	24,5	25,5	31,8	26,6
TC água	23,9	25,6	25,2	26	25,5	26,9	26	27,1	26,1
Profundidade no ponto de coleta (cm)*	100	50	100	80	20	60	60	100	100
Distância entre as margens (m)*	30	30	50	30	20	50	50	80	150
Cor	marrom	marrom	marrom	marrom	marrom	esbranquiçada	esbranquiçada	bege	marrom
Odor	nenhum	nenhum	nenhum	nenhum	nenhum	leite	leite	nenhum	nenhum
Coliformes Totais (NMP/100mL)	2400	2400	2400	230	9300	75000	2400	460000	2400
Coliformes Fecais (NMP/100mL)	930	430	930	230	90	2400	2400	93000	430
<b>COLETA SECA (julho/07)</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Transparência (cm)	60	20	30	20	25	30	25	20	20
Sólidos Sedimentáveis	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,2	0	0	0
Condutividade	35	33	33	43	43	57	51	51	56
T °C ar	23,1	23	26,2	24	31,4	23,6	22,4	25	22,4
TC água	25,6	24,2	25,1	25,3	26	24,8	25,3	21,9	24,1
Profundidade no ponto de coleta (cm)*	70	20	30	150	30	50	25	70	20
Distância entre as margens (m)*	27	24	45	24	12	48	48	88	148
Cor	bege	esverdeada	esverdeada	esverdeada	esverdeada	esbranquiçada	esverdeada	esverdeada	esverdeada
Odor	nenhum	nenhum	nenhum	nenhum	nenhum	esgoto	nenhum	nenhum	nenhum
Coliformes Totais (NMP/100mL)	1500	930	430	4600	430	46000	46000	93000	430
Coliformes Fecais (NMP/100mL)	390	930	230	4600	230	93000	11000	11000	430
<b>COLETA SECA* (outubro/07)</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Transparência (cm)	50	25	40	40	20	10	20	0	20
Sólidos Sedimentáveis	<0,1	<0,1	0	0	0,1	0,1	0	0	0
Condutividade	43	40	42	43	53	142	90	78	82
T °C ar	24,7	28,1	28	26,3	29,3	26,6	25,4	25,6	25,7
TC água	27,6	27,4	27,7	27,6	27,7	28,6	27,7	26,8	26,9
Profundidade no ponto de coleta (cm)*	50	25	40	160	20	80	30	30	20
Distância entre as margens (m)*	26	12	43	22	10	47	47	86	147
Cor	parda	esverdeada	parda	marrom	esverdeada	esbranquiçada	esbranquiçada	preta	translúcida
Odor	nenhum	nenhum	nenhum	nenhum	nenhum	nenhum	leite/esgoto	leite/esgoto	nenhum
Coliformes Totais (NMP/100mL)	430	4300	230	7000	230	93.000	93.000	93.000	430
Coliformes Fecais (NMP/100mL)	30	230	90	2400	90	4300	24000	46000	90
<b>COLETA ENCHENTE (novembro/07)</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Transparência (cm)	20	20	20	20	10	0	0	10	10
Sólidos Sedimentáveis	0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,3	0,4	0,1	0,3
Condutividade	47	46	44	43	52	58	65	65	71
T °C ar	30,5	29	25	26,1	28,2	27,7	26	27,5	27,5
TC água	30	28,8	26,6	30	26,7	26,9	26,8	27,4	26,9
Profundidade no ponto de coleta (cm)*	50	20	20	30	20	80	40	40	20
Distância entre as margens*	27	28	45	26	12	48	48	88	148
Cor	marrom	marrom	marrom	marrom	marrom	marrom/vermelho	marrom/vermelho	marrom	marrom
Odor	nenhum	nenhum	nenhum	nenhum	nenhum	leite	leite	nenhum	nenhum
Coliformes Totais (NMP/100mL)	930	230	930	930	230	24000	1100000	39000	2300
Coliformes Fecais (NMP/100mL)	230	230	230	430	230	2400	93.000	24.000	230
<b>COLETA CHEIA (fevereiro/08)</b>	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Transparência (cm)	10	5	10	10	10	20	10	10	10
Sólidos Sedimentáveis	0,1	0,5	<0,1	0,1	0,2	<0,1	1	0,2	0,2
Condutividade	30	35	32	35	37	48	52	45	50
T °C ar	31,3	26	26,5	26,8	32,6	32	32	32,5	29,5
TC água	29	27,6	30	27,4	27,5	27,3	28	28,2	28,1
Profundidade no ponto de coleta (cm)*	70	20	20	40	20	100	20	40	20
Distância entre as margens*	28	32	47	28	14	48	48	90	148
Cor	marrom	marrom	marrom	marrom	marrom	marrom	marrom	marrom	marrom
Odor	nenhum	nenhum	nenhum	nenhum	nenhum	leite	leite	nenhum	nenhum
Coliformes Totais (NMP/100mL)	430	930	2.400	2.300	930	93.00	43.000	240.000	9.300
Coliformes Fecais (NMP/100mL)	430	230	930	430	430	15.00	43.000	7.500	2.400

\*: distância aproximada.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)