

Universidade Federal Fluminense
Centro de Estudos Gerais
Instituto de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental

IARA SILVEIRA DO NASCIMENTO

**AVALIAÇÃO DO ENQUADRAMENTO DOS CURSOS D'ÁGUA NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MACACU (RJ)**

ORIENTADORA: Prof^a Cristiane Nunes Francisco, D.Sc.

Niterói, RJ

2007

Livros Grátis

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

Milhares de livros grátis para download.

IARA SILVEIRA DO NASCIMENTO

**AVALIAÇÃO DO ENQUADRAMENTO DOS CURSOS D'ÁGUA NA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MACACU (RJ)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental da Universidade Federal Fluminense como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Ciência Ambiental. Área de Concentração: Gestão Ambiental.

Orientadora: Prof^a Cristiane Nunes Francisco, D.Sc.

Niterói
2007

N244 Nascimento, Iara Silveira do
Avaliação do enquadramento dos cursos d'água na Bacia
Hidrográfica do Rio Macacu (RJ) / Iara Silveira do Nascimento. –
Niterói : [s.n.], 2007.
78 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Universidade
Federal Fluminense, 2007.

1.Gestão de Recursos Hídricos. 2.Bacia Hidrográfica – Rio
Macacu (RJ). I.Título.

CDD 333.91098153

IARA SILVEIRA DO NASCIMENTO

**AVALIAÇÃO DO ENQUADRAMENTO DOS CURSOS D'ÁGUA NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO MACACU (RJ)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental da Universidade Federal Fluminense como requisito parcial para a obtenção do Grau de Mestre em Ciência Ambiental. Área de Concentração: Gestão Ambiental.

Aprovada em _____ de _____ de 2007.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Cristiane Nunes Francisco, D.Sc. - Orientadora
Departamento de Análise Geoambiental / PGCA-UFF

Prof^a Cacilda Nascimento de Carvalho, D.Sc.
Departamento de Geoquímica - IQ / PGCA-UFF

Prof^a Carla Bernadete Madureira Cruz, D.Sc.
Departamento de Geografia - Instituto de Geociências - UFRJ

Niterói, RJ

2007

Aos meus pais Alzira e Cosme Robson,
minha irmã Isabel e a minha linda afilhada Carolina.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Alzira e Cosme Robson pelo exemplo, apoio, incentivo e paciência nos momentos mais difíceis durante a execução deste trabalho e à minha irmã Isabel e a minha afilhada Carolina, pela compreensão dos momentos de ausência para o término deste.

À Professora Cristiane Nunes Francisco por aceitar a orientação deste trabalho e pelas explicações nos momentos de dúvida.

Às Professoras Carla Bernadete Madureira Cruz e Cacilda Nascimento de Carvalho por aceitarem participar da banca.

Ao Professor Paulo Márcio Leal de Menezes por fornecer gentilmente materiais cartográficos para este trabalho.

À Secretário Eduardo pelo apoio e esclarecimentos nos assuntos burocráticos.

A todos, muito obrigada!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS	
LISTA DE QUADROS	
RESUMO	
ABSTRACT	
CAPÍTULO 1	13
1 - INTRODUÇÃO	13
1.1 - Objetivos	14
CAPÍTULO 2	16
2 - REFERENCIAIS TEÓRICOS	16
2.1 - Política Pública Ambiental	16
2.2 - Políticas de Recursos Hídricos no Brasil	20
2.3 - Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	22
CAPÍTULO 3	26
3 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	26
3.1 - Área de Estudo	26
3.2 - Indicador do Meio Físico	33
3.3 - Indicador do Meio Socioeconômico	35
3.4 - Indicadores do Meio Jurídico-Institucional	37
CAPÍTULO 4	42
4 – MATERIAIS E MÉTODOS	42
4.1 - Etapas Gerais da Pesquisa	42
4.2 - Estimativa da Disponibilidade Hídrica	45
4.3 - Estimativa da Demanda Hídrica	46
4.4 - Avaliação da Qualidade Hídrica das Regiões Hidrográficas	51
CAPÍTULO 5	55
5- AVALIAÇÃO DO ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA EM FUNÇÃO DA QUESTÃO LEGAL DOS USOS DA ÁGUA E DO SOLO	55
5.1 - Uso e Cobertura do Solo	55
5.2 - Disponibilidade Hídrica	56
5.3 - Demanda Hídrica	58
5.4 - Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO	65
CAPÍTULO 6	72
6- CONCLUSÕES	72
CAPÍTULO 7	74
7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74
ANEXOS	76
Anexo 1 - Legislação Federal e Estadual referente aos Recursos Hídricos	77

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Localização da Bacia do rio Macacu	27
Figura 2 - Carta Imagem da Bacia do rio Macacu.....	28
Figura 3: Bacia Hidrográfica do rio Macacu.	30
Figura 4: Esquema Geral do Sistema de Captação de Imunana - CEDAE.....	31
Figura 5: Perfil Topográfico do rio Macacu	32
Figura 6: Perfil Topográfico do rio Guapi-açu.	32
Figura 7: Mapa Geomorfológico da Bacia do rio Macacu.....	34
Figura 8: Mapa de Uso e Cobertura do Solo da Bacia do rio Macacu.	36
Figura 9: Mapa de Enquadramento dos Corpos d'água da bacia do rio Macacu.	39
Figura 10: Mapa de Unidades de Conservação da Bacia do rio Macacu.	41
Figura 11 - Fases da Pesquisa e Resultados Alcançados.....	43
Figura 12: Primeira etapa da pesquisa	43
Figura 13: Segunda etapa da pesquisa	44
Figura 14: Terceira etapa da pesquisa.....	45
Figura 15: Ilustração do Cálculo da DBO.....	54
Figura 16: Mapa de Disponibilidade Hídrica Residual.	57
Figura 17: Mapa de Distribuição da População da Bacia do Rio Macacu.	59
Figura 18: Área Urbana na Bacia do rio Macacu.	60
Figura 19: Distribuição dos rebanhos na Bacia do rio Macacu.....	62
Figura 20: Indústrias na Bacia do rio Macacu.	63
Figura 21: Área Irrigada na Bacia do rio Macacu.	64
Figura 22: Mapa do Efluente sem Tratamento (DBO_{50}) na Bacia do rio Macacu.....	68
Figura 23: Mapa de Classificação da sub-bacia segundo enquadramento.	69
Figura 24: Mapa do Efluente com Tratamento (DBO_{50_t})na Bacia do rio Macacu.	70
Figura 25: Mapa de Classificação da sub-bacia segundo enquadramento.	71

LISTA DE TABELAS E GRÁFICOS

Tabela 1: Estações Fluviométricas.....	46
Tabela 2: Classes de Uso do Solo.....	55
Tabela 3: Vazões de retirada, retorno, consumo e percentuais segundo uso da água da bacia do rio Macacu.....	58
Gráfico 1: Classes de Uso do Solo segundo % de ocupação dentro da Bacia do Macacu	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Primeiras leis ambientais do Brasil.	17
Quadro 2: Instrumentos de Política Pública Ambiental - Classificação e Exemplos.	18
Quadro 3: Legislação Federal referente ao zoneamento.	20
Quadro 4: Classificação de águas doces segundo Resolução CONAMA nº 357/2005	24
Quadro 5: Categorias de Unidades de Conservação.	40
Quadro 6: Percentual das vazões de retirada, retorno e consumo segundo uso da água.	47
Quadro A: Legislação Federal referente aos recursos hídricos	77
Quadro B: Legislação do estado do Rio de Janeiro, referente aos recursos hídricos.....	78

RESUMO

O instrumento que norteará o presente trabalho é o enquadramento dos corpos d'água em classes, cujos parâmetros são utilizados como indicadores para gestão dos recursos hídricos. O objetivo geral é avaliar o enquadramento dos corpos d'água em função da questão legal e do uso das águas e do solo da bacia hidrográfica do rio Macacu, fazendo uma comparação entre a proposta de enquadramento feita pelo Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara - PDRH-BG e o enquadramento atual considerando os usos da água e do solo. A bacia hidrográfica escolhida é a do rio Macacu, pois parte de suas águas são utilizadas no abastecimento dos municípios da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, localizados na porção leste da baía de Guanabara. O trabalho foi dividido em seis etapas de desenvolvimento, em destaque para as três últimas etapas: estimativa de disponibilidade hídrica, de demanda hídrica e a carga de DBO. Foram delimitadas 203 sub-bacias utilizando o critério do enquadramento do PDRH-BG. Considerando o lançamento do efluente sem tratamento, identificamos que 177 sub-bacias estão enquadradas e 26 não enquadradas, divididas entre as classes 1 e 2, de acordo com a proposta de enquadramento do PDRH-BG e após a aplicação dos cálculos considerando a proposta de tratamento do efluente da população com a remoção de 65% da carga de DBO, observamos que houve uma diminuição das sub-bacias não enquadradas, para 6 sub-bacias. A justificativa para fazermos esta avaliação está relacionada com a importância do enquadramento dos cursos d'água, porque segundo suas classes os usos da água são permitidos. Além disso, as águas do rio Macacu têm como uso principal o abastecimento humano e outros usos que dependem da água para o desenvolvimento de atividades econômicas.

Palavras-Chave: Enquadramento dos cursos d'água, bacia hidrográfica, rio Macacu.

ABSTRACT

The instrument that will orientate the present work is the framing of the rivers in classes, whose parameters are used as indicators for administration of the water resources. The general objective is to evaluate the framing of the rivers in function of the legal subject and of the use of the waters and of the soil of the hydrographical basin of the river Macacu, making a comparison among the framing proposal done by the master plan of Water Resources of the Hydrographic Region of the Guanabara Bay - PDRH-BG and the current framing considering the uses of the water and of the soil. The river Macacu was chosen because it leaves of your waters they are used in the provisioning of the municipal districts of the Metropolitan Area of Rio de Janeiro, located in the portion east of the Guanabara Bay. The work was divided in six development stages, in prominence for the last three stages: estimate of readiness water, water demand and the load of DBO. 203 sub-basins were delimited using the criterion of the framing of PDRH-BG. Considering the release of the effluente without treatment, we identified that 177 sub-basins are framed and 26 not framed, divided among the classes 1 and 2, in agreement with the proposal of framing of PDRH-BG and after the application of the calculations considering the proposal of treatment of the effluent of the population with the removal of 65% of the load of DBO, we observed that there was a decrease of the sub-basins non framed, for 6 sub-basins. The justification for us to make this evaluation it is related with the importance of the framing of the rivers, because your second classes the uses of the water are allowed. Besides, the waters of the river Macacu have as main use the human provisioning and other uses that depend on the water for the development of economical activities.

Keywords: Framing of the rivers, hydrographical basin, river Macacu.

CAPÍTULO 1

1 - INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas do século XXI será a água no que diz respeito à qualidade e a quantidade, principalmente pelas ações antrópicas, que causam danos aos recursos hídricos. Este recurso é utilizado para abastecimento das populações e outros usos importantes para a manutenção da vida e das atividades econômicas.

A água é um recurso natural renovável, quando consideramos apenas a quantidade de água que fica em circulação no trajeto do ciclo hidrológico. Porém, se considerarmos a qualidade da água, este recurso precioso pode tornar-se escasso, em função da poluição dos cursos d'água por matéria orgânica, metais pesados e outras fontes.

Com o intuito de promover a preservação e conservação dos recursos hídricos foi promulgada em 1997, no Brasil, a Lei nº 9.433 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos pautada em seis instrumentos¹, que são: os planos de recursos hídricos; o enquadramento dos corpos d'água em classes, segundo os usos preponderantes da água; a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; a cobrança pelo uso de recursos hídricos; a compensação a municípios e o sistema de informações sobre recursos hídricos. Estes instrumentos vieram a configurar um novo entendimento sobre o recurso "água", que passa a ser reconhecido como um bem de domínio público, escasso e dotado de valor econômico.

Um dos fundamentos² da Lei nº 9.433/1997, que tem maior relevância neste trabalho determina que a bacia hidrográfica seja a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

¹ Lei Federal nº 9.433/1997 – Capítulo IV

² Lei Federal nº 9.433/1997 – Capítulo I

O instrumento que norteará o presente trabalho é o enquadramento dos corpos d'água em classes, cujos parâmetros são utilizados como indicadores de gestão dos recursos hídricos, como, por exemplo, para definição de outorgas de direito de uso de água nas bacias hidrográficas que, se houver concessão em excesso, poderá causar estresse hídrico.

A bacia hidrográfica escolhida para o desenvolvimento deste trabalho é a do rio Macacu, pois parte de suas águas são utilizadas no abastecimento dos municípios da Região Metropolitana do Rio de Janeiro - RMRJ, localizados na porção leste da baía de Guanabara.

A captação da água para o abastecimento dos municípios da RMRJ é realizada pela CEDAE - Companhia Estadual de Águas e Esgotos, pela adutora de Imunana-Laranjal, localizada no município de São Gonçalo, que trata e distribui água para os municípios de Niterói, São Gonçalo, Itaboraí e para o bairro de Paquetá (Rio de Janeiro).

A bacia do rio Macacu, integrante da Região Hidrográfica da baía de Guanabara, é a maior bacia, apresentando área de 1.260 km², que corresponde à aproximadamente 27% do total da área de contribuição desta região. Os municípios abrangidos pela bacia do rio Macacu são: Cachoeiras de Macacu, Guapimirim e Itaboraí. (Adaptado de Costa, 1999)

1.1 - Objetivos

O presente trabalho tem por objetivo geral avaliar o enquadramento dos corpos d'água em função da questão legal e do uso das águas e do solo da bacia hidrográfica do rio Macacu.

Os objetivos específicos são:

- (1) avaliar os aspectos atuais do uso do solo e da água e;
- (2) avaliar os aspectos legais do enquadramento dos cursos d'água, segundo a demanda bioquímica de oxigênio (DBO).

A justificativa para fazer esta avaliação está relacionada com a importância do enquadramento dos cursos d'água, porque segundo suas classes os usos da água são permitidos. Além disso, as águas do rio Macacu têm como uso principal o abastecimento humano e outros usos voltados ao desenvolvimento de atividades econômicas.

O principal problema enfrentado pelos administradores públicos é realizar a gestão sustentável dos recursos hídricos, tentando minimizar os conflitos existentes entre os atores que atuam na bacia hidrográfica.

Apesar do modelo de gestão dos recursos hídricos ter como base o modelo francês (Magrini e Santos, 2001), em que há uma descentralização das decisões e planejamento sobre o uso dos recursos, ainda falta harmonizar a gestão com outros instrumentos legais para facilitar o planejamento.

O segundo capítulo define os principais conceitos que são utilizados no trabalho: o enquadramento dos cursos d'água em classes de uso, que pode ser considerado uma forma de zoneamento ambiental, sendo um instrumento de política pública ambiental, a política de recursos hídricos, a legislação ambiental pertinente e a demanda bioquímica de oxigênio, que é um dos indicadores de qualidade da água.

O terceiro capítulo contém a metodologia e está subdividido de acordo com as etapas de desenvolvimento do trabalho. A caracterização da área de estudo está descrita no capítulo 4. Os resultados são discutidos no capítulo 5, cuja avaliação vai se basear na disponibilidade hídrica (quantidade de água e qualidade da água), tendo como parâmetro da qualidade a demanda bioquímica de oxigênio, a demanda hídrica, o uso do solo e os usos da água. O sexto capítulo será uma síntese do trabalho, pois conterá informações das etapas anteriores, além de recomendações para que haja uma harmonia entre os usos do solo e da água na bacia hidrográfica do rio Macacu.

CAPÍTULO 2

2 - REFERENCIAIS TEÓRICOS

O presente referencial teórico está baseado nos conceitos de enquadramento dos cursos d'água, que foi instituído pela Política Nacional de Meio Ambiente - Lei 6.938/1981, sendo regulamentado pela Resolução CONAMA nº 357/2005, a política de recursos hídricos no Brasil e no Estado do Rio de Janeiro, a demanda bioquímica de oxigênio, que é um indicador ambiental de qualidade da água e a legislação pertinente. Os conceitos que fazem parte da política pública ambiental serão descritos a seguir.

2.1 - Política Pública Ambiental

Segundo Barbieri (2004), a gestão ambiental pública é a ação do Poder Público conduzida segundo uma política pública ambiental. A política pública ambiental é o conjunto de objetivos, diretrizes e instrumentos de ação de que o Poder Público dispõe para produzir efeitos desejáveis sobre o meio ambiente.

Cunha e Coelho (2003) explicam que existem três tipos de políticas ambientais: as regulatórias, as estruturadoras e as indutoras de comportamento. E ainda definem:

“As políticas regulatórias dizem respeito à elaboração de legislação específica para estabelecer ou regulamentar norma e regras de uso e acesso ao ambiente natural e seus recursos, bem como à criação de aparatos institucionais que garantam o cumprimento da lei. As políticas estruturadoras implicam na intervenção do poder público ou de organizações não-governamentais na proteção ao meio ambiente. As políticas indutoras de comportamento referem-se a ações que objetivam influenciar o comportamento de indivíduos ou grupos sociais.” (p. 45).

Cunha e Coelho (2003) identificaram três fases de desenvolvimento das políticas ambientais no Brasil:

- 1ª fase de 1930 - 1971: construção de uma base de regulação dos usos dos recursos naturais;
- 2ª fase de 1972 - 1987: aumento da intervenção do Estado e percepção da crise ecológica global e;
- 3ª fase de 1988 até hoje: abertura democrática do governo e descentralização das decisões e ampliação da noção de desenvolvimento sustentável.

Barbieri (2004) relata que o poder público no Brasil começa a se preocupar com o meio ambiente, a partir da década de 1930 com a publicação do Código de Águas em 1934, e na década de 1960, o governo brasileiro intensifica a publicação das leis ambientais (**Quadro 1**), iniciando a ampliação das políticas públicas ambientais.

Legislação	Número da Lei	Objetivo da Lei
Código de Águas	Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934.	Decreta o Código de Águas
Código Florestal	Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965.	Institui o Código Florestal
Código de Minas (Mineração)	Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967.	Dá nova redação ao Decreto-lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1940. (Código de Minas)
Código de Caça (Proteção à Fauna)	Lei nº 5.197, de 3 de janeiro de 1967.	Dispõe sobre a proteção à fauna e dá outras providências.

Quadro 1: Primeiras leis ambientais do Brasil.

Fonte: BRASIL, 2007.

Ainda segundo o mesmo autor, a segunda fase de desenvolvimento da política pública ambiental no Brasil tem início após a Conferência de Estocolmo de 1972, quando as preocupações ambientais se tornam mais intensas. A partir de 1981 houve uma grande evolução da legislação ambiental com a publicação da Política Nacional de Meio Ambiente - PNMA e, posteriormente, com as demais leis ambientais publicadas, que visam à proteção, conservação e a preservação dos recursos naturais brasileiros.

O Brasil avançou bastante, no âmbito legal, depois da PNMA e da Constituição Federal de 1988, que destaca o Meio Ambiente no Capítulo VI e em seu Artigo 225, que tem como base, o princípio do desenvolvimento sustentável, que foi definido no *Nosso futuro comum*. O Artigo 225 da Constituição de 1988 diz:

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

As leis ambientais brasileiras são instrumentos de política pública que, dependendo da categoria, vão estabelecer critérios e padrões legais para reduzir os impactos causados pelas ações antrópicas. Esses instrumentos podem ser explícitos ou implícitos. Barbieri (2004) explica que os primeiros são criados para alcançar efeitos ambientais benéficos específicos, enquanto os segundos alcançam tais efeitos pela via indireta, pois não foram criados para isso.

Por isso, quando se fala em instrumento de política pública ambiental, geralmente se quer indicar aquele que visa diretamente às questões ambientais, ou seja, os instrumentos explícitos, que por sua vez podem ser classificados em três grandes grupos conforme mostra o **Quadro 2** (Barbieri, 2004). Neste quadro podemos destacar o zoneamento ambiental como um instrumento de gestão da política pública ambiental.

Gênero	Espécies
Comando e Controle	<ul style="list-style-type: none"> • Padrão de emissão. • Padrão de qualidade. • Padrão de desempenho. • Padrões tecnológicos. • Proibições e restrições sobre produção, comercialização e uso de produtos e processos. • Licenciamento ambiental. • Zoneamento ambiental. • Estudo prévio de impacto ambiental.
Econômico	<ul style="list-style-type: none"> • Tributação sobre poluição. • Tributação sobre uso de recursos naturais. • Incentivos fiscais para reduzir emissões e conservar recursos. • Financiamentos em condições especiais. • Criação e sustentação de mercados de produtos ambientalmente saudáveis. • Permissões negociáveis. • Sistema de depósito-retorno. • Poder de compra do Estado.
Outros	<ul style="list-style-type: none"> • Apoio ao desenvolvimento científico e tecnológico. • Educação Ambiental. • Unidades de Conservação. • Informações ao público.

Quadro 2: Instrumentos de Política Pública Ambiental - Classificação e Exemplos.
Fonte: Barbieri (2004, p. 61)

O Zoneamento Ambiental é um instrumento da Política Nacional de Meio Ambiente que foi instituída pela Lei 6.938/1981, citado no Artigo 9º, no inciso II, sendo regulamentado pelo Decreto nº 4.297/2002 que estabeleceu os critérios mínimos para execução deste instrumento.

Silva e Santos (2004) relatam que nas atividades de planejamento ambiental é comum adotar a estratégia de avaliar um território por meio de seu zoneamento – método apontado como integrador de informações ambientais. Os autores definem:

“Zoneamento é a identificação e a delimitação de unidades ambientais em um determinado espaço físico, segundo suas vocações e fragilidades, acertos e conflitos, determinadas a partir dos elementos que compõem o meio planejado. Seu resultado é a apresentação de um conjunto de unidades, cada qual sujeita as normas específicas para o desenvolvimento de atividades e para a conservação do meio”. (p. 227)

Barbieri (2004) menciona que o zoneamento ambiental restringe o direito de propriedade na medida em que estabelece categorias de zonas destinadas à instalação de unidades produtivas. E, apesar de ser restritivo, Prette e Matteo (2006) explicam que o zoneamento é um instrumento de ação utilizado pelo poder público e pelos agentes privados. Este instrumento é um “mecanismo” de gestão ambiental, que pode ser aplicado nas ações de conservação e preservação dos recursos naturais.

O termo zoneamento ambiental, por ser amplo, pode ser desmembrado em vários tipos de zoneamento, tais como: enquadramento dos cursos d’água em classes, zoneamento ecológico-econômico (ZEE), plano diretor e outros. Além das leis federais que abordam o zoneamento, observamos que a Constituição Estadual do Rio de Janeiro, sancionada em 1989, passou a mencionar o zoneamento ambiental como instrumento para elaboração de planos de manejo das Áreas de Proteção Ambiental - APA’s e demais unidades de conservação e, em seu Artigo 266, determina que o Estado deve promover, com a participação dos municípios e comunidades, o zoneamento ambiental do Estado.

As leis brasileiras que tratam o zoneamento ambiental podem ser exemplificadas, conforme **Quadro 3** a seguir.

Legislação	Objetivo da Lei
Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981.	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. (Lei do SNUC)	Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências.
Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001. (Estatuto da Cidade)	Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal e estabelece as diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências
Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988. (PNGC)	Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências.
Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005.	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

Quadro 3: Legislação Federal referente ao zoneamento.

Fonte: BRASIL e MMA (2007).

2.2 - Políticas de Recursos Hídricos no Brasil

A gestão de recursos hídricos no Brasil tem início com a publicação do Código de Águas de 1934. Em 1997, com a Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH, instituída pela Lei nº 9.433/1997, a gestão deu um grande salto de qualidade, ampliando a forma de gerir os recursos hídricos. Em seu Artigo 5º, a PNRH define os seguintes instrumentos: I - os Planos de Recursos Hídricos; II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos; V - a compensação a municípios e; VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

Os instrumentos da PNRH podem ser classificados segundo as categorias dos instrumentos da política pública, conforme proposto por Barbieri (2004). Assim, observamos que os incisos I e II são instrumentos de comando e controle, por tratarem de formas diferentes de zoneamento e o segundo inciso é aplicado de forma específica pela Resolução CONAMA nº 357/2005; os incisos III, IV e V são instrumentos econômicos e o inciso VI é classificado como outros instrumentos.

Segundo Moreno Júnior (2006), no Estado do Rio de Janeiro, as políticas ambientais tiveram início a partir de 1975, com a criação do SIPROL - Sistema de Proteção dos Lagos e Cursos D'Água no Estado do Rio de Janeiro, conforme destacado no **Quadros A e B - Anexo 1**, que compila algumas leis ambientais federais e estaduais, referentes aos recursos hídricos.

Na Constituição do Estado do Rio de Janeiro de 1989 há um capítulo específico que trata do meio ambiente (Capítulo VIII - Artigos 261 a 282) e somente dez anos depois houve a promulgação da Lei nº 3.239/1999, que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos - PERH e estabelece as diretrizes e os instrumentos desta política. A partir desta lei, o governo pode planejar e gerenciar melhor os recursos hídricos do estado, realizando, a execução dos instrumentos propostos pela lei.

Observamos que nas duas leis que abordam o tema recursos hídricos - a lei federal nº 9.433/1997 e a lei estadual nº 3.239/1999 - os instrumentos são praticamente os mesmos, mas na legislação estadual há a inserção de um instrumento a mais, o Programa Estadual de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos (PROHIDRO). Além disso, ambas estabelecem a bacia hidrográfica como unidade de planejamento.

Pelo fato das leis serem semelhantes, a competência de tratar o recurso hídrico é dada pelos limites político-administrativos. A competência de tratar os rios federais, ou seja, os rios que drenam mais de dois estados, como o rio Paraíba do Sul, o rio São Francisco e outros, é dos órgãos federais, entre eles a Agência Nacional de Águas (ANA). Os rios estaduais estão totalmente inseridos em um único estado, como o caso da bacia do rio Macacu, cuja competência é estadual.

A partir da Lei nº 3.239/1999, o governo pode planejar e gerenciar melhor os recursos hídricos do estado, através dos planos diretores de recursos hídricos e os outros planos definidos na lei. O Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara - PDRH-BG, que drena o município do Rio de Janeiro e outros 15 municípios da Região Metropolitana que bordejam a Baía de Guanabara.

Segundo o PDRH-BG (2005), o objetivo é otimizar a utilização da água, harmonizando conflitos e melhorando as condições de disponibilidade hídrica em volume e qualidade compatíveis com seus vários usos, além de propor ações para reduzir a ocorrência e a extensão de eventos extremos, conforme previsto na Lei nº 3.239/99. Entre as propostas do PDRH-BG está o enquadramento dos cursos d'água e este está diretamente relacionado com a concessão da outorga de direito de uso.

A outorga de direito de uso dos recursos hídricos é o ato administrativo que visa racionalizar a utilização múltipla das águas superficiais e subterrâneas por

prazo determinado, tendo como prioridade o consumo humano conforme a Lei 3.239/1999 e a recente Portaria SERLA nº 567/2007, que tem como objetivo estabelecer os critérios gerais e procedimentos técnicos e administrativos para o cadastro de usuários.

No Capítulo V desta portaria está definido o conceito e objetivo da outorga, a variável da vazão de referência ($Q_{7,10}$), a vazão mínima ambiental ou vazão ecológica (50% da $Q_{7,10}$) e os usos insignificantes. A outorga é concedida para a captação de águas superficiais, extração de águas subterrâneas e para o lançamento de efluentes nos corpos hídricos. Este último deve ter seu lançamento a montante do ponto de captação e deve respeitar o enquadramento do corpo hídrico de lançamento (Capítulo VI - Portaria SERLA nº 567/2007).

Segundo ANA (2006, p.204), os usos da água podem ser não consuntivos – aqueles que não afetam significativamente a quantidade da água; e consuntivos, aqueles que implicam a redução da disponibilidade hídrica.

A mesma fonte ainda explica que os usos não consuntivos referem-se às atividades de hidroeletricidade, navegação, recreação e lazer, piscicultura e aquicultura. Essas atividades não afetam a disponibilidade quantitativa da água e podem ter efeitos sobre a qualidade e/ou sobre o regime de vazões do manancial. Os usos consuntivos referem-se aos usos urbano (doméstico e público), rural (comunidades), agropecuário (irrigação e animal) e industrial. Esses são de particular interesse por consumirem a água disponível aos diversos usos.

2.3 - Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO

O enquadramento dos corpos d'água, já mencionado anteriormente, é um instrumento da Lei 9.433/1997, e os critérios de classificação dos recursos são definidos pela Resolução CONAMA 357/2005, que estabelece cinco classes de uso para as águas doces, em seu Artigo 4º, e vários parâmetros são utilizados para avaliar a qualidade da água. Dentre os parâmetros citados na resolução, utilizaremos a Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO.

Segundo Von Sperling (1996), a demanda bioquímica de oxigênio é o parâmetro de qualidade da água mais utilizado, para caracterizar as águas residuárias bruta e tratada, e também os cursos d'água. A quantidade de matéria orgânica presente na água, indicada pela DBO, é importante para saber o potencial de poluente do efluente a ser lançado, a dimensão do sistema de tratamento mais

adequado para o efluente e para medir a melhor eficiência do sistema.

Ainda o mesmo autor explica que a matéria orgânica presente nos corpos d'água e nos esgotos é uma importante característica, para mensurar o grau de poluição das águas, pois dependendo da quantidade de matéria orgânica, o consumo do oxigênio dissolvido pelos microrganismos nos seus processos metabólicos de utilização e estabilização serão maiores ou menores.

A DBO é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica por decomposição microbiana aeróbia para uma forma inorgânica estável. A DBO é normalmente considerada como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Um período de tempo de 5 dias numa temperatura de incubação de 20° C é freqüentemente usado e referido como DBO_{5,20}, cuja unidade de medida é miligramas por litro (mg/L), (Universidade da Água, 2007)

Ainda segundo a Universidade da Água (2007) e Von Sperling (1996), o aumento da DBO em um corpo hídrico pode ser provocado por despejos de origem natural com matéria orgânica vegetal ou animal e de origem antropogênica com despejos domésticos e industriais. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir à completa extinção do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática.

O rio depois que recebe o efluente, rico em matéria orgânica, inicia o processo natural de autodepuração, que resultará na total decomposição do produto lançado e a limpeza do rio. O processo de autodepuração realizado no rio se divide em estágios de sucessão ecológica que podem ser fisicamente identificados nos rio, sendo quatro zonas principais (Von Sperling, 1996):

- Zona de águas limpas é a área à montante do ponto de lançamento e está caracterizada pelo equilíbrio ecológico e pela elevada qualidade de água;
- Zona de degradação tem início no ponto de lançamento do efluente;
- Zona de decomposição ativa apresenta a pior qualidade da água, pois os microrganismos que vão decompor a matéria orgânica entram em ação consumindo o oxigênio, e;
- Zona de recuperação tem início após a fase de consumo da matéria orgânica, quando o rio inicia seu processo para limpar as águas, retornando ao estágio inicial.

No **Quadro 4** apresentamos as classes de água doce, os usos de cada classe e os limites de lançamento de efluentes com DBO_{5,20} (mg/L), conforme estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

Classe	Usos	Limite Superior DBO_{5,20}(mg/L)
Classe Especial	a) ao abastecimento para 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.	vedado
Classe 1	a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 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 película; e e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.	3 mg/L
Classe 2	a) ao abastecimento para 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 nº 274, de 2000; d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e e) à aquicultura e à atividade de pesca.	5 mg/L
Classe 3	a) ao abastecimento para 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.	10 mg/L
Classe 4	a) à navegação; e b) à harmonia paisagística.	Limite não especificado

Quadro 4: Classificação de águas doces segundo Resolução CONAMA nº 357/2005

Fonte: Resolução Conama nº 357/2005.

O Quadro acima resume os valores permitidos para o lançamento de efluentes, considerando apenas a DBO, respeitando os valores de referência da Resolução CONAMA nº 357/2005.

Podemos destacar que as águas doces que são enquadradas na classe especial, não é permitido o lançamento de DBO, segundo o Artigo 32, da Resolução supra citada.

Somente há valores de referência para a água doce com enquadramento nas classes 1, 2 e 3 cujos valores são 3 mg/L, 5mg/L e 10mg/L, respectivamente e não há nenhum limite especificado na legislação para a água doce enquadrada na classe 4.

CAPÍTULO 3

3 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 - Área de Estudo

A bacia do rio Macacu é integrante da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara. Sua área de drenagem é de 1.260km², correspondendo a 27% do total da área de contribuição à Baía, da ordem de 4.600km². Seus limites geográficos são: ao norte e noroeste a Serra dos Órgãos e seus contrafortes, a nordeste, a Serra de Macaé de Cima, a leste, a Serra da Botija e de Monte Azul e, ao sul, a Serra do Sambê e dos Garcias.

A área de drenagem da bacia do rio Macacu pertence aos municípios de Cachoeira de Macacu - na sua totalidade, Guapimirim e Itaboraí. O curso d'água principal (rio Macacu - canal de Imunana - rio Guapi-açu) tem direção NE-SW, sendo que sua nascente principal localiza-se no município de Cachoeira de Macacu, na serra da Boa Vista, dentro dos limites do Parque Estadual dos Três Picos, acima da localidade conhecida como Meio da Serra, apresentando cota de nascente a 1.800m. Sua foz localiza-se dentro da Área de Proteção Ambiental de Guapimirim. (PDRH-BG, 2006) (**Figuras 1 e 2**).

O rio Macacu está localizado na porção leste da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara. Porém, para o nosso estudo consideramos apenas as bacias dos rios Macacu e Guapi-açu até a captação da CEDAE de Imunana-Laranjal (inclusive).

A Região Metropolitana do Rio de Janeiro - RMRJ conta com dois principais mananciais para abastecimento de água. O rio Macacu é o principal manancial dos municípios de Cachoeiras de Macacu, Guapimirim, Itaboraí, São Gonçalo, Niterói e o bairro de Paquetá, localizados na faixa leste da Baía de Guanabara, responsável pelo abastecimento de cerca de 2,5 milhões de habitantes.

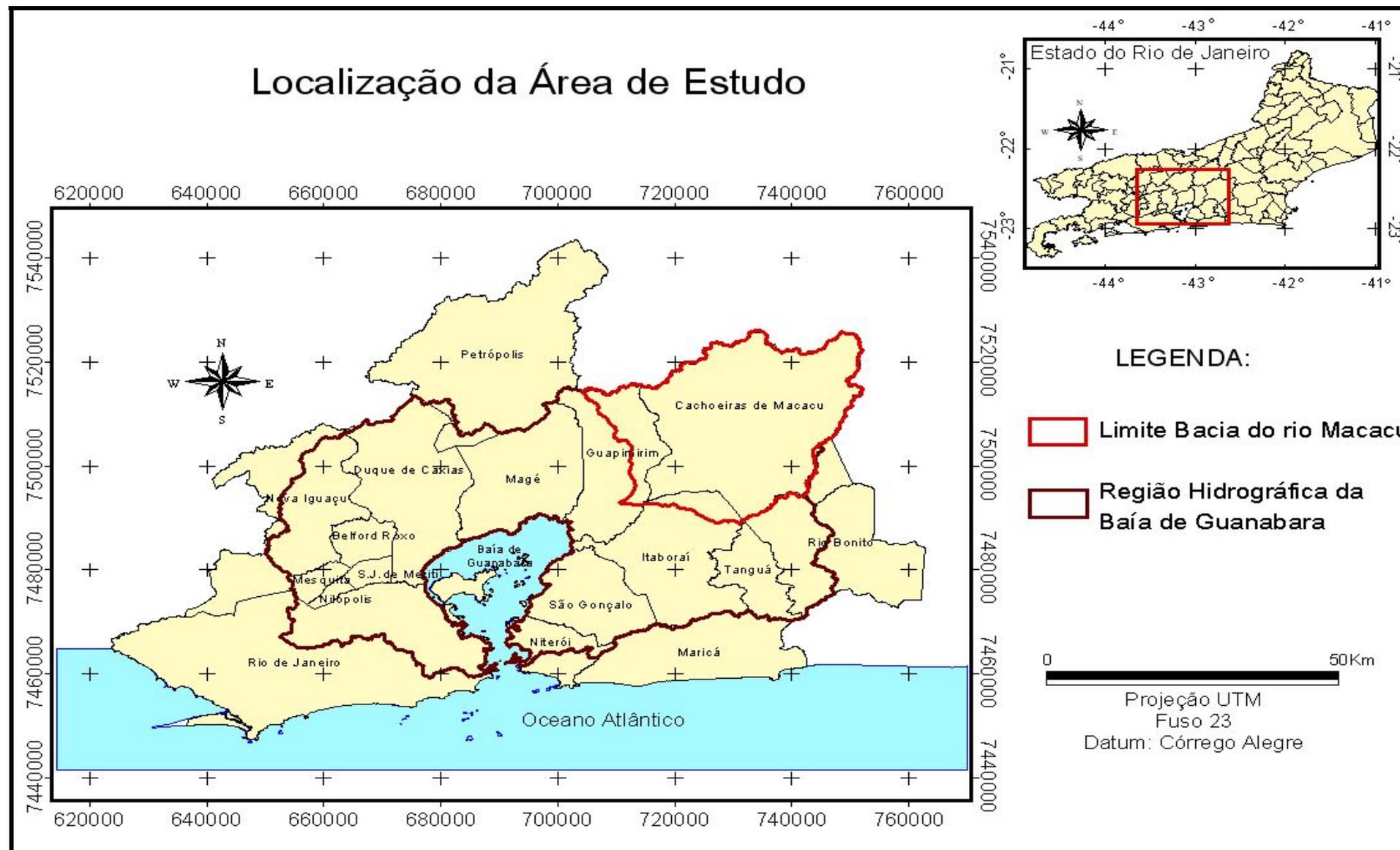


Figura 1: Mapa de Localização da Bacia do rio Macacu.

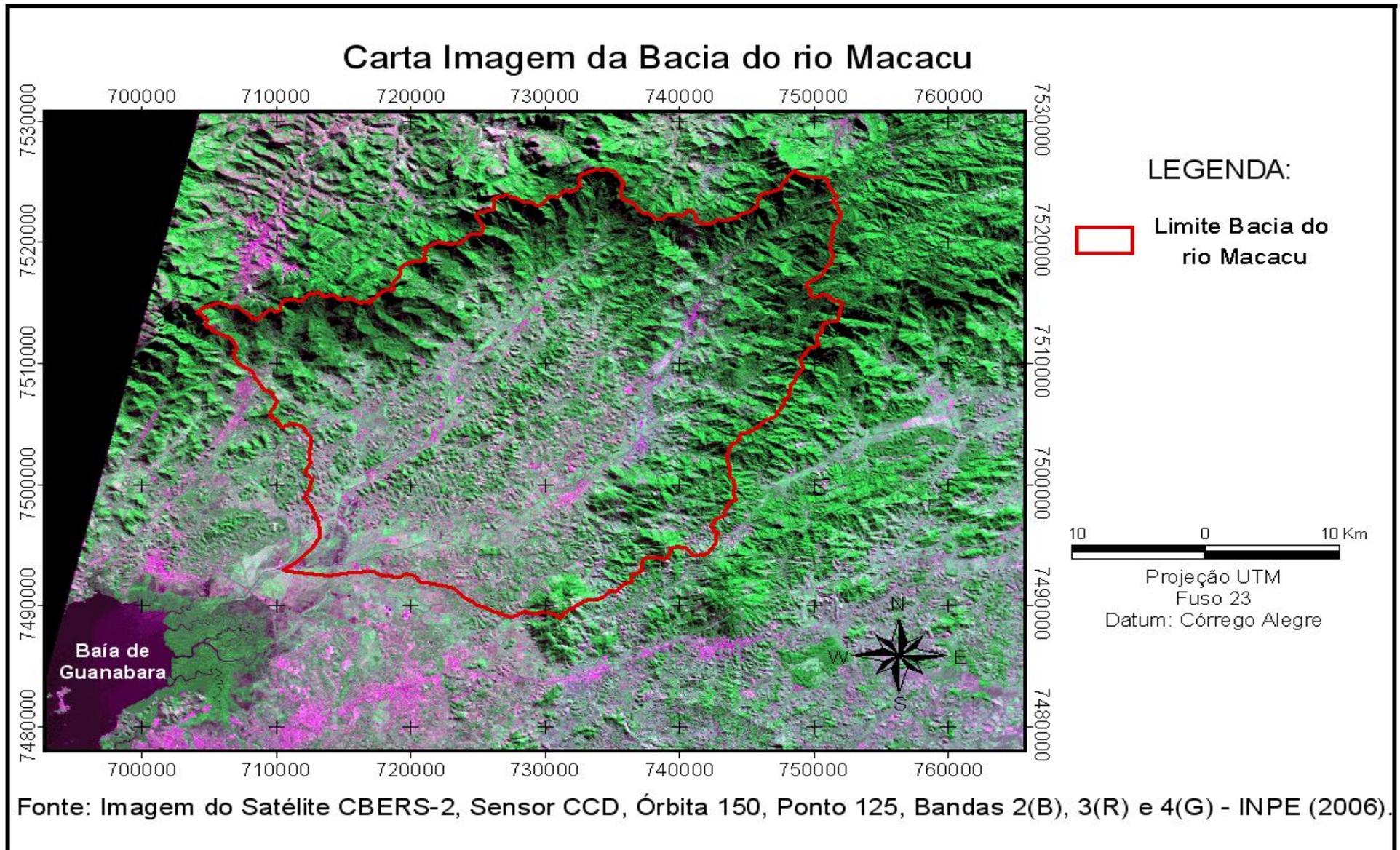


Figura 2 - Carta Imagem da Bacia do rio Macacu. Fonte: INPE (2006).

O rio Guandu é o manancial dos municípios localizados na faixa oeste da Baía de Guanabara e parte dos municípios da Baixada Fluminense, sendo responsável pelo abastecimento de cerca de 6,0 milhões de habitantes.

Os principais afluentes do rio Macacu, nos trechos superior e médio, são os rios São Joaquim, Bela Vista, Bengala, Soarinho, das Pedras, Pontilhão e Alto Jacu, pela margem esquerda. Pela margem direita, os rios Duas Barras, Cassiano, e Guapi-Açu, sendo este último seu maior afluente (**Figura 3**). A partir da confluência com o rio Guapi-Açu, inicia-se o Canal de Imunana (**Figura 4**), construído pelo extinto DNOS - Departamento Nacional de Obras e Saneamento, com o objetivo de drenar as áreas de baixada adjacentes, freqüentemente inundadas. A partir da construção do Canal de Imunana, o curso natural do rio Macacu foi desviado, unindo-se ao rio Guapimirim.

Dessa forma, atualmente, o rio Guapimirim é seu afluente pela margem direita e a bacia hidrográfica é conhecida também com o nome de Guapi-Macacu. O rio Caceribu que era afluente pela margem esquerda, ganhou a partir das obras mencionadas, desembocadura independente na Baía de Guanabara. (Costa, 1999)

Bacia Hidrográfica do rio Macacu

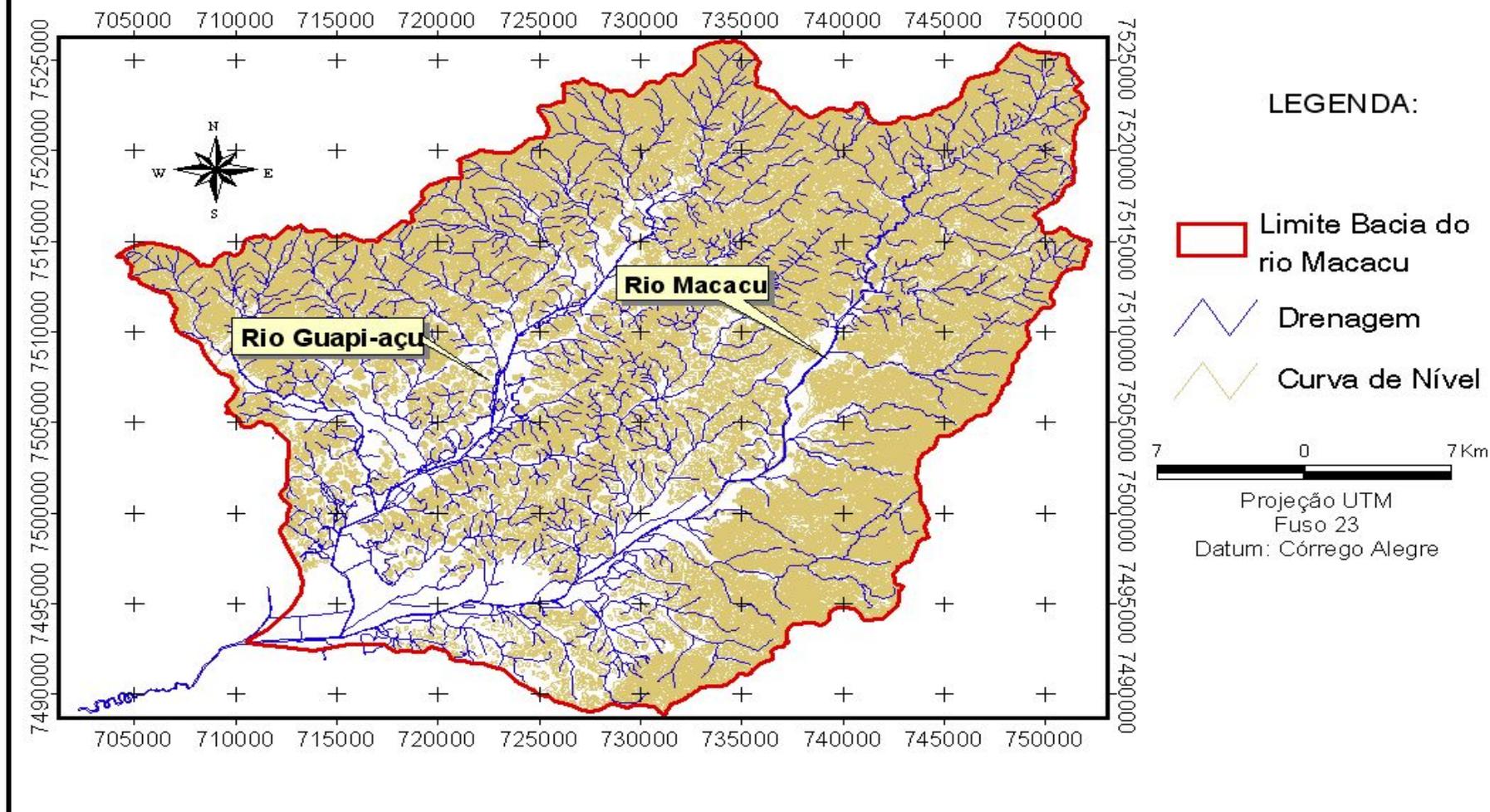


Figura 3: Bacia Hidrográfica do rio Macacu.

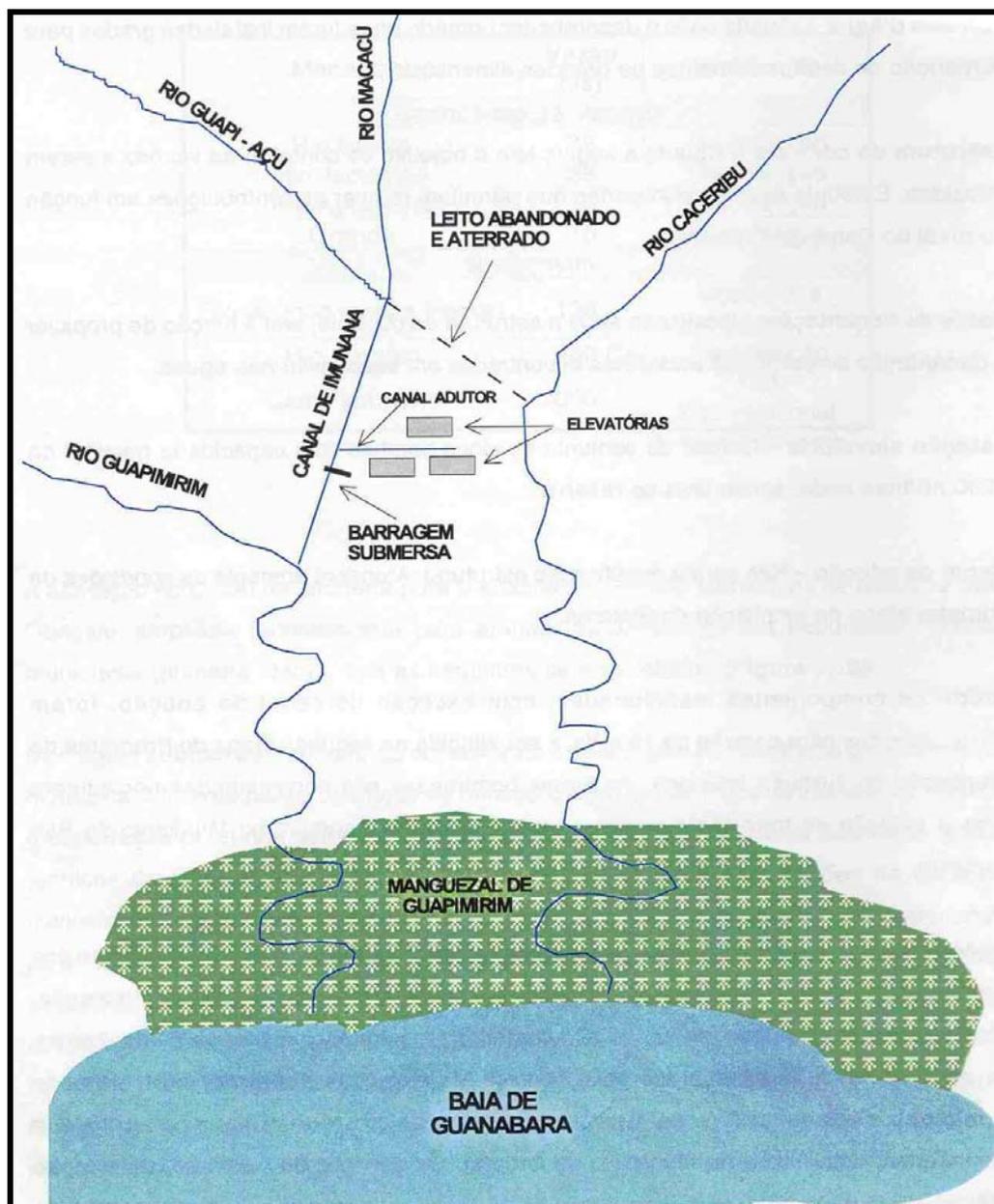


Figura 4: Esquema Geral do Sistema de Captação de Imunana - CEDAE.
 Fonte: Costa (1999, p. 110)

Os rios principais têm suas nascentes na escarpa do relevo da serra dos Órgãos, cuja densidade de drenagem é alta, com características variáveis entre os padrões dendríticos e paralelas ou treliça a retangular.

No perfil longitudinal dos rios Macacu e Guapi-açu (**Figuras 5 e 6**), a drenagem percorre áreas predominantemente suaves, na maior parte do percurso, após a ruptura de declive da serra do Mar. Ao longo do terreno colinoso a densidade de drenagem é baixa, com um padrão irregular dendrítico e vales entulhados de sedimentos de origem fluvial ou coluvial. (PDRH-BG, 2006)

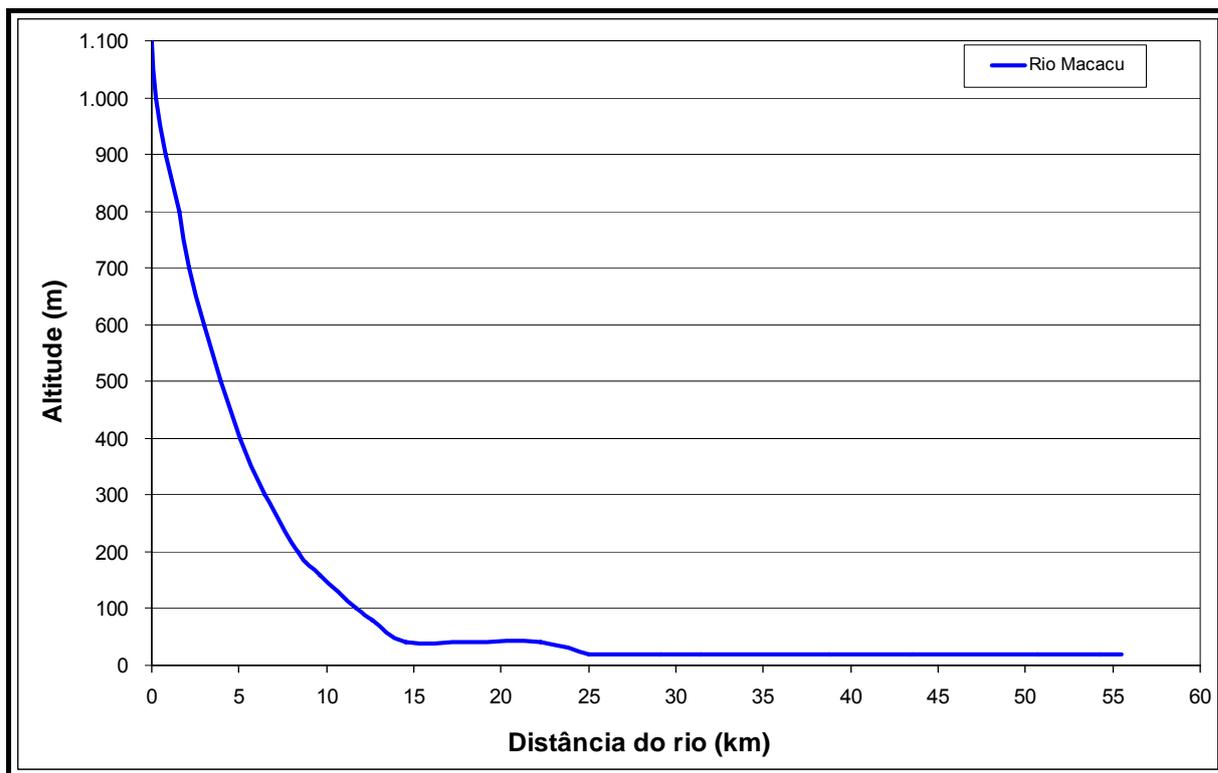


Figura 5: Perfil Topográfico do rio Macacu.

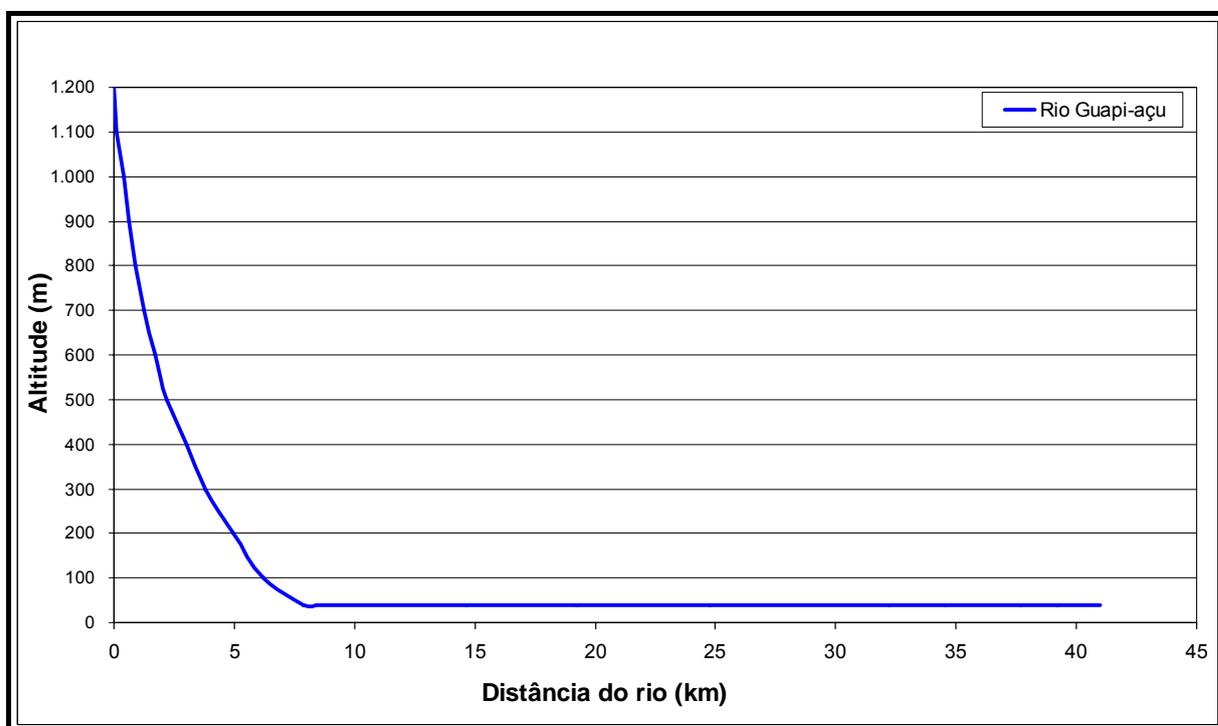


Figura 6: Perfil Topográfico do rio Guapi-açu.

A topografia tem ruptura acentuada entre terrenos mais escarpados relativos aos condicionantes da serra do Mar e a suave topografia da extensa área de colinas e planícies aluvionares e flúvio-marinhas. (PDRH-BG, 2006)

O rio Macacu possui uma variação de altitude entre 1.100m e 20m e o rio Guapi-açu possui uma variação de altitude entre 1.200m e 40m. Em função da escala das cartas topográficas (1:50.000) não é possível definir claramente, a divisão entre alto, médio e baixo cursos. O relevo escarpado na cabeceira de drenagem e a ruptura de declive que no Macacu é na altitude de 200m e no Guapi-açu é na altitude de 100m, dificulta a delimitação e a visualização destas divisões.

3.2 - Indicador do Meio Físico

3.2.1 - Geomorfologia

Sob o ponto de vista morfológico, encontra-se na bacia hidrográfica do rio Macacu, de montante para jusante, as escarpas e reversos da Serra do Mar, seguidos de colinas e maciços costeiros, pequena área de tabuleiros costeiros e, finalmente, grandes áreas de planícies costeiras e de acumulação fluvial (**Figura 7**).

A Serra do Mar constitui-se em nítida barreira para as chuvas orográficas, provocando índices mais elevados de precipitação pluviométrica nas áreas próximas às escarpas. As colinas e maciços costeiros, situados na área de transição entre as escarpas da Serra do Mar e as planícies costeiras, apresentam formação menos acidentada, tendo as colinas de forma arredondada e os maciços com altitudes inferiores a 1.000m.

As formações de tabuleiros costeiros são observadas somente em pequena área, a leste da bacia do rio Macacu, entremeada de planícies costeiras. As planícies costeiras, chamadas de Baixada Fluminense, formadas por superfícies planas e de baixa altitude, abrangem grande percentagem da área da bacia. Desenvolvem-se desde a linha do litoral, acompanhando os vales dos rios Macacu, Guapi-Açu e Guapimirim. (PDRH-BG, 2006)

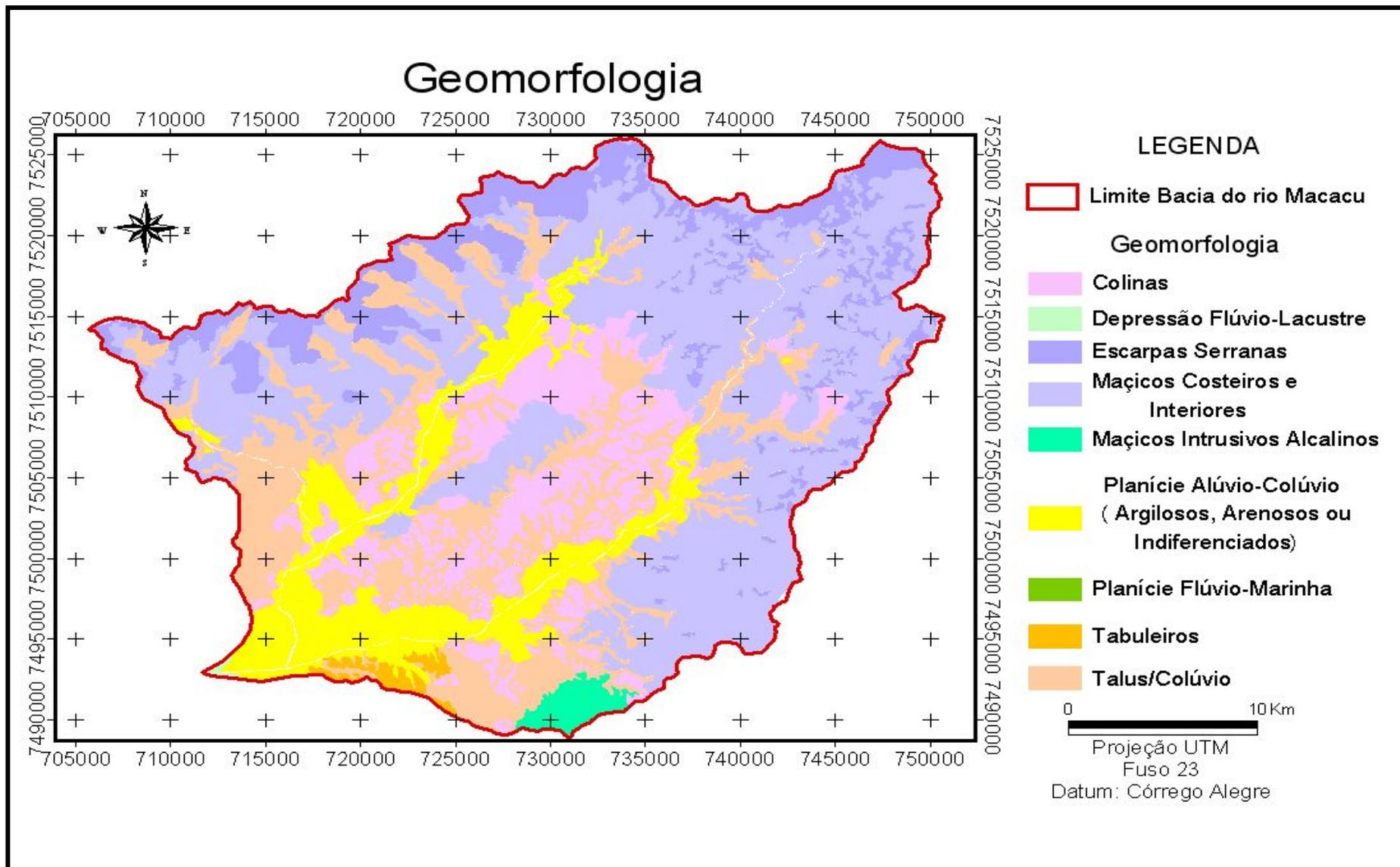


Figura 7: Mapa Geomorfológico da Bacia do rio Macacu. Fonte: PDRH-BG, (2006).

3.3 - Indicador do Meio Socioeconômico

3.3.1 - Uso e cobertura do solo

Ao observarmos o mapa (**Figura 8**), que inicialmente foi produzido pelo PDRH-BG (2006) e atualizado com as ortofotos, identificamos que em relação ao uso do solo, temos as classes de afloramento rochoso, solo nu, área urbana, áreas agrícolas e de pastagem, campo inundável. Em relação à cobertura vegetal do solo podemos identificar diferentes estágios da vegetação: florestas (de inicial a densa) e a vegetação secundária (estágios inicial, médio e secundário).

A vegetação original da área de estudo é a mata atlântica, que se encontra preservada em algumas unidades de conservação, descritas no próximo item. A área coberta com Mata Atlântica podia ser subdividida nos seguintes tipos florestais:

- Floresta de Terras Baixas - encontrada nos ambientes com altitudes variando de 5m a 50m, associadas às formas de relevo que incluem planícies fluviais, tabuleiros e colinas "meia laranja", desenvolvendo-se desde as áreas alagadas (floresta de pântano) até as áreas mais bem drenadas. Esta floresta foi a primeira a ser devastada no período da colonização do Brasil, para plantação da cana-de-açúcar;
- Floresta Submontana - ocorria na faixa de altitude entre 50m e 500m, nas áreas dissecadas da Serra do Mar e maciços isolados. Esse tipo de floresta encontrado na região foi quase toda destruída durante o ciclo do café. Pequenas áreas de remanescentes ainda existem na Serra dos Garcias (divisa dos municípios de Cachoeiras de Macacu e Itaboraí);
- Floresta Montana - compreendia as áreas com altitudes variando entre 500m e 1.500m, nos locais de relevo íngreme. Pela dificuldade de acesso, não foi tão devastada e encontram-se remanescentes no Parque Nacional da Serra dos Órgãos;
- Floresta Alto Montana - ocupava faixa com altitudes superiores a 1.500m. O solo normalmente é raso e a atmosfera, quase sempre, úmida. Também devido à dificuldade de acesso, não sofreu grande devastação. A vegetação remanescente é encontrada na Serra dos Órgãos. (Amador, 1997).

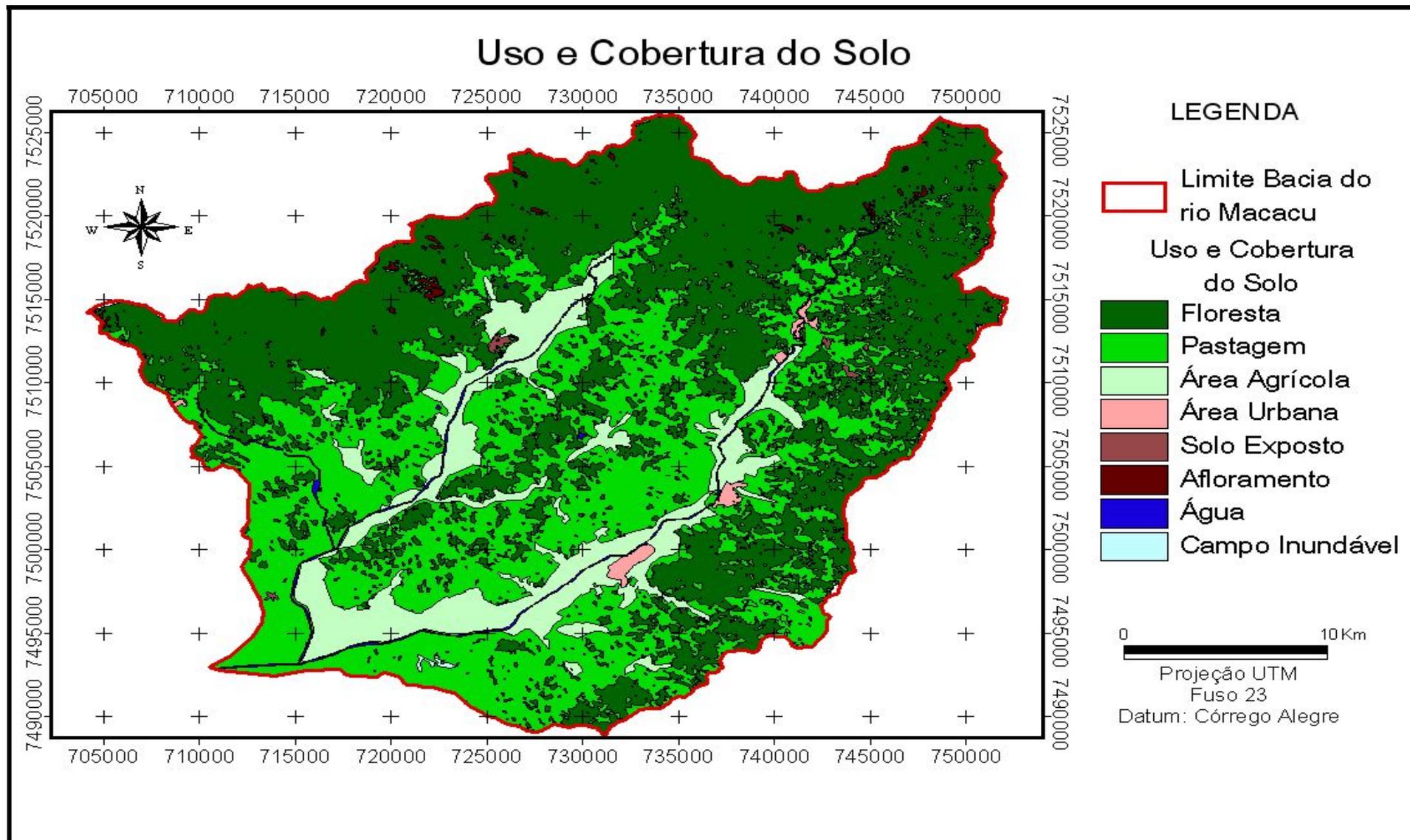


Figura 8: Mapa de Uso e Cobertura do Solo da Bacia do rio Macacu. Fonte: Adaptado de PDRH-BG, 2006.

3.3.2 - Setores censitários

Segundo o IBGE (2000), a menor unidade territorial utilizada para realizar a pesquisa de campo do Censo Demográfico é o setor censitário. O setor censitário tem limites físicos identificáveis em campo, com dimensão adequada à operação de pesquisas, cujo conjunto esgota a totalidade do Território Nacional, o que permite assegurar a plena cobertura do País.

Com base nos setores censitários dos municípios que possuem território, em sua totalidade ou em parte, dentro da bacia hidrográfica do rio Macacu, foi possível identificar as áreas urbanas e rurais e as respectivas populações residentes, o que possibilita agregá-los em bases espaciais específicas, com o uso do SIG, cujas informações interferem na demanda hídrica, e a metodologia será apresentado no Capítulo 4 e os resultados, no Capítulo 5.

3.4 - Indicadores do Meio Jurídico-Institucional

3.4.1 - Enquadramento dos corpos d'água

O enquadramento dos corpos d'água é um instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos, a Lei 9.433/1997 e os critérios de classificação dos recursos são definidos pela Resolução CONAMA 357/2005, que estabelece cinco classes de uso para as águas doces, em seu Artigo 4º.

Para a bacia do Macacu foram propostas três classes de água doce (**Figura 9 e Quadro 4**), de acordo com PDRH-BG:

Classe Especial: Foram enquadrados nessa classe os trechos dos cursos d'água correspondentes às cabeceiras dos rios que se encontram, em sua maioria, dentro de Unidades de Conservação. Tais trechos fluviais têm como finalidade a preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e, atualmente, são utilizados como nascentes para abastecimento de água, para comunidades locais, in natura, ou seja, sem tratamento ou com simples desinfecção. Assim, esses trechos devem ser preservados em suas condições naturais, não sendo recomendado o licenciamento de atividades antrópicas na sua área de drenagem, mesmo que não produzam lançamentos diretos de poluentes nos cursos d'água.

Classe 1: Foram enquadrados nessa classe os trechos dos cursos d'água, correspondentes às cabeceiras dos rios que não se encontram no interior de Unidades de Conservação e cujas águas podem ser utilizadas para abastecimento doméstico (com tratamento simplificado) e para recreação de contato primário e,

ainda, aos trechos de recarga dos aquíferos sedimentares. Nesses trechos das bacias, os ecossistemas devem ser relativamente preservados, admitindo-se a instalação de atividades antrópicas pouco agressivas ao meio ambiente e que não produzam lançamento de poluentes nos cursos d'água.

Classe 2: Foram enquadrados nessa classe os trechos dos cursos d'água, correspondentes aos trechos fluviais que devem ser preservados para utilização em abastecimento doméstico, com tratamento convencional, em irrigação de hortaliças e fruteiras e criação de peixes. Nessas áreas, admite-se a implantação de atividades econômicas, inclusive com lançamento de efluentes nos cursos d'água, desde que respeitados os limites desta classe, conforme determinado pela resolução supracitada.

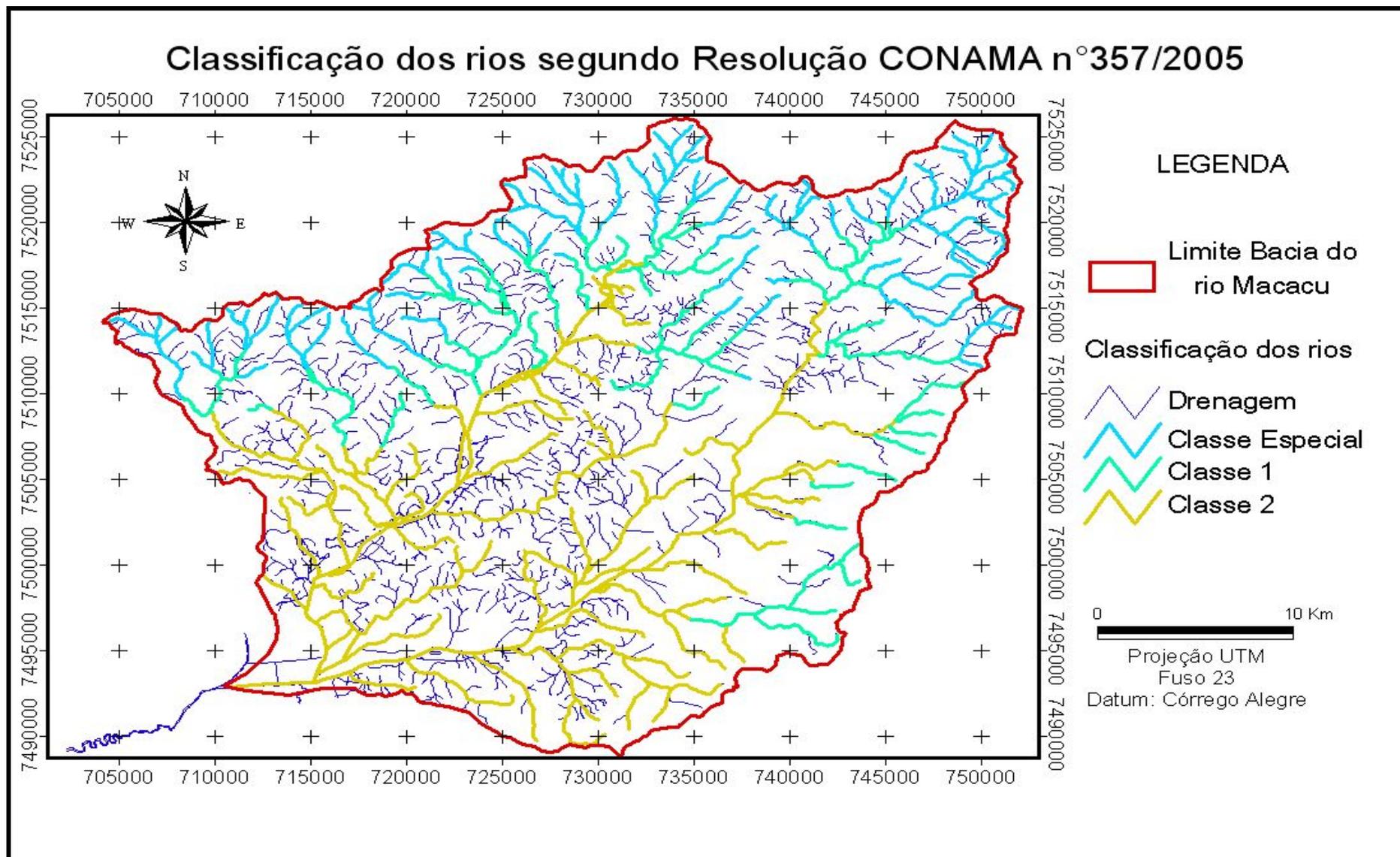


Figura 9: Mapa de Enquadramento dos Corpos d'água da bacia do rio Macacu. Fonte: PDRH-BG, (2006)

3.4.2 - Unidades de conservação

As unidades de conservação tiveram um efetivo avanço na sua criação, a partir da Lei do SNUC - Lei 9.985/2000 -, quando houve uma categorização de unidades: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável, com características distintas (**Quadro 5**).

Unidades de Proteção Integral	Unidades de Uso Sustentável
I. Estação Ecológica	I. Área de Proteção Ambiental – APA
II. Reserva Biológica	II. Área de Relevante Interesse Ecológico - ARIE
III. Parque Nacional	III. Floresta Nacional – FLONA
IV. Monumento Natural	IV. Reserva Extrativista
V. Refúgio de Vida Silvestre	V. Reserva de Fauna
	VI. Reserva de Desenvolvimento Sustentável
	VII. Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN

Quadro 5: Categorias de Unidades de Conservação.

Fonte: SNUC, 2000.

Ainda Segundo o SNUC (2000), todas as unidades de conservação devem ter plano de manejo e zona de amortecimento determinada pelo plano, este último com a exceção da APA e da RPPN, ambas de uso sustentável.

Na **Figura 10**, identificamos que das unidades de conservação existentes na bacia do Macacu, três são de proteção integral e duas são de uso sustentável.

- Unidades de Proteção Integral: Estação Ecológica Estadual Paraíso; Parque Nacional da Serra dos Órgãos e o Parque Estadual dos Três Picos.
- Unidades de Uso Sustentável: APA Macacu, APA de Petrópolis.

Apenas o Parque Nacional da Serra dos Órgãos possui o plano de manejo regulamentado e a vegetação que predomina nessas áreas de preservação e conservação são resquícios da Mata Atlântica. (PDRH-BG, 2006)

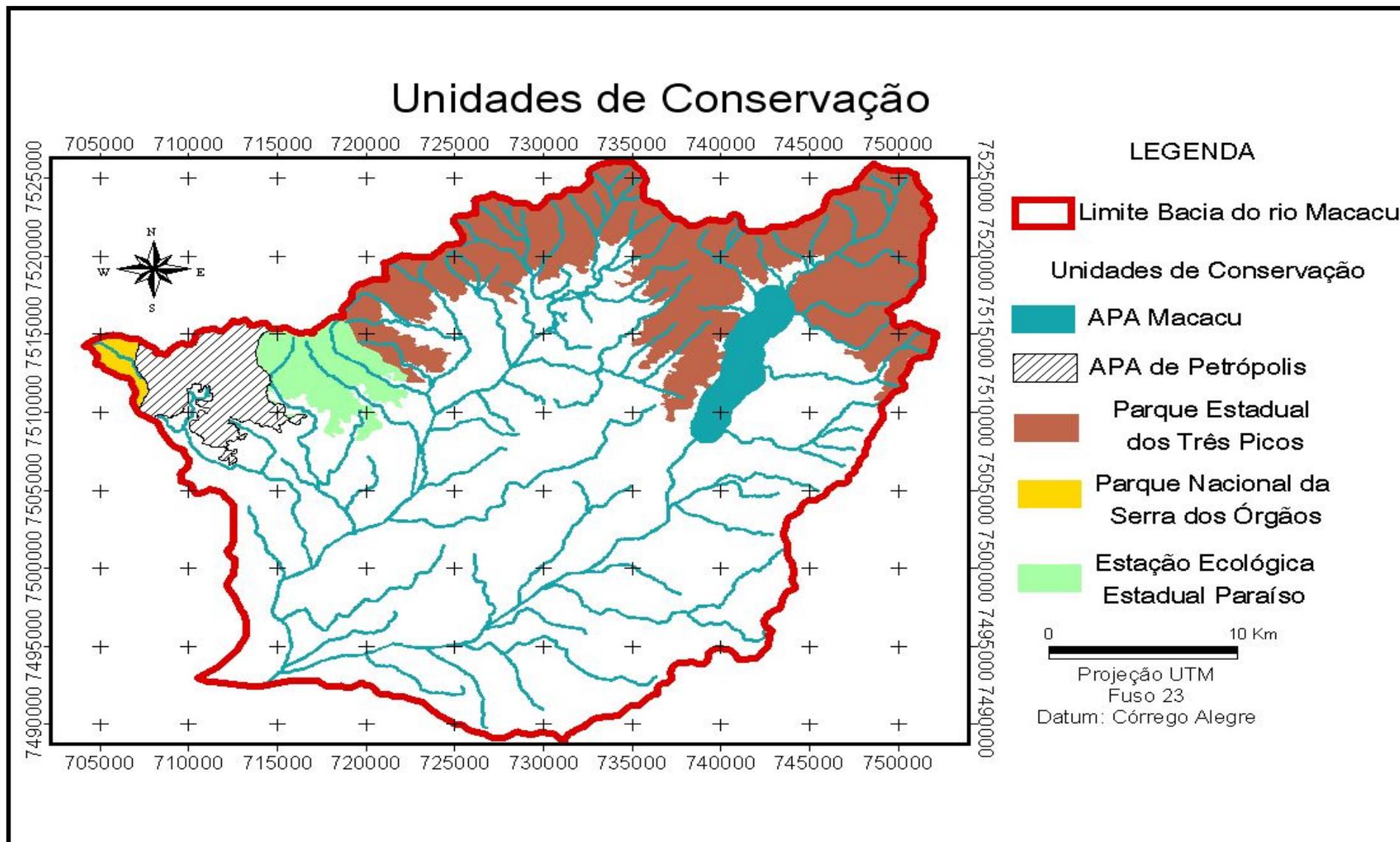


Figura 10: Mapa de Unidades de Conservação da Bacia do rio Macacu. Fonte: PDRH-BG, (2006)

CAPÍTULO 4

4 – MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 - Etapas Gerais da Pesquisa

A pesquisa está estruturada em seis etapas de desenvolvimento (**Figura 11**) e em algumas etapas foi necessário o uso de técnicas de geoprocessamento. Inicialmente foi realizado o levantamento bibliográfico, visando identificar a legislação pertinente, os conceitos e os parâmetros que foram utilizados. A seguir foi feito o levantamento cartográfico das cartas topográficas em escala 1:50.000, dos setores censitários e das ortofotos da área de estudo.

Na terceira etapa identificaram-se os temas que foram utilizados na caracterização da área de estudo e na avaliação dos usos do solo e da água. Os cálculos das estimativas de disponibilidade hídrica, de demanda hídrica e a carga de DBO foram realizados na quarta, quinta e sexta etapas, respectivamente. Em cada uma destas etapas foram produzidos mapas temáticos que apontam a relação entre os usos do solo e da água e o a carga de DBO.

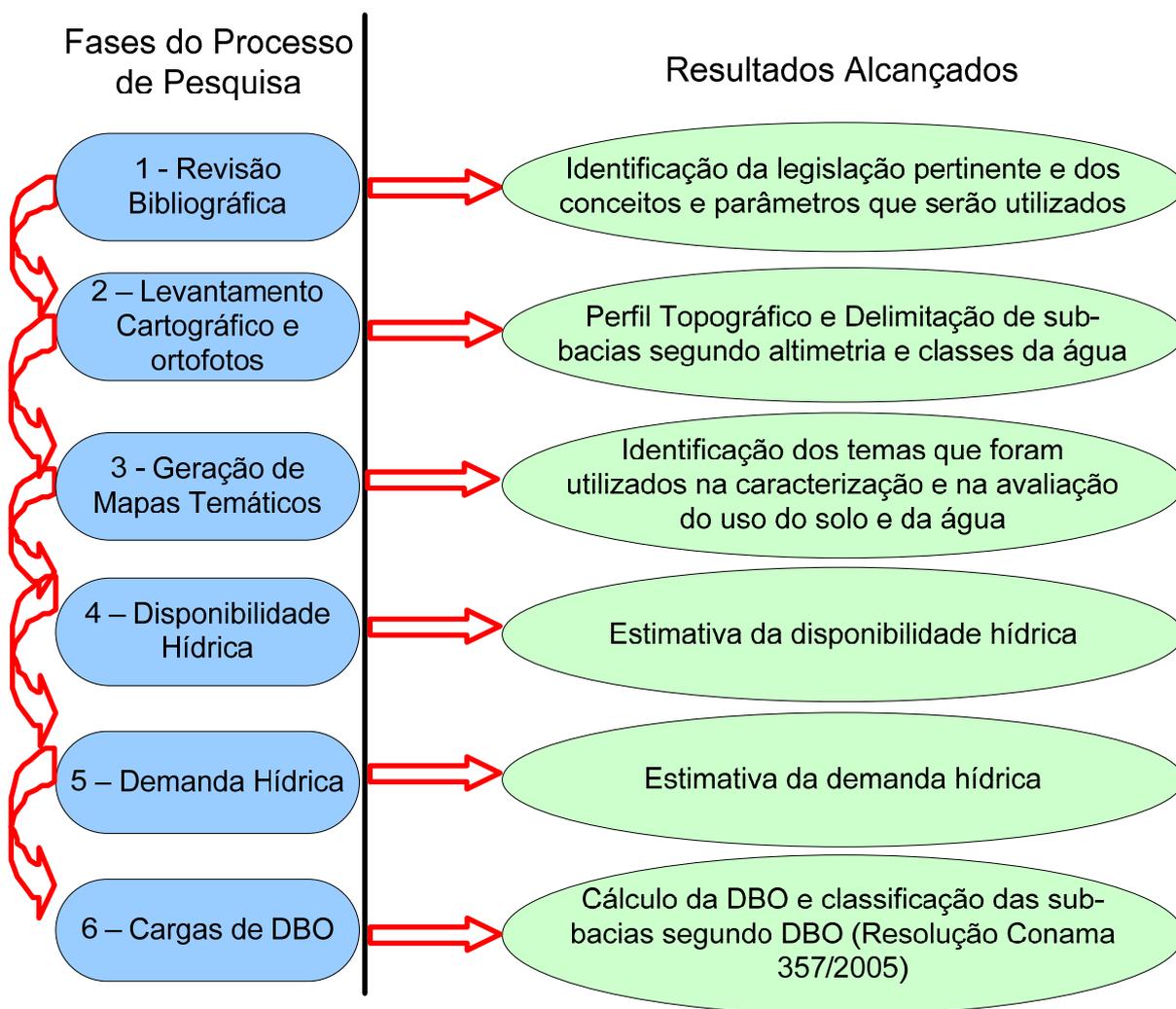


Figura 11 - Fases da Pesquisa e Resultados Alcançados

A seguir as três primeiras etapas serão descritas de forma detalhada, indicando os dados utilizados, a operação feita e os resultados alcançados.

A primeira etapa (**Figura 12**) foi caracterizada pela revisão bibliográfica de temas como enquadramento dos cursos d'água, zoneamento ambiental, recursos hídricos, DBO e legislação ambiental. Os dados utilizados foram extraídos de livros, artigos, teses e dissertações que contivessem conceitos e metodologias de zoneamento. O resultado desta etapa está descrito no Capítulo 2.

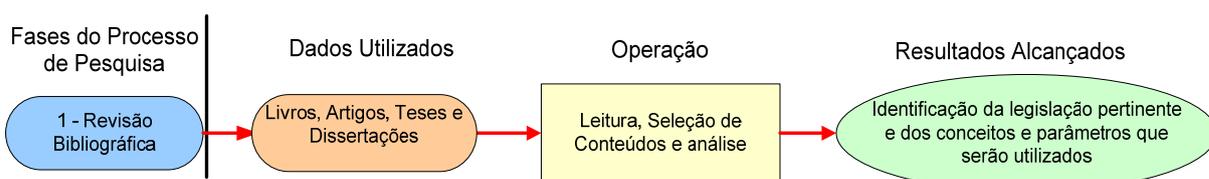


Figura 12: Primeira etapa da pesquisa

A segunda etapa (**Figura 13**) foi caracterizada pelo levantamento cartográfico e pela seleção das ortofotos que cobrem a área de estudo. As cartas topográficas em escala 1:50.000 que recobrem a área em estudo são: Itaipava, Teresópolis, Nova Friburgo, Petrópolis, Itaboraí e Rio Bonito. Todas as cartas vetorizadas foram adquiridas, pelo site do IBGE³, com a exceção da Folha de Rio Bonito que é produzida pelo DSG⁴, cujos vetores foram fornecidos pelo GEOCART⁵ - UFRJ.

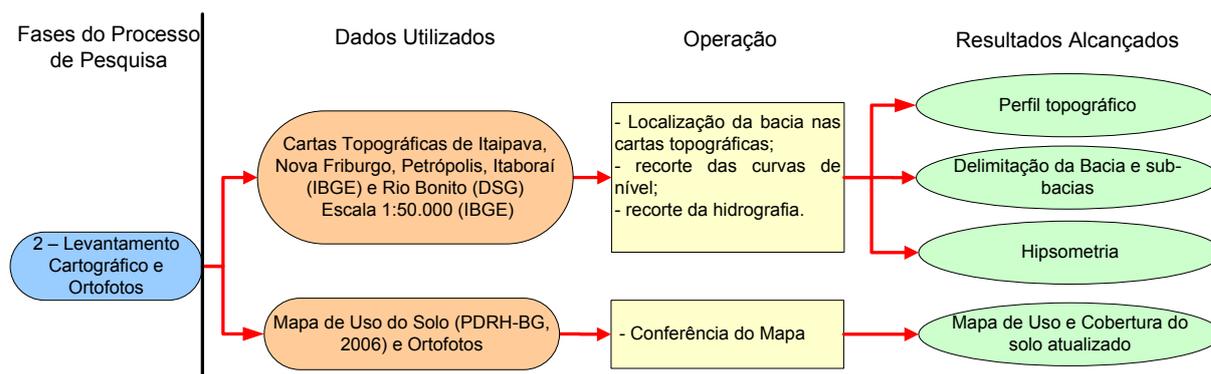


Figura 13: Segunda etapa da pesquisa

As cartas topográficas auxiliaram na localização da bacia hidrográfica, no recorte das curvas de nível e no recorte da drenagem. Desta forma produziram-se, os perfis topográficos dos rios Macacu e Guapi-açu, delimitando-se a bacia e sub-bacias, e produzindo um mapa hipsométrico. Para delimitar as sub-bacias utilizou-se como critério o mapa de enquadramento dos cursos d'água proposto pelo PDRH-BG (2006), que resultou em 203 sub-bacias.

As ortofotos foram utilizadas para ajudar na conferência das classes do mapa de uso do solo, apresentado no Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara, que foi atualizado e utilizado como base de cálculo para as demandas hídricas.

A terceira etapa (**Figura 14**) contemplou a edição dos mapas temáticos, cujos temas foram destacados do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara.

³ Download das cartas topográficas vetorizadas do mapeamento sistemático, em escala 1:50.000, disponível em www.ibge.gov.br, no Menu Geociências, Produtos, Mapeamento Cartográfico.

⁴ DSG - Diretoria de Serviço Geográfico do Exército.

⁵ Laboratório de Cartografia - GEOCART, do Departamento de Geografia da UFRJ, Coordenado pelo Prof^o Dr^o Paulo Márcio Leal de Menezes.

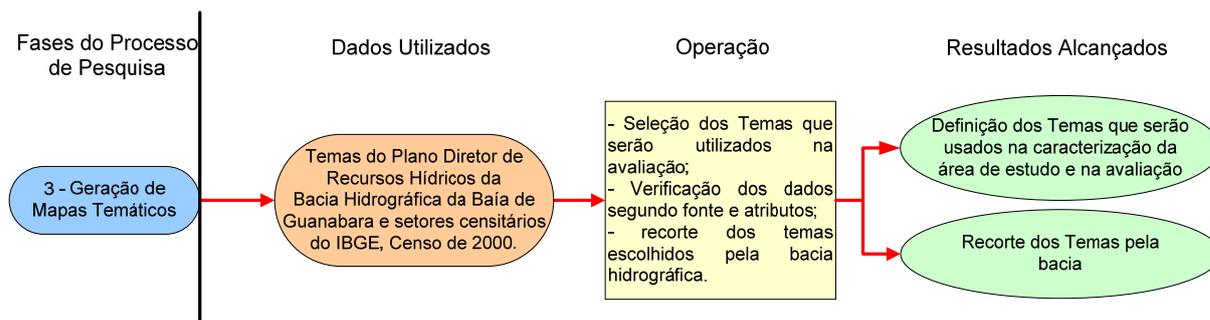


Figura 14: Terceira etapa da pesquisa

Os temas selecionados foram recortados pelo limite da bacia hidrográfica do rio Macacu e foram classificados em três categorias de indicadores:

- **Indicador do Meio Físico:** geomorfologia;
- **Indicador do Meio Socioeconômico:** uso e cobertura do solo atualizado, e setores censitários do censo demográfico do IBGE (2000);
- **Indicador do Meio Jurídico-Institucional:** enquadramento dos corpos d'água e Unidades de Conservação.

Os resultados desta etapa serão apresentados na caracterização da área de estudos (Capítulo 3) e nos Resultados (Capítulo 5). Apesar do mapa de uso e cobertura do solo ser apresentado no Capítulo 3, seus dados somados às informações dos setores censitários foram tratados e transferidos para as sub-bacias delimitadas, pois as informações foram utilizadas para obtenção das estimativas de demanda hídrica.

As quarta, quinta e sexta etapas são respectivamente, o cálculo da disponibilidade hídrica, da demanda hídrica e da carga de DBO, cujos detalhes serão apresentados nos itens 4.2, 4.3 e 4.4.

4.2 - Estimativa da Disponibilidade Hídrica

Para estimar a disponibilidade hídrica da área de estudo identificaram-se quatro estações fluviométricas (**Tabela 1**), com dados, localizadas na bacia hidrográfica do rio Macacu e foi necessário utilizar métodos indiretos para os cálculos de disponibilidade, fazendo uma relação de equivalência entre as áreas das estações fluviométricas e as regiões delimitadas⁶, obtendo as estimativas de vazão de cada região delimitada, obtendo a espacialização da informação.

⁶ As divisões da bacia em pequenas áreas tiveram como base a classificação dos rios segundo as classes da Resolução Conama 357/2005.

Tabela 1: Estações Fluviométricas.

Id	Código	SERLA	Estação	Área (ha)	ppt (mm)	ppt (m³/s)	Q_{7,10} (m³/dia)	Período
1	59125000	H13	Orindi	6700	2307	4,9	29.392,24	1969 - 1978
2	59235000	H19	Cach. de Macacu	14800	2419	11,4	118.503,94	1931 - 1978
3	59240000	H18	Parque Ribeira	28700	2180	19,8	161.731,06	1969 - 2005
4	59245000	H16	Quizanga	35200	2044	22,8	156.388,45	1969 - 1978

Fonte: Francisco (2004)

Segundo a Portaria SERLA nº 567/2007, no Artigo 10º, o parâmetro utilizado para mensurar a disponibilidade hídrica dos rios é a $Q_{7,10}$, sendo definida pela vazão mínima de 7 dias de duração para 10 anos de tempo de retorno, e a vazão ambiental mínima ou vazão ecológica é a vazão que deve ser mantida no corpo hídrico, definida como 50% da $Q_{7,10}$.

A disponibilidade hídrica foi calculada considerando a localização das estações fluviométricas selecionadas, a área de abrangência das estações, a vazão registrada na área de cada estação. Em seguida identificamos as sub-bacias que estavam sob influência das estações fluviométricas e fizemos um cálculo para estimar a vazão ($Q_{7,10_Bh}$) e a vazão ecológica (50% da $Q_{7,10_Bh}$), quantidade de água disponível em cada área delimitada, conforme mostrado a seguir:

$$Q_{7,10_Bh} = \frac{EstQ_{7,10}(m^3 / dia) \times \text{ÁreaBacia}(ha)}{\text{ÁreaEst}(ha)}, \text{Equação 1}$$

Onde:

- $Q_{7,10_Bh}$ - vazão das sub-bacias delimitadas;
- Est $Q_{7,10}$ - vazão da estação fluviométrica;
- Área Est - área de abrangência da estação fluviométrica e;
- Área Bacia - área das sub-bacias delimitadas.

4.3 - Estimativa da Demanda Hídrica

A estimativa da demanda hídrica consiste em identificar os usos da água e as respectivas quantidades de água que são captadas por esses usos, ou seja, qual é a vazão retirada pelo usuário. Os valores de consumo per capita da captação da água de todos os usos foram extraídos do PDRH-BG (2006).

A ANA define três classes de vazões que devem ser consideradas: (1) vazão de retirada, que corresponde à vazão extraída pelo usuário; (2) vazão de retorno, que corresponde à parcela da água extraída que retorna ao manancial; e (3) vazão de consumo, que é calculada pela diferença entre as vazões de retirada e de retorno, ou seja, a vazão efetivamente consumida (**Quadro 6**). (ANA, 2006 p.204)

Tipo de Uso	Vazão de Retirada	Vazão de Retorno	Vazão de Consumo
Abastecimento Humano	100%	80%	20%
Abastecimento Industrial	100%	80%	20%
Dessedentação Animal	100%	80%	20%
Irrigação	100%	20%	80%

Quadro 6: Percentual das vazões de retirada, retorno e consumo segundo uso da água.
Fonte: ANA (2006,p.204)

Segundo o PDRH-BG (2006), a bacia do rio Macacu tem quatro usos: abastecimento humano (urbano e rural), abastecimento industrial, irrigação e dessedentação animal, sendo todos consuntivos. Para estimar a demanda hídrica de cada uso aplicamos cálculos indiretos para mensurar a demanda hídrica; os resultados da aplicação destes cálculos foram comparados com o mapa de uso do solo atualizado e os setores censitários do Censo Demográfico de 2000 do IBGE.

Os itens estimados de demanda hídrica considerados neste estudo foram: população residente urbana e rural, industrial, áreas agrícolas com prática de irrigação, dessedentação animal e a demanda hídrica necessária para diluir o esgoto produzido pela população, indústrias e animais.

- Demanda Hídrica da População Residente

Para determinar o número de moradores de cada sub-bacia foi feito o cruzamento entre os setores censitários (urbano e rural) e as sub-bacias. Esta operação distribui a população de acordo com a área. Foi calculada a demanda hídrica para o abastecimento da população residente urbana e rural (vazão de retirada = Dem.PopUrbana e Dem.PopRural), conforme mostrado nas equações 2 e 3 a seguir:

$$DemPopurbana = N^{\circ} deMoradores \times Consumoper\ capita , Equação\ 2$$

Onde:

- Dem.PopUrbana - Demanda hídrica de abastecimento humano pode ser expresso em m³/hab.dia. ou L/hab.dia

- Nº de Moradores - representa o número de habitantes residentes na área urbana em cada sub-bacia, segundo o setor censitário do censo demográfico de 2000, realizado pelo IBGE.
- Consumo *per capita* - é a quantidade de água consumida pelo habitante, expresso em m³/dia, cujo valor é 0,25 m³/hab.dia ou 250 litros/hab.dia, segundo o PDRH-BG (2006).

$$DemPoprural = N^{\circ} de Moradores \times Consumo per capita, \text{ Equação 3}$$

Onde:

- Dem._{PopRural} - Demanda hídrica de abastecimento humano pode ser expresso em m³/hab.dia. ou L/hab.dia
- Nº de Moradores - representa o número de habitantes residentes na área rural em cada sub-bacia, segundo o setor censitário do censo demográfico de 2000, realizado pelo IBGE.
- Consumo *per capita* - é a quantidade de água consumida pelo habitante, expresso em m³/dia, cujo valor é 0,10 m³/hab.dia ou 100 litros/hab.dia, segundo o PDRH-BG (2006).

- Demanda Hídrica Industrial

A demanda hídrica para o uso indústria foi retirada do PDRH-BG (2006) e neste caso, existem somente 2 indústrias de grande porte instaladas na bacia, a Schincariol e a CCPL. Ambas informaram 8.400,00 m³/dia e 23,0 m³/dia de vazão de retirada, respectivamente.

- Demanda Hídrica da Irrigação

A demanda de irrigação foi estimada a partir dos dados fornecidos pelo PDRH-BG (2006), que informa que há 532 hectares de área irrigada dentro da bacia do rio Macacu, cuja demanda é de 23.037,39 m³/dia. Foi necessário calcular por métodos indiretos a distribuição espacial da área irrigada (A_{Irrig}), ou seja, cruzar o mapa de uso do solo com as sub-bacias, para identificar as sub-bacias que continham áreas agrícolas.

Para espacializar os 532 hectares de área irrigada, aplicamos a equação 4. No caso do valor da demanda hídrica da irrigação (Dem_{irrig}), o procedimento foi similar, conforme apresentado na equação 5.

$$Airrig = \frac{ÁreaAgrícola(ha) \times ÁreaIrrigada(ha)}{ÁreaAgrícolaTotal(ha)}, \text{ Equação 4}$$

Onde,

- A_{irrig} = representa a distribuição espacial da área irrigada por sub-bacia, esta será utilizada na equação 5.
- Área Agrícola - é a área apresentada no mapa de uso dos solos, por sub-bacia.
- Área Irrigada - é a área irrigada informada no PDRH-BG.
- Área Agrícola Total - é o somatório das áreas das sub-bacias que continham áreas agrícolas.

$$DemIrrig = \frac{V.Ret.Total(m^3/dia) \times Airrig(ha)}{TotalAreaIrrigada(ha)}, \text{ Equação 5}$$

Onde,

- Dem_{irrig} - é a vazão retirada para a irrigação, expressa em m^3/dia .
- V.Ret Total - é a vazão de retirada informado no PDRH-BG.
- A_{irrig} = representa a distribuição espacial da área irrigada, que foi calculado na equação 4.

- **Demanda Hídrica da Dessedentação Animal**

A demanda de dessedentação animal foi estimada a partir dos dados fornecidos pelo PDRH-BG (2006), que informa que há 80.014 animais bovinos na bacia do rio Macacu e cada animal tem um consumo per capita de água no valor de 50L/cabeça.dia (ou $0,05m^3/cabeça.dia$). Foi necessário aplicar cálculos indiretos para fazer a distribuição espacial do rebanho existente na bacia, pois não havia a informação da área ocupada pelo rebanho.

Para distribuir o rebanho dentro da bacia foi adotado o critério de que as áreas de pastagem até 100m de altitude estavam ocupadas com o rebanho. A pastagem até 100m foi obtida, a partir do cruzamento do mapa de uso do solo com as faixas de altitude. A espacialização do rebanho se deu através do cálculo da

densidade de rebanho ($Den_{Rebanho}$, equação 6), cujo valor foi multiplicado pela área de pastagem selecionada, para obtermos o total de rebanho de cada sub-bacia (Tot_{Reb} , equação 7).

$$Den_{Rebanho} = \frac{rebanho(cabeças)}{pasto\ até\ 100m(ha)}, \text{ Equação 6}$$

Onde:

- $Den_{Rebanho}$ - é a densidade de rebanho que quantifica o número de cabeças por hectare;
- Rebanho - número de animais informado no PDRH-BG (2006).
- Pasto até 100m - área de pastagem que estão localizadas até a altitude de 100 metros.

$$Tot_{Reb} = A_{pasto}(ha) \times Den_{Rebanho}(cabeças / ha), \text{ Equação 7}$$

Onde,

- Tot_{Reb} - número de animais localizados na área de estudo, expresso em cabeças.
- $Den_{Rebanho}$ - é o número de cabeças por hectare

Finalmente, nesta etapa, para estimar a demanda hídrica de dessedentação animal utilizamos o valor da Tot_{Reb} da equação 7, multiplicamos pelo consumo per capita para estabelecer a demanda da dessedentação, conforme mostrado na equação 8.

$$Dem_{Animal} = Tot_{Reb}(cabeças) \times consumo\ per\ capita(m^3 / cabeças.dia), \text{ Equação 8.}$$

Onde,

- Dem_{Animal} - é a vazão retirada para a dessedentação animal.
- Consumo *per capita* - é a quantidade de água consumida pelo animal.

As informações das demandas calculadas acima foram utilizadas como variáveis nos cálculos da DBO. Visto que a DBO, obrigatoriamente, é expressa em mg/L, na compilação dos dados, a demanda total, que é o somatório das captações de todos os usos foi transformado para L/dia.

4.4 - Avaliação da Qualidade Hídrica das Regiões Hidrográficas

Para avaliar a qualidade hídrica foi utilizado como indicador a $DBO_{5,20}$ (Demanda Bioquímica de Oxigênio). Calculou-se a $DBO_{5,20}$ do rio após o lançamento do efluente com o objetivo de compará-la ao enquadramento dos cursos d'água, proposto pelo PDRH-BG. Para isto foi necessário calcular a $DBO_{5,20}$ do efluente de cada tipo de demanda (população residente urbana, industrial, irrigação e dessedentação animal), a ser lançada no rio, sendo considerada a vazão de retorno de cada demanda (**Quadro 6**).

Ainda segundo o PDRH-BG (2006) a população rural gera uma quantidade reduzida e muito dispersa de carga poluente, e por esse motivo não deve ser considerada na avaliação da qualidade hídrica. Mas, para nossa análise o valor da DBO

O total de concentração foi lançado no corpo hídrico e diluído pela vazão do rio. A $DBO_{5,20}$ do rio após o lançamento e a diluição foi assim calculada e comparada com o limite da $DBO_{5,20}$, correspondente à classe de enquadramento do respectivo curso d'água analisado.

Antes de calcular a carga de $DBO_{5,20}$ de cada demanda é necessário calcular a concentração do $DBO_{5,20}$, como sendo a $DBO_{5,20}$ *per capita* dividido pelo consumo *per capita* de água de cada demanda. A concentração de $DBO_{5,20}$ de cada demanda será explicado em cada item, a seguir.

- Carga de $DBO_{5,20}$ da População - DBO_{Pop}

O cálculo da carga de $DBO_{5,20}$ da população é função da concentração de $DBO_{5,20}$ do efluente. A concentração foi calculada a partir dos dados fornecidos pelo PDRH-BG, ou seja, a contribuição de $DBO_{5,20}$ *per capita* da população é de 54g/habitante.dia (ou 54.000mg/habitante.dia) é dividida pelo consumo *per capita* de água, que é 250L/habitante.dia, tendo como resultado a concentração de $DBO_{5,20}$ da população ($CDBO_{Pop}$) no valor de 216 mg/L.

Para estimar o cálculo da carga de DBO da população (DBO_{Pop}) multiplicaremos a concentração pela vazão de retorno da demanda de abastecimento da população, cujo retorno é de 80% da vazão de retirada, conforme mostrado na equação 9.

$$DBO_{pop} = CDBO_{pop}(mg / L) \times vazão_{retorno}(L / dia), \text{ Equação 9.}$$

Onde:

- DBO_{Pop} = é a carga de DBO_{Pop} do efluente que será lançado no corpo hídrico, é expresso em mg/dia.
- $CDBO_{Pop}$ - 216mg/L.
- Vazão de retorno - 80% da demanda de abastecimento da população.

O cálculo da carga de $DBO_{5,20}$ da população com efluente tratado é, praticamente, igual ao anterior e o que diferencia é a aplicação do tratamento convencional da concentração de DBO da população ($CDBO_{pop}$). O tratamento primário convencional do esgoto trata 65% da carga de DBO, tendo uma eficiência de remoção da carga da ordem de 35%. O valor da concentração do DBO da população ($CDBO_{Pop_efl_tratado}$) tratado é de 75,6 mg/L.

A estimativa da carga de $DBO_{5,20}$ da população com efluente tratado ($DBO_{P_efl_tratado}$) é resultante do produto da concentração da população tratado ($CDBO_{P_efl_tratado}$) pela vazão de retorno da demanda de abastecimento da população, conforme equação 10.

$$DBOp.efl_tratado = CDBOp.efl_tratado(mg / L) \times vazãoderetorno(L / dia) , \text{Equação 10.}$$

Onde:

- $DBO_{p.efl_tratado}$ = é a carga de DBO do efluente que será lançada no corpo hídrico.
- $CDBO_{p.efl_tratado} = 75,6$ mg/L.
- Vazão de retorno - 80% da demanda de abastecimento da população.

- Carga de $DBO_{5,20}$ da Indústria - $DBO_{Indústria}$

A concentração de DBO da indústria, a vazão de consumo e a vazão de retorno foram extraídas do PDRH-BG, cujos valores de concentração da DBO são 350 mg/L da empresa Schincariol e 20mg/L da empresa CCPL, e as vazões de retorno são 400 m³/dia e 8 m³/dia, respectivamente, sendo as duas únicas indústrias da região. Estes valores foram multiplicados pela vazão de retorno das indústrias,

- Carga de $DBO_{5,20}$ da Irrigação - $DBO_{Irrigação}$

Não há produção de DBO na irrigação, mas devemos considerar a vazão de retorno.

- Carga de DBO_{5,20} da Dessedentação Animal - DBO_{Animal}

O cálculo da carga de DBO_{5,20} da dessedentação animal é função da concentração de DBO_{5,20} do efluente. A concentração foi calculada a partir dos dados fornecidos pelo PDRH-BG, ou seja, a contribuição de DBO_{5,20} *per capita* dos animais é de 0,073kg/cabeça.dia (ou 73.000mg/cabeça.dia) é dividida pelo consumo *per capita* de água, que é 50L/cabeça.dia, tendo como resultado a concentração de DBO_{5,20} dos animais (CDBO_{Animal}) no valor de 1460 mg/L.

A estimativa da carga de DBO_{5,20} dos animais (DBO_{Animal}) é resultante do produto da concentração dos animais (CDBO_{Animal}) pela vazão de retorno da demanda de dessedentação animal, conforme equação 11.

$$DBO_{animal} = CDBO_{animal} (mg / L) \times vazão\ de\ retorno (L / dia), \text{ Equação 11.}$$

Onde:

- DBO_{Animal} = é a carga que será lançada no corpo hídrico, é expresso em mg/L.
- CDBO_{Animal} - 1460 mg/L.
- Vazão de retorno - 80% da demanda de dessedentação animal.

Como produto final das cargas de DBO, temos:

(1) Carga de DBO_{EfluTotal} = \sum cargas de DBO rebanho, população (sem tratamento), irrigação (com carga nula) e indústria.

(2) Carga de DBO_{EfluTotal_Tratado} - \sum das cargas de DBO rebanho, população (com tratamento de 65%), irrigação (com carga nula) e indústria, que serão utilizadas como variáveis para estabelecer a DBO do rio (DBO_r) e a DBO₅₀ após a mistura com o despejo.

- Carga de DBO_{5,20} do rio no ponto de lançamento do efluente - DBO₅₀

A Carga de DBO_{5,20} Total no ponto de lançamento do efluente será diluído no rio no momento do lançamento. Esta DBO_{5,20} é denominada DBO₅₀ que representa a demanda do rio após a mistura com o despejo, segundo Von Sperling (1996). O autor sugere o modelo de Streeter-Phelps para mensurar a DBO₅₀ (equação 12).

O modelo de *Streeter-Phelps* faz uma relação entre as vazões do rio e do efluente e as respectivas cargas de DBO do rio e do efluente dividido pelas vazões, conforme mostrado na equação abaixo:

$$DBO_{50} = \frac{(Q_r(L/dia) \times DBO_r(mg/L)) + (Q_e(L/dia) \times DBO_e(mg/L))}{Q_r(L/dia) + Q_e(L/dia)}, \text{ Equação 12.}$$

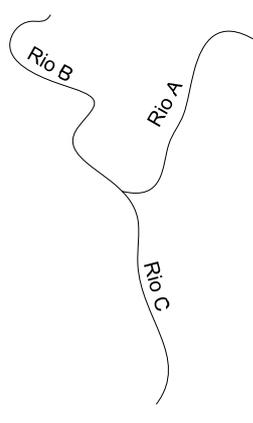
Onde:

- DBO_{50} = é a carga de DBO no ponto de lançamento do efluente, após a mistura com o despejo.
- Q_r = é a vazão residual do rio, no qual consideramos a $Q_{7,10}$ das sub-bacias e deduzimos as demandas hídricas totais. (L/dia)
- DBO_r = representa a DBO do rio, será demonstrado na equação 12.
- $Q_e \times DBO_e$ = Carga de $DBO_{EfluTotal}$ e de $DBO_{EfluTotal_Tratado}$.
- Q_e = representa a vazão de retorno do efluente que será lançado.

Esta fórmula é aplicada considerando a Carga de $DBO_{EfluTotal}$ e de $DBO_{EfluTotal_Tratado}$, ou seja, quando estimamos a carga do efluente sem tratamento e com tratamento convencional da DBO da população (DBO_{Pop}). A única variável da equação que será modificada é $Q_e \times DBO_e$, resultando em DBO_{50} (sem tratamento) e DBO_{50_t} (com tratamento).

A outra variável que necessita de uma atenção em sua estimativa é DBO do rio (DBO_r), que segundo Von Sperling (1996), é função dos despejos lançados ao longo do rio até o ponto de novo lançamento.

Em nossa bacia adotamos o critério de que nos rios que nas nascentes, ou seja, os rios de primeira ordem, apresentam DBO_r de valor 1,0 mg/L, conforme apresentado no **Quadro 7**. No caso dos demais rios estabelecemos a DBO_r de acordo com a média ponderada da DBO pela vazão dos efluentes, conforme mostrado na equação 13 (Adaptado de Von Sperling, 1996) e **Figura 15**.



$$DBO_{50} = \frac{(Q_r A(L/dia) \times DBO_{50A}(mg/L)) + (Q_r B(L/dia) \times DBO_{50B}(mg/L))}{Q_r A(L/dia) + Q_r B(L/dia)},$$

Equação 13.

Onde:

- DBO_{50A} = DBO_{50} do afluente A, expresso em mg/L.
- Q_{rA} = vazão do afluente A, expresso em L/dia.
- DBO_{50B} = DBO_{50} do afluente B expresso em mg/L.
- Q_r = Vazão do afluente B expresso em L/dia.

Figura 15: Ilustração do Cálculo da DBO. Feito pela autora.

A análise dos dados desta fase do trabalho será descrita no Capítulo 5.

CAPÍTULO 5

5- AVALIAÇÃO DO ENQUADRAMENTO DOS CORPOS D'ÁGUA EM FUNÇÃO DA QUESTÃO LEGAL DOS USOS DA ÁGUA E DO SOLO

A base legal utilizada para avaliar o enquadramento dos corpos d'água foi a Resolução CONAMA nº 357/2005, cuja proposta de enquadramento na bacia hidrográfica do rio Macacu foi feita pelo Plano Diretor de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía de Guanabara - PDRH-BG, publicado em 2006.

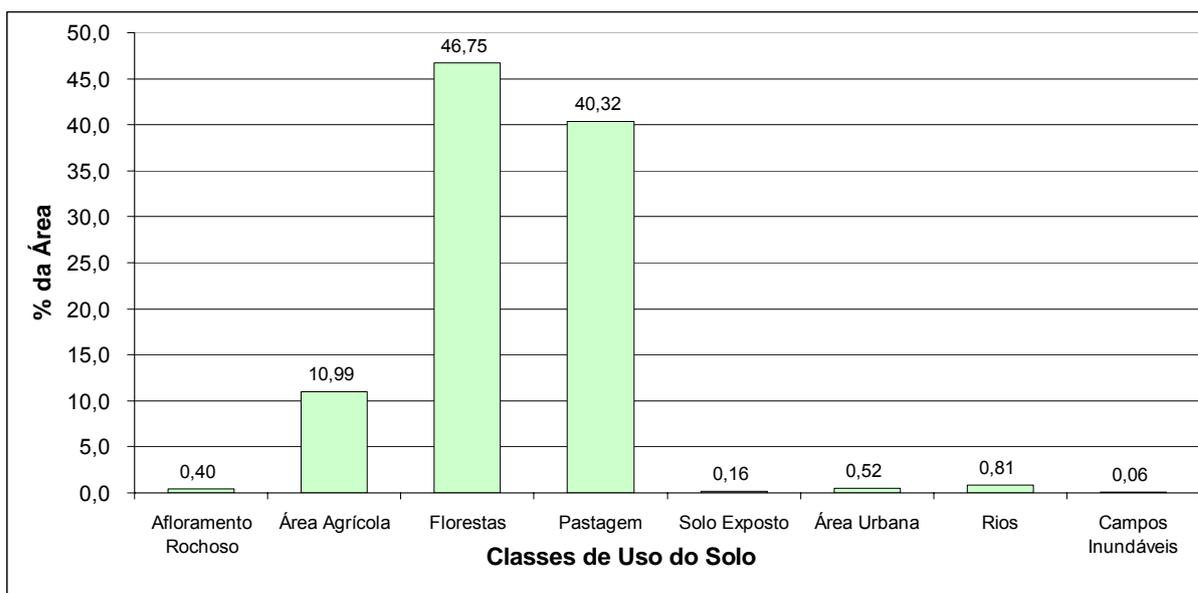
Na avaliação abordaremos os aspectos do uso e cobertura do solo, a disponibilidade hídrica, a demanda hídrica segundo os usos da água - população residente, dessedentação animal, indústria e irrigação -, e a DBO.

5.1 - Uso e Cobertura do Solo

No mapa de uso e cobertura do solo podemos observar que há uma predominância de duas classes de uso do solo: a floresta e a pastagem, que juntas ocupam quase 90% da bacia do rio Macacu e a área agrícola cobre aproximadamente 11% do território (**Tabela 2, Figura 8 e Gráfico 1**).

Tabela 2: Classes de Uso do Solo

Uso do Solo	Área (ha)	% da Área
Afloramento Rochoso	433,11	0,40
Área Agrícola	11.886,33	10,99
Florestas	50.569,44	46,75
Pastagem	43.614,54	40,32
Solo Exposto	174,54	0,16
Área Urbana	557,10	0,52
Rios	872,89	0,81
Campos Inundáveis	59,93	0,06
Total	108.167,88	100,00

Gráfico 1: Classes de Uso do Solo segundo % de ocupação dentro da Bacia do Macacu.

Podemos observar que as atividades econômicas que têm maior destaque dentro da bacia do Macacu são a pecuária e a agricultura, pois as áreas agrícolas e de pastagem, ocupam uma área que somadas chegam a quase 52% da bacia, dada à importância destas atividades para a população. Mas, ainda as áreas de Florestas se destacam em função das unidades de conservação existentes na bacia.

Apesar do pequeno percentual da área urbana, há concentração urbana no município de Cachoeiras de Macacu, na sede de mesmo nome, em Santana de Japuiba e em Papucaia, além das áreas rurais informadas na tabela dos setores censitários do censo demográfico do IBGE, realizado em 2000.

5.2 - Disponibilidade Hídrica

A disponibilidade hídrica da bacia do rio Macacu foi calculada segundo a metodologia explicada no item 4.2, no qual estabelecemos a $Q_{7,10}$ e a vazão ecológica de cada sub-bacia. Da $Q_{7,10}$ deduzimos o somatório das demandas hídricas de acordo com os usos da água, tendo como resultado, o que chamamos de disponibilidade residual - **Figura 16**.

A bacia do Macacu apresentou uma boa disponibilidade residual em todas as sub-bacias, cujos valores variam entre 256,41 a 312.45,74 m³/dia. Das 203 bacias, 11 apresentam cor mais escura no mapa em função de serem receptoras das águas de seus tributários, conforme pode ser observado na figura 16.

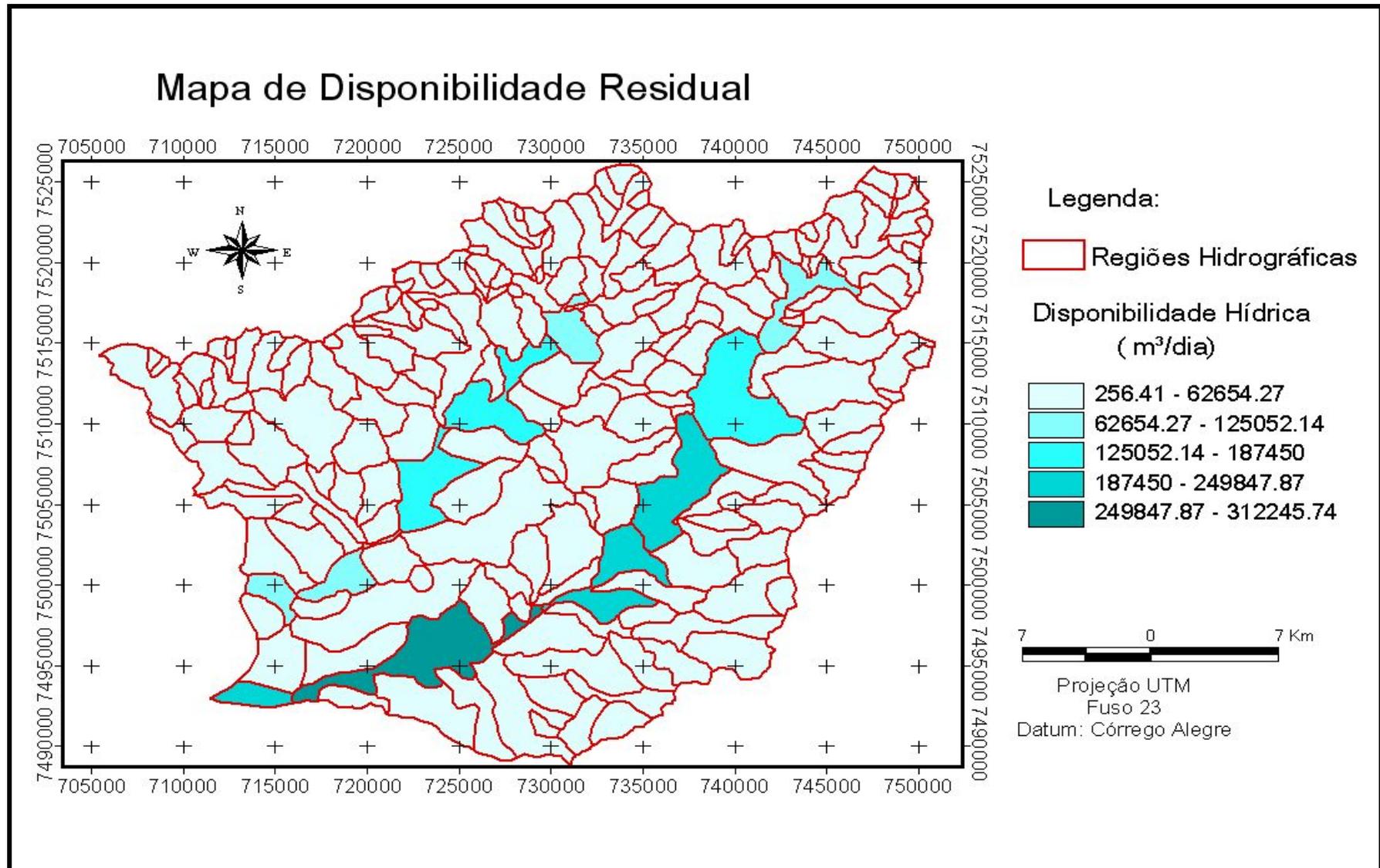


Figura 16: Mapa de Disponibilidade Hídrica Residual.

5.3 - Demanda Hídrica

A demanda hídrica está relacionada com o consumo de água pelas atividades presentes. Os tipos de demanda hídrica identificados na bacia do rio Macacu são: abastecimento humano (urbano e rural), industrial, irrigação e dessedentação animal.

As informações básicas das demandas hídricas de todos os usos foram consultadas no PDRH-BG. As demandas foram calculadas segundo a metodologia descrita no item 4.3. O resumo dos cálculos de demanda hídrica é apresentado na

Tabela 3.

Tabela 3: Vazões de retirada, retorno, consumo e percentuais segundo uso da água da bacia do rio Macacu.

Tipo de Usos	Vazão de Retirada		Vazão de Consumo		Vazão de Retorno	
	m ³ /dia	% do total	m ³ /dia	% do total	m ³ /dia	% do total
Abastecimento Humano	14.824,45	29,59	2.964,89	10,91	11.859,56	61,83
Abastecimento Industrial	8.423,00	16,81	8.015,00	29,49	408,00	2,13
Dessedentação Animal	3.814,90	7,61	762,98	2,81	3.051,92	15,91
Irrigação	23.037,39	45,98	15.440,32	56,80	3.860,08	20,13
Total	50.099,75	100,00	27.183,19	100,00	19.179,56	100,00

Podemos destacar que aproximadamente 46% da vazão retirada da bacia do rio Macacu está destinada à irrigação, seguido do abastecimento humano, cuja distribuição da população está mostrada na **Figura 17**.

Apesar do uso para o abastecimento humano ter maior destaque, cuja função se destaca mais na prática, observa-se que apenas quase 30% da água captada são destinadas a esse uso. A seguir faremos uma descrição das demandas hídricas segundo o uso da água.

5.3.1 - População

Segundo o Censo Demográfico do IBGE realizado em 2000, a bacia do rio Macacu tem uma população total de 56.297 habitantes, distribuída nas áreas urbanas e rurais.

Observa-se que a área urbana (**Figura 18**) está localizada ao longo do curso do rio Macacu, inclusive as áreas de expansão urbana propostas pelo Plano Diretor Municipal de Cachoeiras de Macacu, no restante da bacia há população rural, de acordo com o Censo.

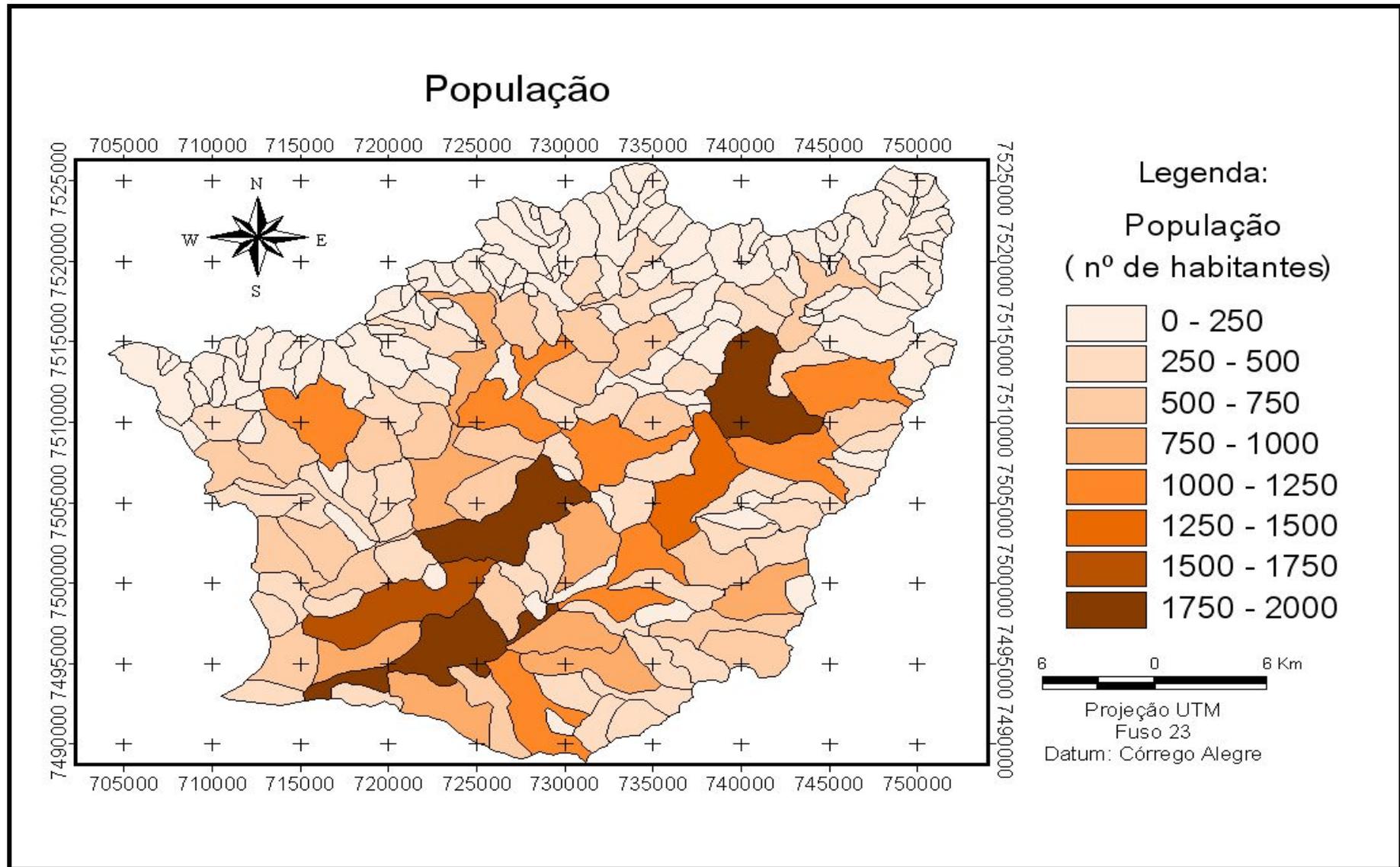


Figura 17: Mapa de Distribuição da População da Bacia do Rio Macacu. Fonte: IBGE (2000).

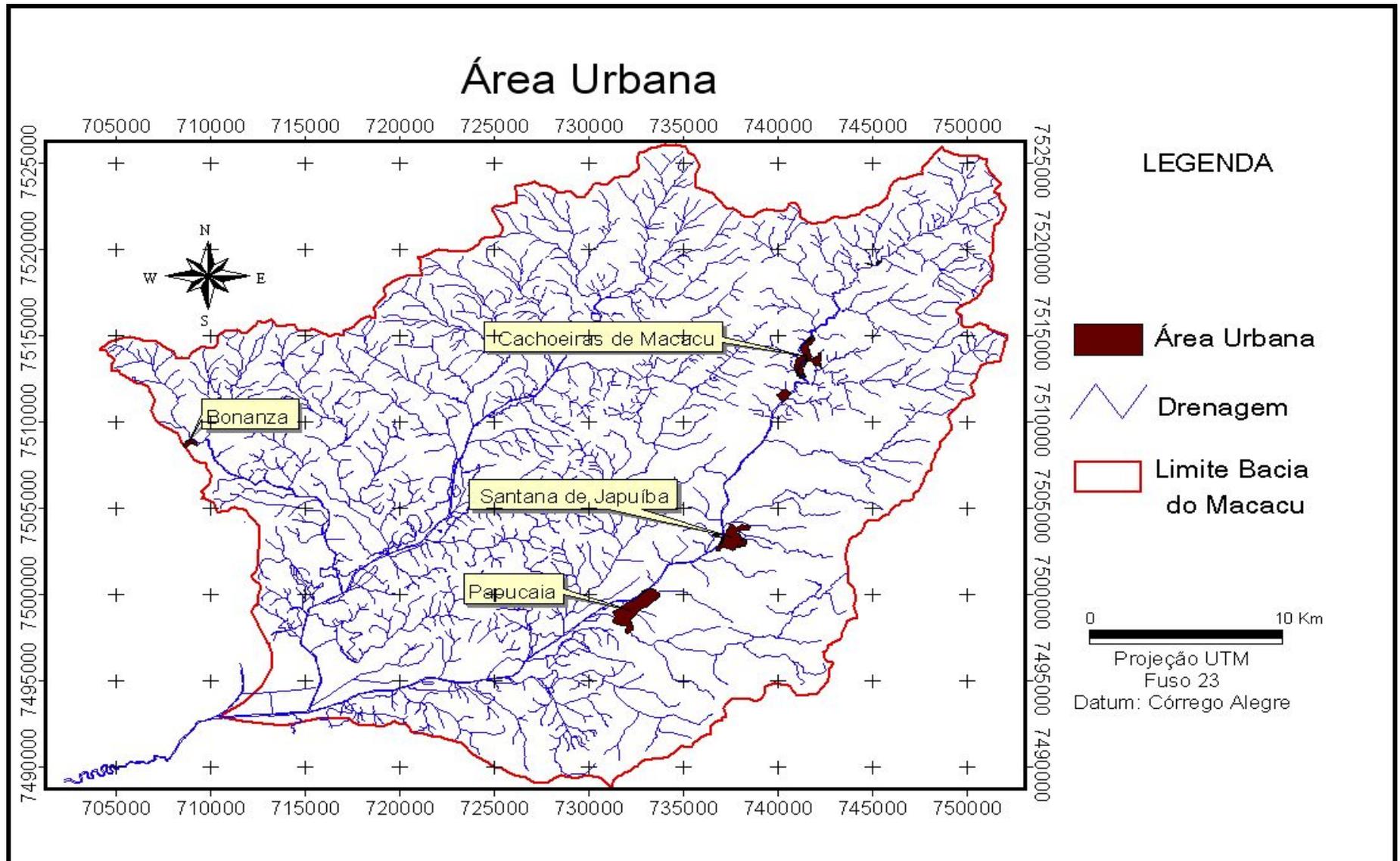


Figura 18: Área Urbana na Bacia do rio Macacu.

5.3.2 - Dessedentação animal

A dessedentação animal é uso da água que apresenta o menor valor de captação no valor de 3.814,90 m³/dia e não chega nem a 10% do valor total das vazões de retirada.

Considerando que a pastagem é o segundo uso do solo em maior área, observamos que a distribuição espacial dos rebanhos ocupa 110 sub-bacias do rio Macacu em uma área de 32.434,44 hectares, até a cota de 100 m de altitude (**Figura 19**). A escolha da cota 100 m deve-se ao fato de existir na bacia unidades de conservação, acima desta altitude, na Serra do Mar, apesar de existirem fragmentos no mapa de uso do solo, de pastagem em altitudes superiores a 100 m.

5.3.3 - Indústria

As indústrias informadas pelo PDRH-BG são a Primo Schincariol Cervejaria Ltda e a CCPL - Macacu e estão localizadas nas sub-bacias 170 e 187 (**Figura 20**), respectivamente. A maior demanda hídrica é da Schincariol com uma vazão de retirada de 8.400 m³/dia e a CCPL - Macacu tem uma vazão de retirada de 23 m³/dia, bem menor em relação à primeira. Este último pode ser considerado como uso insignificante⁷, segundo a Portaria SERLA nº 567/2007, no Artigo 14º.

5.3.4 - Irrigação

A irrigação é o uso da água que demanda a maior quantidade de água 23.037,39 m³/dia e esta atividade ocupa na bacia aproximadamente 11% do território, sendo a terceira em ocupação do uso do solo (**Figura 21**).

Apesar da grande captação nas áreas agrícolas para a irrigação, 80% da vazão de retirada é consumido e 20% retorna aos mananciais. Neste volume consumido devemos considerar a infiltração da água no solo, a evaporação e a perda no trajeto das redes de irrigação.

⁷ O uso insignificante é a quantidade de água que pode ser captada sem a cobrança, sendo necessário obter a outorga de direito de uso da água, conforme estabelecido na Lei 4.247/2003 e regulamentado pela Portaria SERLA nº 567/2007, cujo limite do uso insignificante é de 0,4L/s (ou 0,0004 m³/s) e volume máximo diário no valor de 34.560 Litros (ou 34,56 m³/dia).

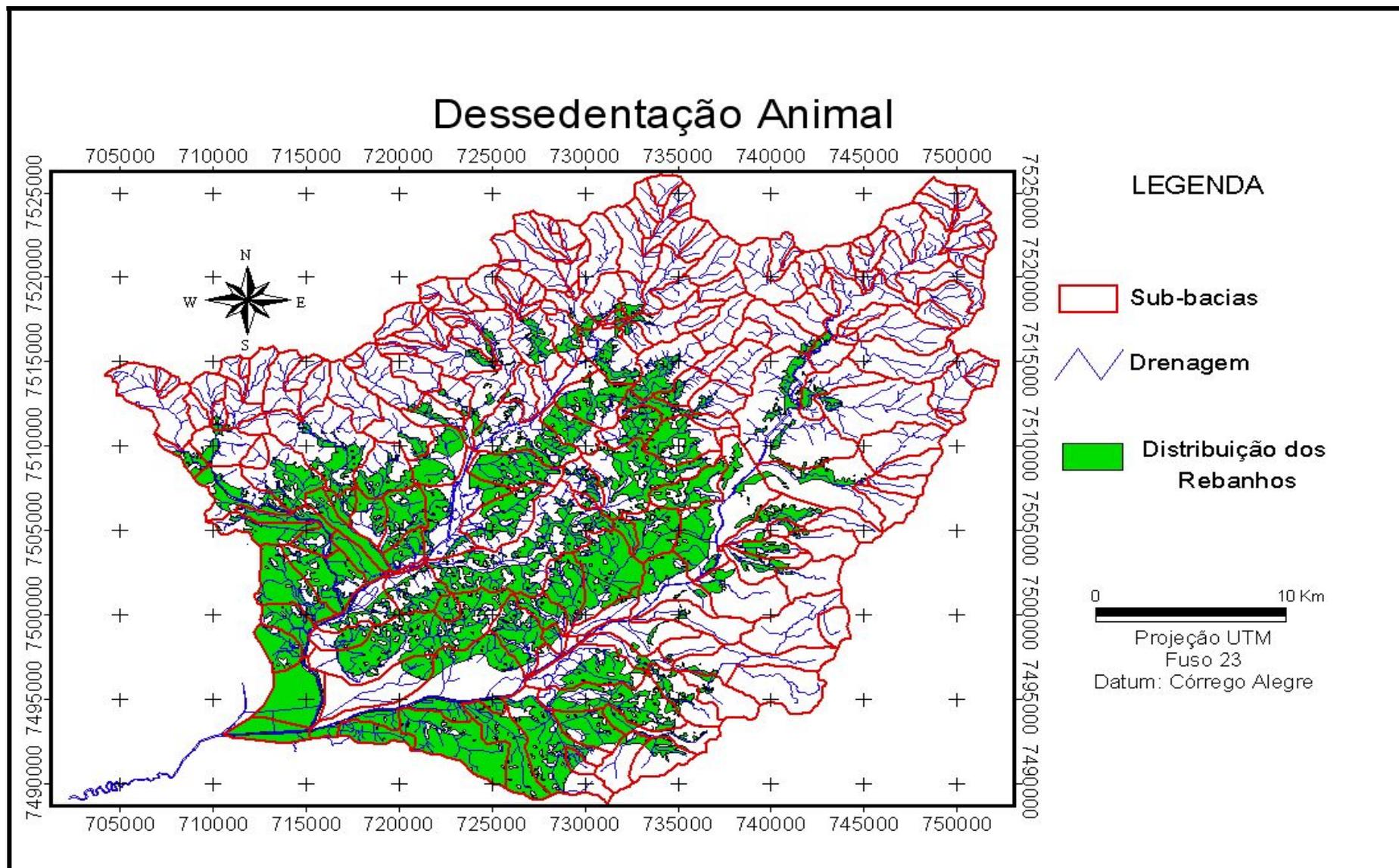


Figura 19: Distribuição dos rebanhos na Bacia do rio Macacu.

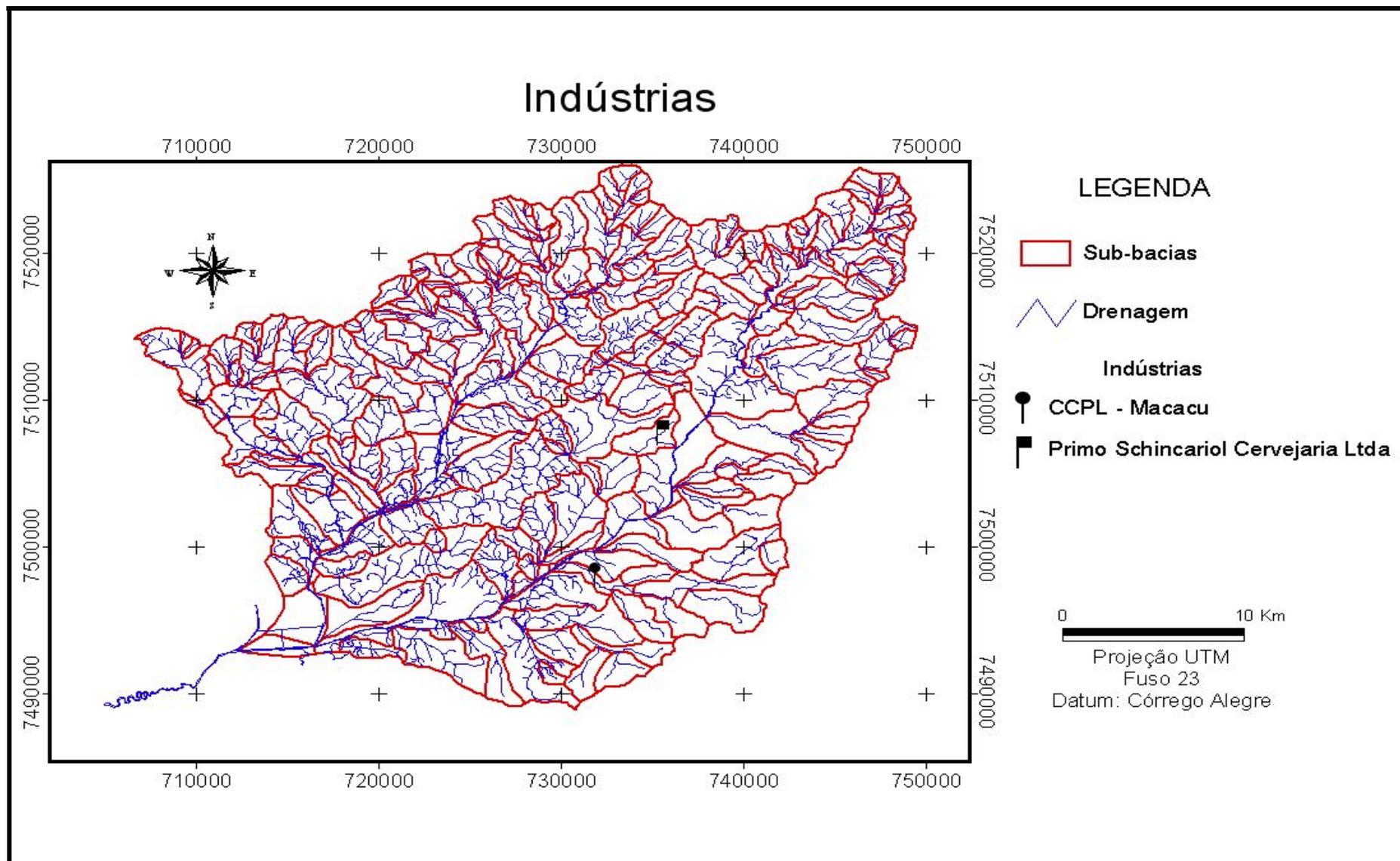


Figura 20: Indústrias na Bacia do rio Macacu.

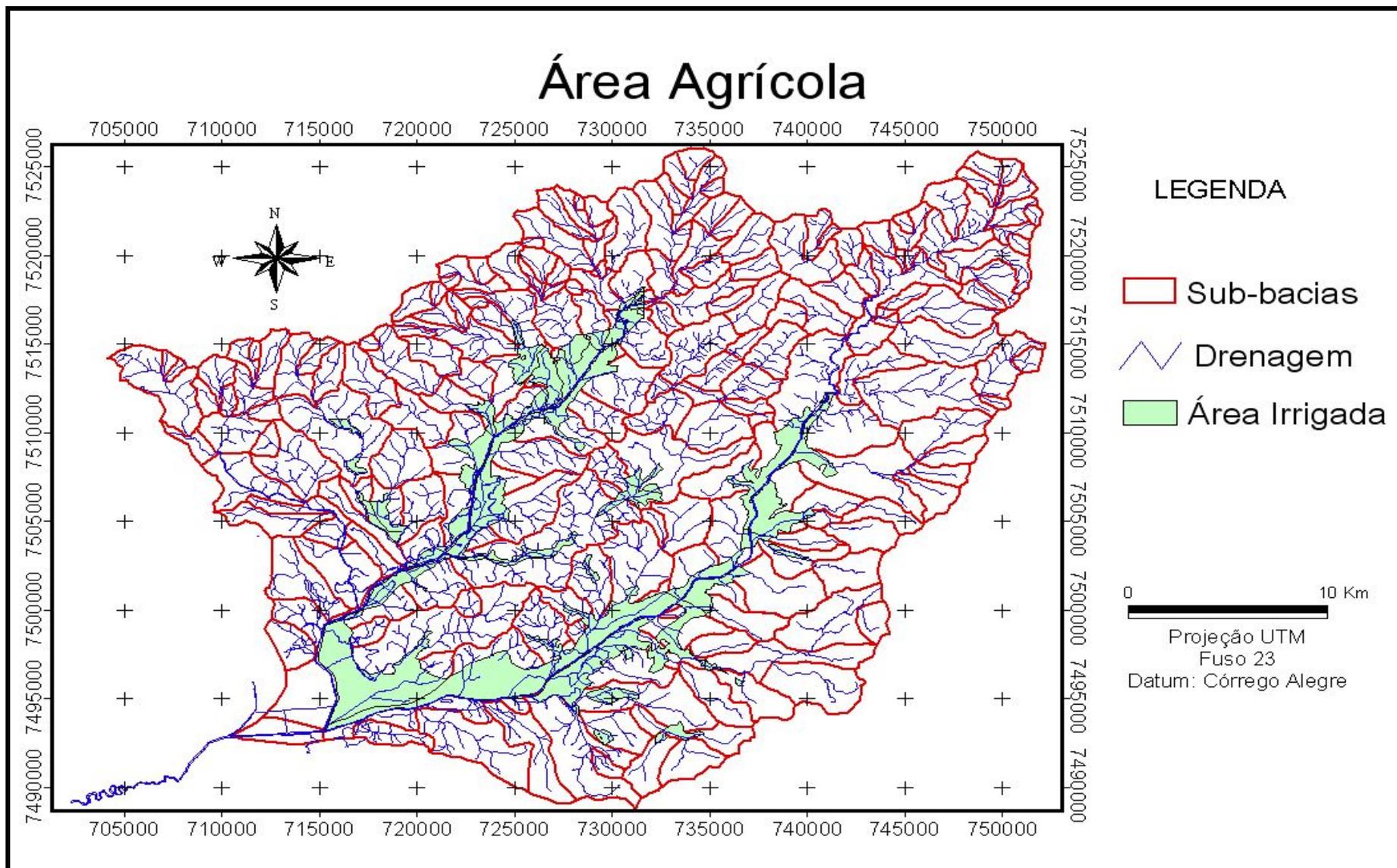


Figura 21: Área Irrigada na Bacia do rio Macacu.

5.4 - Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO

A Demanda Bioquímica de Oxigênio foi o parâmetro utilizado para confirmar a proposta de enquadramento dos cursos d'água, segundo os usos da água e do solo, em relação ao lançamento de efluentes. Assim, depois que aplicamos a fórmula do modelo de Streeter Phelps, classificamos as sub-bacias considerando o efluente sem tratamento (DBO_{50}) e o efluente com tratamento (DBO_{50_t}), lembrando que no efluente tratado a carga de DBO_{50} da população foi aplicado o tratamento convencional de 65%. Em nossa análise vamos relacionar as classes de enquadramento com os valores resultantes da DBO, conforme será mostrado a seguir.

5.4.1 - Efluente sem tratamento - DBO_{50}

Considerando que os efluentes são lançados no rio sem nenhum tratamento, pode-se verificar que das 203 sub-bacias, 177 sub-bacias estão enquadradas e 26 não enquadradas, de acordo com a proposta de enquadramento do PDRH-BG e segundo as classes de enquadramento estão distribuídas da seguinte maneira (**Figuras 22 e 23**):

- Classe Especial

Existem 77 sub-bacias que tiveram o enquadramento proposto pelo PDRH-BG como classe especial, cujo padrão da DBO não é definido na legislação, e para esta classe consideramos o valor de 1mg/L, pois está inferior ao limite permitido na classe 1. Além disso, na classe especial não é permitido nenhum lançamento de efluente.

Pode-se observar que todas as sub-bacias nesta classe estão enquadradas segundo o critério de 1mg/L., respeitando a proposta definida pelo PDRH-BG.

- Classe 1

Existem 57 sub-bacias que tiveram o enquadramento proposto pelo PDRH-BG na classe 1, cujo padrão da DBO é 3mg/L. Identificamos que das 57 sub-bacias, 45 estão enquadradas e 12 não estão enquadradas, com valores de DBO que variam entre 3,13 e 4,81 mg/L, acima do permitido pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

- Classe 2

Existem 69 sub-bacias que tiveram o enquadramento proposto pelo PDRH-BG na classe 2, cujo padrão da DBO é 5mg/L. Identificamos que das 69 sub-bacias, 55 estão enquadradas e 14 não estão enquadradas, com valores de DBO que variam entre 5,46 e 10,80mg/L, acima do permitido pela Resolução CONAMA nº 357/2005.

5.4.2 - Efluente com tratamento $DBO_{50,t}$

Quando houve a aplicação dos cálculos considerando a proposta de tratamento do efluente da população com a remoção de 65% da carga de DBO, observamos que houve uma diminuição das sub-bacias não enquadradas, conforme abaixo. (**Figuras 24 e 25**):

- Classe Especial

Todas as sub-bacias localizadas nesta classe permaneceram enquadradas, considerando o exposto no item anterior.

- Classe 1

Existem 57 sub-bacias que tiveram o enquadramento proposto pelo PDRH-BG como classe 1, cujo padrão da DBO é 3mg/L. Identificamos que das 57 sub-bacias, 55 estão enquadradas e 2 não estão enquadradas, com valores de DBO que variam entre 3,70 e 4,05mg/L, acima do permitido pela Resolução CONAMA nº 357/2005. E em relação aos efluentes sem tratamento houve a diminuição de 12 para 2 sub-bacias não enquadradas.

- Classe 2

Existem 69 sub-bacias que tiveram o enquadramento proposto pelo PDRH-BG como classe 2, cujo padrão da DBO é 5mg/L. Identificamos que das 69 sub-bacias, 65 estão enquadradas e 4 não estão enquadradas, com valores de DBO que variam entre 5,19 e 6,13mg/L, acima do permitido pela Resolução CONAMA nº 357/2005. E em relação aos efluentes sem tratamento houve a diminuição de 14 para 4 sub-bacias não enquadradas.

A classe especial se encontra, em sua maioria localizada dentro de unidades de conservação, o que favorece a manutenção desta classe, visto que nestas unidades há a conservação da vegetação, em função da altitude. Afinal as unidades predominam sua localização na Serra do Mar.

A classe 1 do enquadramento abrange uma área de transição entre a floresta e a pastagem, as duas maiores classes de uso do solo, seus percentuais somados alcançam a marca superior a 86%.

A classe 2 está distribuída nas regiões mais baixas da bacia do rio Macacu, onde temos o predomínio da pastagem e também a prática da agricultura irrigada. Além disso, esta classe sofre mais com as ações antrópicas, principalmente em função do uso do solo.

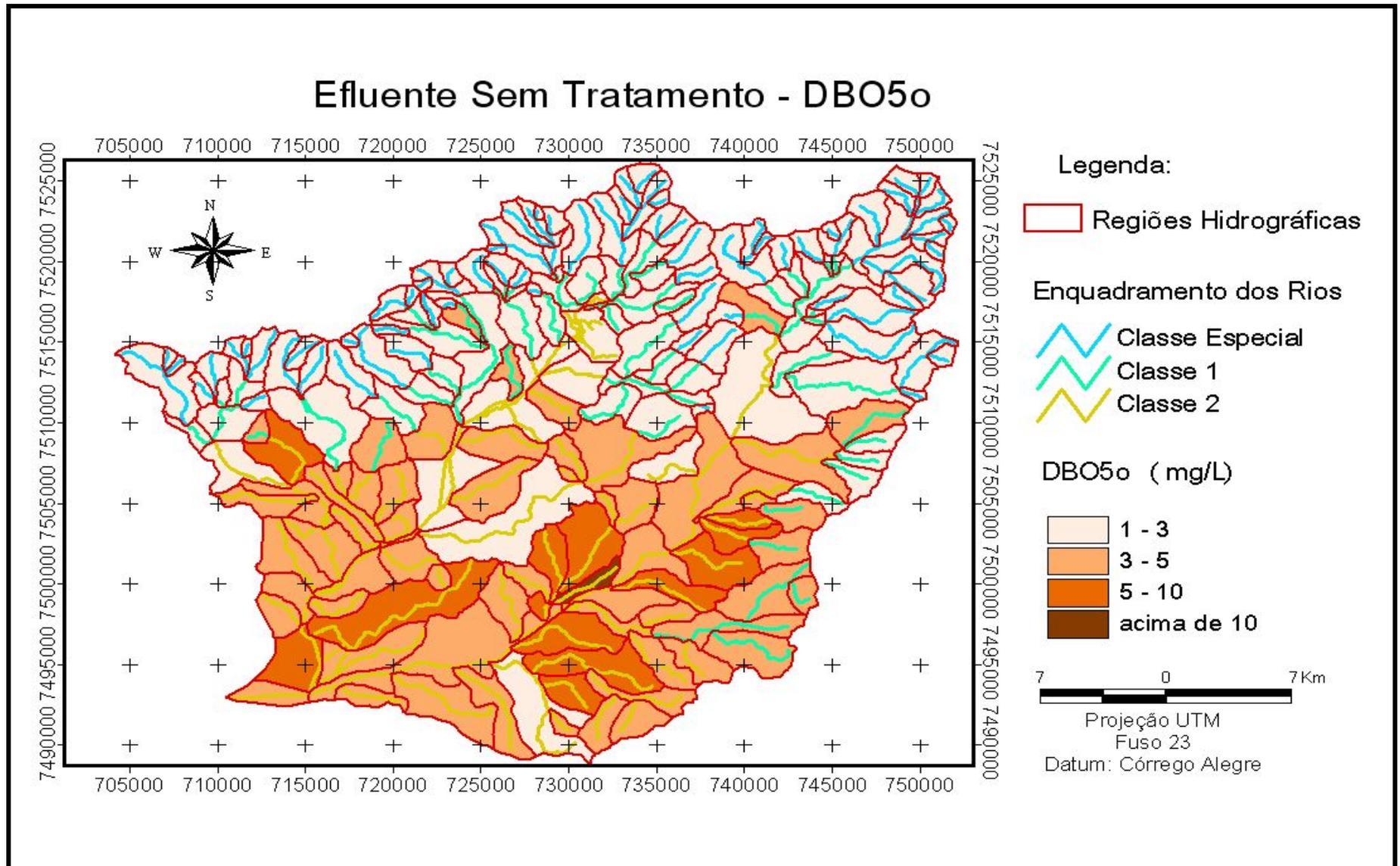


Figura 22: Mapa do Efluente sem Tratamento (DBO_{5o}) na Bacia do rio Macacu.

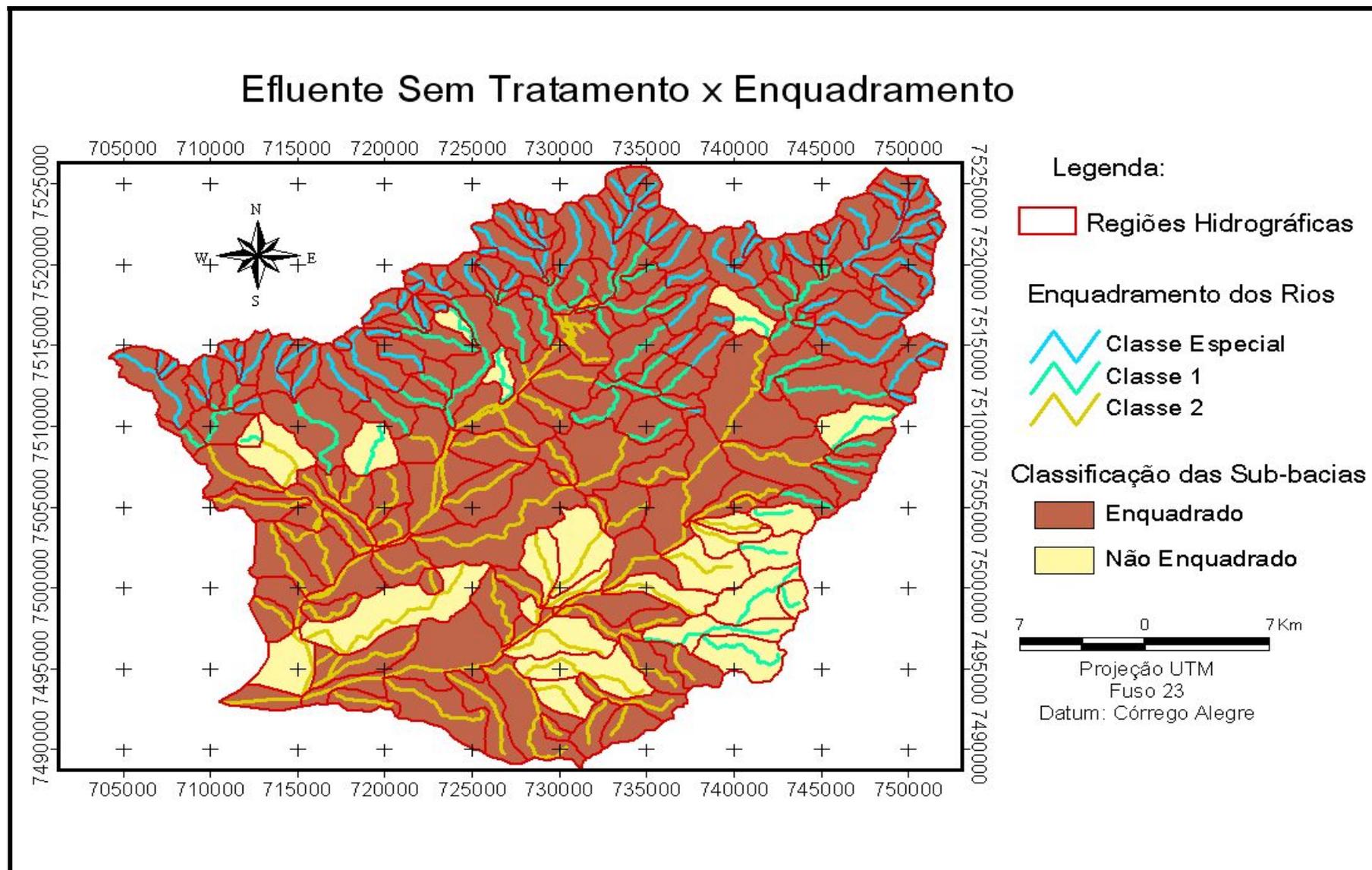


Figura 23: Mapa de Classificação da sub-bacia segundo enquadramento.

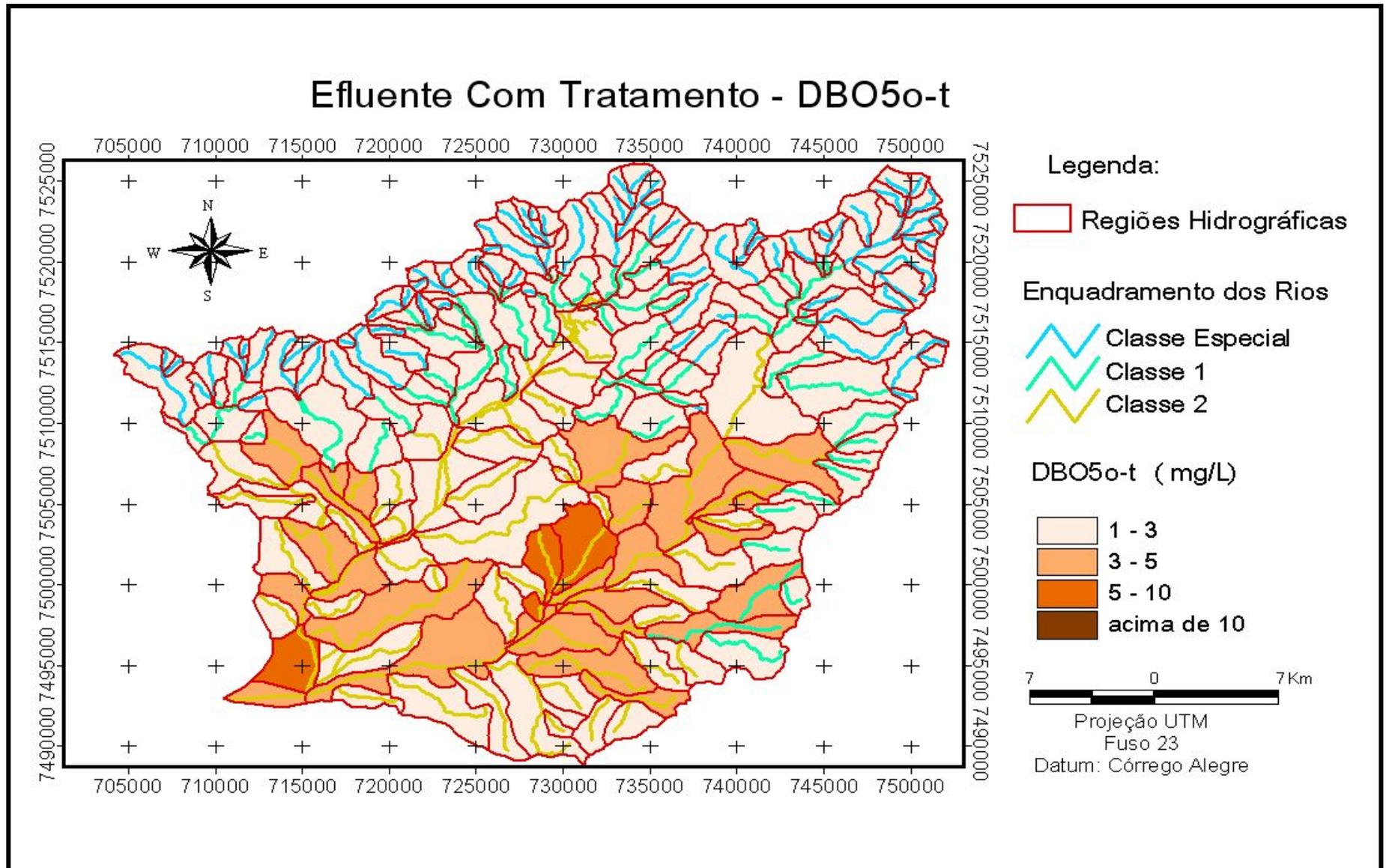


Figura 24: Mapa do Efluente com Tratamento (DBO_{50-t}) na Bacia do rio Macacu.

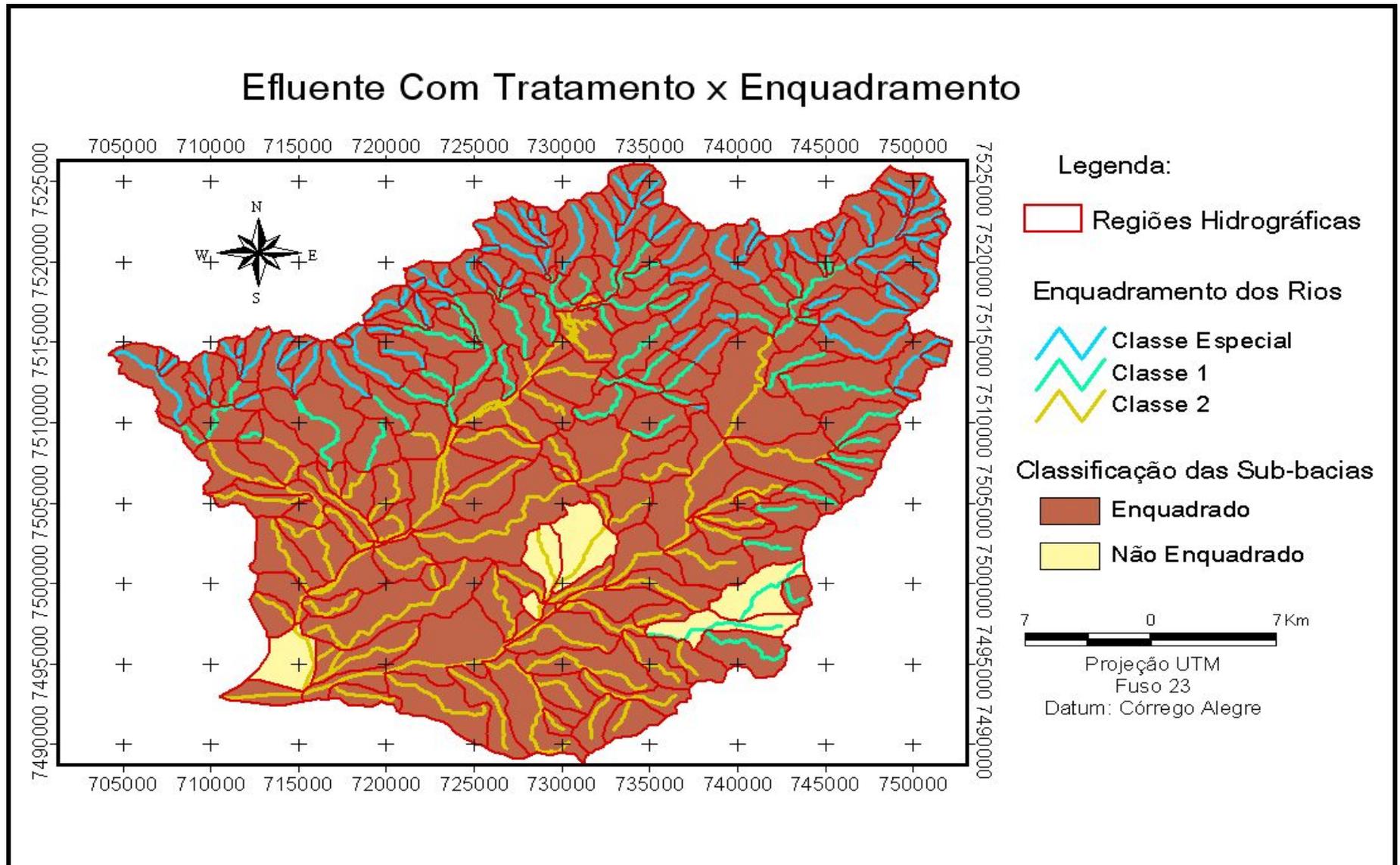


Figura 25: Mapa de Classificação da sub-bacia segundo enquadramento.

CAPÍTULO 6

6- CONCLUSÕES

Dada à importância da bacia do rio Macacu para os municípios que são atendidos por ela, considerando os dois usos da água que mais se destacam pelo volume de água captada são a irrigação e o abastecimento humano. E os usos do solo que vão interferir no enquadramento dos rios são as áreas urbanas e rurais, as áreas de pastagem e a indústria.

Observamos que mesmo, propondo o tratamento primário na carga de DBO da população, que possui uma eficiência de remoção de 35% da carga, notamos que houve uma redução do número de sub-bacias com níveis de DBO acima do permitido pela legislação, nas classes 1 e 2 do enquadramento dos cursos d'água proposto pelo PDRH-BG.

Esclarecemos que estamos considerando a pior situação possível, pois verificamos nas informações dos setores censitários que menos de 10% da população residente, na área da bacia hidrográfica do rio Macacu, tem acesso à rede de esgoto e há outro agravante, que interfere na qualidade das águas, a falta de estações de tratamento de esgotos. Apesar de haver rede coletora, este fato não é garantia de que os resíduos domésticos sejam tratados.

O que nos leva a acreditar que toda a produção de esgotos na área de estudo vai diretamente para os córregos, prejudicando não somente a população que é abastecida por essa água.

O mais relevante é a falta de estações de tratamento de esgotos distribuídas pela bacia e apesar do censo demográfico conter informações de que há rede de coletora, não podemos considerar que os efluentes domésticos são efetivamente tratados. Apesar de que no PDRH-BG há proposta de implantação de uma estação de tratamento de esgoto em Cachoeiras de Macacu, mas para a área da bacia, deveriam ser instaladas outras estações, principalmente, considerando o aumento populacional futuro com a instalação do COMPERJ.

Em relação aos usos da água, devido à instalação do Complexo Petroquímico COMPERJ, na porção leste da Baía de Guanabara vai ocasionar em um crescimento demográfico na região e por conseqüência aumento da demanda hídrica e do lançamento de efluentes, sendo necessário que os governantes tenham atenção especial com o planejamento e implantação dos programas propostos pelo PDRH-BG.

Em relação aos usos do solo, as classes que estão em maioria são floresta, pastagem e área agrícola, nesta ordem, o que nos faz deduzir que no futuro haverá conflito entre essas classes de uso, porque tanto no plano diretor do município de Cachoeiras de Macacu, quanto no plano diretor de recursos hídricos da região hidrográfica da Baía de Guanabara, sugerem a criação de novas unidades de conservação, para preservar os exemplares da Mata Atlântica.

Desta forma, podemos concluir que é de suma importância para que haja a manutenção do enquadramento dos cursos d'água da bacia hidrográfica do rio Macacu, proposta pelo PDRH-BG, publicado em 2006, que as autoridades se preocupem com o saneamento básico da região, ampliando a rede coletora e, principalmente instalando estações de tratamento de esgotos.

CAPÍTULO 7

7- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMADOR, E. S. 1997. Baía de Guanabara e Ecossistemas Periféricos: Homem e Natureza. RJ

ANA. 2006. Plano Nacional de Recursos Hídricos - Panorama e estados dos recursos hídricos do Brasil. Volume 1. p.208

ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO - ALERJ. 1989. Constituição do Estado do Rio de Janeiro de 1989. Disponível em <http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/constest.nsf/PageConsEst?OpenPage>, acessado em 30/10/2006.

BARBIERI, J. C. 2004. Gestão Ambiental Empresarial: conceitos, modelos e instrumentos. São Paulo: Editora Saraiva. 2004. 328p. p: 2-25 e 60-95

BRASIL. Leis Brasileiras. Disponível em <http://www.presidencia.gov.br/legislacao/>, acessado em 15/01/2007.

BRASIL. Lei 6.938 de 31 de agosto de 1981. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938compilada.htm, acessado em 15/10/2006.

BRASIL. Decreto nº 4.297 de 10 de julho de 2002. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4297.htm, acessado em 15/10/2006.

CUNHA, L. H e COELHO, M. C. N. 2003. Política e Gestão Ambiental. In: **CUNHA, S. B e GUERRA, A.J.T.** (Orgs.). *A Questão Ambiental: diferentes abordagens*. Editora Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 2003. p: 43-79.

CPRM. Relatório-Síntese do Trabalho de Regionalização de Vazões da Sub-bacia 59, disponível em www.cprm.gov.br, acessado em 10 mar 2007

- FRANCISCO**, C. N. 2004. Subsídios à gestão sustentável dos recursos hídricos no âmbito municipal: o caso de Angra dos Reis, RJ, Niterói: 178f. Tese (Doutorado em Geociências – Geoquímica Ambiental) – Universidade Federal Fluminense.
- MAGRINI**, A. e **SANTOS**, M. A. 2001. Gestão Ambiental de Bacias Hidrográficas. Rio de Janeiro:UFRJ; COPPE; Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais, 271p.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE**. 2003. Diretrizes Metodológicas para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil. Brasília, DF. Disponível em www.mma.gov.br, acessado em 15/05/2006.
- MORENO JUNIOR**, Ícaro. 2006. Uma experiência de gestão de recursos hídricos: A implantação de uma proposta para o estado do Rio de Janeiro. Dissertação - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE.
- PDRH-BG**. 2005. Plano Diretor de Recursos Hídricos da Baía de Guanabara, Rio de Janeiro – out, 2005
- PRETTE**, M.E.D. e **MATTEO**. K.C. 2006. Origens e Possibilidades do Zoneamento Ecológico-Econômico no Brasil In: **MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE**. 2006. *Programa Zoneamento Ecológico-Econômico: Subprograma de Políticas de Recursos Naturais*. Caderno de Referência - Subsídios ao Debate. Brasília, CID Ambiental 2006. Disponível em www.mma.gov.br, acessado em 27/09/2006.
- RIBEIRO**, C.B.M., **MARQUES**, F.A. e **SILVA**, D.D. 2005. Estimativa e Regionalização de Vazões Mínimas de Referência para a Bacia do rio Doce. In: *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, MG, v.13, n.2, 103-117, Abr./Jun., 2005. <http://www.ufv.br/dea/reveng/arquivos/Vol13/v13n2p103-117.pdf>
- SILVA**, J. S. V. e **SANTOS**, R. F. 2004. Zoneamento para Planejamento Ambiental: Vantagens e Restrições de Métodos e Técnicas. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 21, n. 2, p.221-263, maio/ago. 2004.
- UNIVERSIDADE DA ÁGUA**. Dicionário Ambiental - Demanda Bioquímica de Oxigênio. Disponível em <http://www.uniagua.org.br/website/dicionario.htm#D>
- VON SPERLING**, M. 1996. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2ª Edição, Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais. 243p.

ANEXOS

Anexo 1

Legislação Federal e Estadual referente aos Recursos Hídricos

Legislação	Objetivo da Lei
Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934.	Decreta o Código de Águas.
Decreto nº 50.877, de 29 de junho de 1961.	Dispõe sobre o lançamento de resíduos tóxicos ou oleosos nas águas interiores ou litorâneas do País e dá outras providências
Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965.	Institui o novo Código Florestal - Já alterada pela Leis Federais nº 7.803/1989 e 9.605/1998 -
Lei nº 6.938 de 31 de agosto de 1981.	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
Resolução CONAMA nº 20 de 18 de junho de 1986.	Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional.
Resolução CONAMA Nº 357 de 17 de março de 2005.	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
Decreto n.º 94.076, de 05 de março de 1987.	Institui o Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas e dá outras providências
Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988.	Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro
Constituição Federal, de 05 de outubro de 1988.	Art. nº 26, inciso I e art. nº 43, § 2º, inciso IV.
Lei nº 7.754, de 14 de agosto de 1989.	Estabelece medidas para proteção das florestas existentes nas nascentes dos rios
Lei Federal nº 7.803, de 15 de agosto de 1989.	Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nº 6.535, de 15 de julho de 1978 e 7.511, de 7 de julho de 1986.
Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997.	Institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos (Lei das Águas).

Quadro A: Legislação Federal referente aos recursos hídricos

Fonte: Adaptado de Moreno Júnior,(2006: 70-71)

Legislação Estadual referente aos Recursos Hídricos

	Legislação Estadual	Objetivos da Lei
SIPROL - Sistema de Proteção dos Lagos e Cursos D'Água no Estado do Rio de Janeiro	Decreto Lei nº 134 de 16 de junho de 1975,	Dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente no Estado do Rio de Janeiro e da outras providências
	Decreto Estadual nº 2.330 – de 08 de Janeiro de 1979	Regulamenta, em parte, os Decretos-Lei nº 39, de 21 de março de 1975, e nº 134, de 16 de junho de 1975, instituem o Sistema de Proteção dos Lagos e Cursos d'Água do Estado do Rio de Janeiro, regula a aplicação de multas, e dá outras providências.
	Deliberação CECA nº 48 – de 08 de março de 1979	Aprova o regulamento de fiscalização da Superintendência Estadual de Rios e Lagoas – SERLA
	Deliberação CECA nº 49 – de 17 de maio de 1979	Delega poderes e competência a SERLA para aplicação de multas previstas no Decreto nº 2.330, de 08.01.79.
	Lei Estadual nº 650 – de 11 de janeiro de 1983	Dispõe sobre a política estadual de defesa e proteção das bacias fluviais e lacustres do Rio de Janeiro.
Constituição Estadual de 1989	Art. 261, parágrafo 1º, inciso VII. -	
Portaria SERLA 261-A / 97 – de 31 de julho de 1997	Aborda Faixas Marginais de Proteção de Lagoas	
Anexo da Portaria SERLA 261A / 97	-	
Lei Estadual nº 3.239 – de 02 de agosto de 1999	Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos; cria o sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos.	

Quadro B: Legislação do estado do Rio de Janeiro, referente aos recursos hídricos.

Fonte: Adaptado de Moreno Júnior, 2006

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](#)