

Universidade Federal de Santa Catarina
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA
ÁGUA E A RELAÇÃO COM USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO RATONES**

Nayla Motta Campos Libos

FLORIANÓPOLIS, (SC)
JULHO/2008

**Universidade Federal de Santa Catarina
Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental**

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA
ÁGUA E A CORRELAÇÃO COM USO E OCUPAÇÃO DO SOLO
DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO RATONES**

Nayla Motta Campos Libos

**Trabalho apresentado à Universidade
Federal de Santa Catarina para Conclusão
do Curso de Graduação em Engenharia
Sanitária e Ambiental**

**Orientador
Prof. Dra. Cláudia Weber Corseuil**

**FLORIANÓPOLIS, (SC)
JULHO/2008**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA E A
RELAÇÃO COM USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA
DO RIO RATONES**

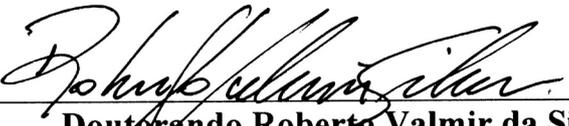
NAYLA MOTTA CAMPOS LIBOS

**Trabalho submetido à Banca Examinadora como parte dos requisitos
para Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e
Ambiental – TCC II**

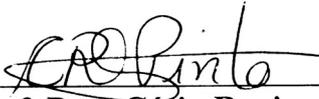
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dra. Cláudia Weber Corseuil
(Orientador)



Doutorando Roberto Valmir da Silva
(Membro da Banca)



Prof. Dra. Cátia Regina S. de Carvalho Pinto
(Membro da Banca)

**FLORIANÓPOLIS – SC
JULHO DE 2008**

*Ao Naym e Marilda,
meus pais,
minha base.*

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Cláudia Corseuil, pela dedicação ao longo deste trabalho.

À Cristiane Fuzinato, pela parceria e ajuda.

Ao Instituto Carijós e ao IBAMA, em especial ao Ricardo, Débora e Apoena, pela oportunidade que me deram e que resultou neste trabalho.

Aos meus pais, pelo amor, confiança, orientação, apoio, pelo que fizeram por mim em toda vida. Por tudo que me proporcionaram e pelo que sou hoje.

Às minhas tias Marilsa e Marta, minhas mães de coração, pela presença ativa em minha vida, por tudo que sempre fizeram por mim.

À minha avó Alice, pelos cuidados da vida inteira, pela ajuda na minha criação, pelo amor incondicional.

Às minhas amigas-irmãs, que apesar da distância que os nossos rumos nos colocaram, sempre estiveram comigo me dando apoio em todas as etapas da vida.

À Sandra, pelo carinho, companheirismo e compreensão.

Aos meus amigos da faculdade, essa família que se formou, por esses anos de parceria, que sem eles essa fase não teria sido completa.

Aos meus amigos ausentes e presentes, aos que pela vida me fizeram ver seus detalhes, aos que de algum modo contribuíram para o que sou hoje.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para este trabalho.

A Deus e a Mãezinha, pela iluminação e sustento nos momentos difíceis, e por ter me proporcionado essa realização.

RESUMO

A interferência do homem sobre os recursos naturais de forma inadequada causa desequilíbrios sobre os ecossistemas. O planejamento, gerenciamento e gestão de ocupação das áreas urbanas e rurais são necessários para a utilização dos recursos naturais de forma adequada, sem danos ao ambiente. A análise do uso e ocupação do solo constitui-se um importante elemento para o planejamento ambiental. Numa bacia hidrográfica, os recursos hídricos, sofrem ação direta das atividades desenvolvidas, tornando-se indicadores potenciais das condições dos ecossistemas. A qualidade da água na bacia está diretamente relacionada ao uso e ocupação do solo. Por meio da análise da qualidade da água, podem-se diagnosticar algumas causas dos possíveis impactos ambientais sobre os recursos naturais. Nesse contexto, este estudo tem por objetivo analisar os impactos das atividades humanas nos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Ratonos, Florianópolis, Santa Catarina. O monitoramento consistiu em coletas de água, em sete pontos, dos rios principais da bacia, o rio Veríssimo e Ratonos, de fevereiro a maio de 2008. Por meio dos resultados obtidos nos 9 parâmetros de qualidade analisados, foi calculado o IQA. A média dos resultados do IQA foi espacializada, por meio de SIG, e assim, pode-se fazer a correlação com o uso predominante do solo nas bacias de contribuição de cada ponto de amostragem. Os indicadores de qualidade demonstraram que o uso do solo e a presença de vegetação nativa são fatores importantes nas alterações da qualidade da água. Concluiu-se, que as sub-bacias mais urbanizadas apresentam qualidade da água inferior à qualidade das menos urbanizadas, devido ao lançamento nos corpos d'água de esgoto doméstico *in natura* ou com tratamento ineficiente. Bacias com intensas atividades agropecuárias também apresentaram resultados insatisfatórios, devido à substituição da vegetação nativa por áreas de pastagem, que propicia o deflúvio superficial transportar dejetos animais, nutrientes e etc. As regiões que apresentaram maiores áreas de vegetação nativa (bacias, R1 com 92% e R2 com 71%), obtiveram melhores resultados na qualidade da água dos rios, confirmando o papel de proteção exercido pelas florestas, manguezais, e restingas presentes na área de estudo. Desta forma, o estudo mostrou que a dinâmica de ocupação e de uso do solo da bacia hidrográfica, é fator determinante para o

comprometimento da qualidade das águas, e são grandes os impactos provenientes do desmatamento e da urbanização, sobre os recursos hídricos.

ABSTRACT

Men's inadequate form of interfering on natural resources causes environmental unbalance. Urban and rural areas' planning, management and occupational management is necessary for and adequate utilization of natural resources, without any damage to the environment. Soil's occupation and use analysis is an important element for environmental planning. In a Watershed, the water resources suffer direct action from activities led in the area becoming potential indicators of environmental conditions. The water quality in the watershed is directly related to soil's use and occupation. By analysis of water quality, some causes of environmental impacts on natural resources can be diagnosed. In this context, this study aims at analyzing the impact of human activities on water resources in the Watershed of River Ratonos, River Florianopolis and River Santa Catarina. The monitoring consisted in water collection in seven points of the main rivers in the shed: River Verissimo and Ratonos. It was collected from February to March, 2008. By the results obtained from the nine quality parameters analyzed, the Water Quality Index (WQI) was calculated. The WQI results average was put in space by the Geographic Information System (GIS) and, therefore, the correlation of the main use of the soil on the watersheds of every sample point could be made. The quality indicators showed that soil use and the native vegetation are important factors in quality of water alterations. It can be concluded that in the more urbanized sub-watersheds the quality of water is inferior to the less urbanized ones, due to the dumping of domestic gutter, *in natura*, or, without inefficient treatment. Watersheds with intense cattle raising and crop growing activities also showed unsatisfactory results, due to the replacing of native vegetation for pasture, which helps the superficial runoff transport animal feces, nutrients and so on. The regions with larger native vegetation areas (sheds, R1 with 92% and R2 with 71%) obtained better results in the quality of river water confirming the role of protection represented by the forests, mangrove and restingas which are present in the area that this study covers. Thus, the study showed that the dynamic of the occupation and use of the soil on the watershed is a determinant factor for the state of water quality and the impacts on the water resources from deforesting and urbanization are enormous.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	OBJETIVOS.....	14
2.1	OBJETIVO GERAL.....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
3.1	BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO RATONES	15
3.1.1	<i>Histórico da Ocupação.....</i>	<i>15</i>
3.1.2	<i>Estação Ecológica de Carijós</i>	<i>17</i>
3.2	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E A QUALIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS	20
3.3	GEOPROCESSAMENTO E O USO DO SOLO	23
3.4	QUALIDADE DA ÁGUA	24
4	MATERIAL E MÉTODOS	29
4.1	MATERIAL.....	29
4.1.1	<i>Caracterização da Área de Estudo.....</i>	<i>29</i>
4.1.2	<i>Aspectos Físicos</i>	<i>31</i>
4.1.2.1	Geomorfologia	31
4.1.2.2	Solos.....	33
4.1.2.3	Vegetação	34
4.1.2.4	Clima	36
4.2	METODOLOGIA.....	37
4.2.1	<i>Qualidade da Água.....</i>	<i>37</i>
5	RESULTADOS.....	48
5.1	QUALIDADE DA ÁGUA	48
5.2	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO	56
6	CONCLUSÃO.....	69
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	71
	ANEXOS.....	76

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 - Localização da Área de Estudo.....	30
Figura 4.2 – Espacialização geográfica dos pontos de coleta na bacia hidrográfica do rio Ratonés.....	39
Figura 4.3 – Coleta na nascente do Rio Ratonés - Ponto R1.....	40
Figura 4.4 – Rio Ratonés à jusante do ponto de coleta – Ponto R2.....	41
Figura 4.5 – Rio Ratonés à montante do ponto de coleta.....	41
Figura 4.6 – Rio Ratonés - Ponto R3.....	42
Figura 4.7 – Rio Ratonés à montante do ponto de coleta - Ponto R4.....	42
Figura 4.8 – Rio Ratonés à jusante do ponto de coleta - Ponto R4.....	43
Figura 4.9 – Rio Veríssimo - Ponto V1.....	43
Figura 4.10 – Rio Veríssimo - Ponto V2.....	44
Figura 4.11 – Rio Veríssimo - Ponto V3.....	44
Figura 4.12 – Espacialização das bacias de contribuição dos pontos de coleta.....	46
Figura 5.1 – Comparativo do IQA nos meses de análise.....	50
Figura 5.2 – Bacia V1.....	59
Figura 5.3 – Bacia V2.....	60
Figura 5.4 – Bacia V3.....	62
Figura 5.5 – Bacia R1.....	64
Figura 5.6 – Bacia R2.....	65
Figura 5.7 – Bacia R3.....	66
Figura 5.8 – Bacia R4.....	68
Figura 0.1 – Mapa de uso e ocupação do solo da bacia do rio Ratonés.....	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Pesos dos parâmetros no cálculo do IQA	27
Tabela 3.2 – Classificação do IQA	28
Tabela 5.1 – IQA das análises de Fevereiro de 2008.....	48
Tabela 5.2 – IQA das análises de Março de 2008.	48
Tabela 5.3 – IQA das análises de Abril de 2008.	49
Tabela 5.4 – IQA das análises de Maio de 2008.	49
Tabela 5.5 – Resultados dos parâmetros analisados no rio Veríssimo.	53
Tabela 5.6 – Resultados dos parâmetros analisados no rio Veríssimo.	53
Tabela 5.7 – Resultados dos parâmetros analisados no rio Ratonos.....	54
Tabela 5.8 – Resultados dos parâmetros analisados no rio Ratonos.....	54
Tabela 5.9 – Áreas da bacia por classe de uso do solo	57
Tabela 5.10 – Área ocupada pelos tipos de uso do solo, por bacias de contribuição. 57	
Tabela 5.11 – Usos do solo da bacia V1	58
Tabela 5.12 – Usos do solo da bacia V2.....	59
Tabela 5.13 – Usos do solo da bacia V3.....	61
Tabela 5.14 – Usos do solo da bacia R1	62
Tabela 5.15 – Usos do solo da bacia R2	64
Tabela 5.16 – Usos do solo da bacia R3	65
Tabela 5.17 – Usos do solo da bacia R4	67

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
APA	Área de Preservação Ambiental
CASAN	Companhia Municipal de Saneamento
CETESB	Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DNOS	Departamento Nacional de Obras e Saneamento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
ESEC	Estação Ecológica
FPA	Frente Polar Atlântica
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
IPUF	Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis
IQA	Índice da Qualidade da Água
MTA	Massa Tropical Atlântica
NSF	National Sanitation Foudantion
OD	Oxigênio Dissolvido
PMF	Prefeitura Municipal de Florianópolis
PNSB	Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
SEMAD	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (MG)
SIG	Sistema de Informação Geográfica
UC	Unidade de Conservação

UTM Universal Transversal de Mercator
ZAC Zona de Amortecimento da ESEC Carijós

1 INTRODUÇÃO

A interferência do homem sobre os recursos naturais de forma inadequada causa desequilíbrios sobre os ecossistemas.

O planejamento, gerenciamento e gestão de ocupação das áreas urbanas e rurais são necessários para a utilização dos recursos naturais de forma adequada, sem danos ao ambiente.

A análise do uso e ocupação do solo constitui-se em um importante elemento para o planejamento ambiental.

Para entender os processos de uso e ocupação do solo a delimitação da área de estudo é fundamental. É de consenso entre pesquisadores a definição da bacia hidrográfica como unidade de estudo, porque constitui um sistema natural bem delimitado no espaço, composto por um conjunto de terras topograficamente drenadas por um curso de água e seus afluentes, onde as interações são integradas e, assim, mais facilmente interpretadas (SANTOS, 2004).

Nessas unidades naturais, os recursos hídricos, que sofrem ação direta das atividades desenvolvidas na bacia, se tornam indicadores potenciais das condições dos ecossistemas.

A qualidade da água da bacia está relacionada diretamente ao uso e ocupação do solo, permitindo, muitas vezes, diagnosticar algumas causas dos possíveis impactos ambientais sobre os recursos naturais.

Dessa forma, a urbanização, as atividades agrícolas e agropecuárias, o desmatamento, queimadas, são fatores que contribuem para a diminuição da qualidade dos corpos de água.

Nesse contexto, o sensoriamento remoto e os sistemas de informações geográficas (SIGs) podem auxiliar os processos de avaliação ambiental e de gestão de bacias hidrográficas.

A partir da interpretação das imagens de sensoriamento remoto é possível levantar os diferentes usos e ocupação do solo, obtendo-se dessa forma a sua distribuição espacial na área investigada. Os SIGs, por sua vez, permitem integrar, num único banco de dados, informações obtidas por imagens de sensoriamento

remoto com os observados a campo (dados tabulares) permitindo a avaliação conjunta dos mesmos e proporcionando maior eficiência e confiabilidade no processo de tomada de decisão, para melhoria da qualidade da água em bacias hidrográficas.

Nos países em desenvolvimento a degradação da qualidade dos corpos hídricos está diretamente relacionada à poluição orgânica. A ocupação e o uso desordenados do solo, associados à falta de implantação dos serviços de saneamento básico, promovem a degradação crescente destes recursos naturais. Segundo os dados da PNSB - Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2000) apenas 38 % dos municípios brasileiros promovem a coleta dos esgotos domésticos e um percentual ainda menor, 10 %, realizam o tratamento dos mesmos (IBGE, 2000; SILVA *et al.*, 2003).

Dessa forma, com a crescente urbanização do município de Florianópolis-SC, a região da bacia hidrográfica do rio Ratoles também sofreu com a ocupação de maneira desordenada. Em consequência disso, as áreas de preservação permanente como, as encostas dos morros, manguezais, restingas, matas ciliares e mata atlântica, sofreram intensa degradação.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar a relação do uso e ocupação do solo sobre o Índice da Qualidade da Água (IQA) dos rios principais da bacia hidrográfica do rio Ratonés.

2.2 Objetivos Específicos

- a) Estabelecer sub-bacias de contribuição para os pontos de coleta;
- b) Avaliar o uso do solo da bacia do rio Ratonés;
- c) Avaliar a distribuição espacial do IQA com relação ao uso e ocupação do solo;
- d) Avaliar a relação existente entre o IQA e o uso predominante do solo das bacias de contribuição de cada ponto observado;
- e) Comparar os parâmetros de qualidade da água analisados com os limites preconizados pela legislação vigente;
- f) Comparar o enquadramento dos rios com sua atual situação.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Bacia Hidrográfica do Rio Ratonos

3.1.1 Histórico da Ocupação

No norte da ilha a ocupação urbana iniciou em meados do século XVIII e intensificou no século XIX. As atividades comuns eram pesca e agricultura com predominância de mandioca seguida da cana, amendoim, milho, entre outros. O traslado nessa época era feito pelo mar, o que fez do local hoje chamado Ratonos que tem seu rio principal desaguardo na Baía Norte e de Santo Antonio de Lisboa, pelo seu porto movimentado, centros com uma dinâmica atividade econômica justificada pelo movimento contínuo de pequenas embarcações em viagens de comércio (CECA, 1996).

Já no início do século XX com a atividade portuária em queda, a estagnação da agricultura, o êxodo rural e o intenso crescimento demográfico, a cidade já nomeada Florianópolis, começava a apresentar seus primeiros sinais da crescente urbanização.

Na década de 60 e 70 a bela ilha começa a receber cada vez mais visitantes, fato que motivou a construção de rodovias ligando o centro da cidade aos decorrentes balneários da ilha. Assim, com a construção da rodovia SC-401, que liga o centro aos distritos do norte da ilha, até hoje surge polêmica devido às obras de canalização do rio Ratonos em função da passagem da mesma (FIDELIS, 1998).

Segundo o mesmo autor, as obras no Rio Ratonos tiveram início no ano de 1949, executadas pelo extinto Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS). Com o argumento de que as águas estagnadas prejudicavam sensivelmente a agricultura na referida zona, deu-se início ao "grande projeto de recuperação da bacia do Rio Ratonos", com área de 36 km², considerada naquele momento completamente perdida pela invasão da maré e pela falta de escoamento das águas acima da zona de influência da maré.

A execução deste projeto provocou significativas alterações nos cursos naturais da Bacia do Rio Ratonos, por meio de retificações com a construção de canais, valas de drenagem e diques, que tinham por objetivo conter o avanço laminar das águas de

maré. Além disso, também causou grande impacto ambiental pra região, a construção de grandes rodovias para a colonização do norte da Ilha e a construção de comportas automáticas, para impedir a entrada das águas de maré (FIDELIS, 1998).

Segundo o mesmo autor, estas alterações físicas modificaram sensivelmente o modo de vida dos moradores da bacia, que utilizavam os rios como meio de transporte no escoamento dos produtos para aos diferentes pontos de comércio da Ilha, e para a pesca artesanal, que era o sustento de suas famílias, com presença constante de pescados que subiam rio acima.

A Bacia hidrográfica do Rio Ratonos em 1938 possuía uma área aproximada de 77,81 km², e perímetro correspondente a 44,33 km de extensão. Em decorrência das modificações antrópicas, realizadas a partir de 1949 com a abertura de grandes canais, extensas valas de drenagens e a captura de microbacias vizinhas, a bacia hidrográfica do Rio Ratonos foi acrescida em aproximadamente 13% de sua área natural, passando a possuir área média de 90 km² e perímetro correspondente a 51,70 km (CECCA, 1996).

Essas modificações deram ensejo ao crescente número de construções de casas e edifícios para os veranistas, que desfigurou as antigas comunidades pesqueiras no interior da Ilha e destruiu as regiões preservadas, dando lugar a uma ocupação desordenada (CECA, 1996).

A Bacia Hidrográfica é uma área definida topograficamente, e drenada por cursos de água. É um sistema conectado de cursos de água, de maneira que por meio do seu sistema de drenagem, toda vazão efluente é descarregada para uma saída (exutória). A área da bacia é contornada por um divisor que une os pontos de máxima cota que é a linha de separação das águas e que encaminha o escoamento superficial para esse ou outro sistema fluvial (LISBOA, 2002).

A bacia corresponde a um sistema biofísico e sócio econômico, integrado e interdependente, contemplando atividades agrícolas, industriais, formações vegetais, nascentes, córregos e riachos, lagoas e represas, enfim todos os habitats e unidades da paisagem (ESPÍNDOLA, 2000).

O conceito de bacia hidrográfica está associado à noção de sistema, nascentes, divisor de águas, cursos de águas hierarquizados e foz. Assim, os fenômenos

ocorridos dentro de uma bacia, sejam eles de origem natural ou antrópica, interferem na dinâmica do sistema, na quantidade e qualidade dos cursos de água.

As medidas de algumas variáveis (solo, clima, vegetação, relevo, água, entre outros) permitem compreender a soma desses fenômenos. Esse é um dos aspectos que leva os planejadores a escolherem a bacia hidrográfica como unidade de gestão, bem como, por ser um sistema natural bem delimitado no espaço, onde as interações físicas são integradas e, portanto, mais fáceis de serem compreendidas, espacializadas e caracterizadas (SANTOS, 2004).

3.1.2 Estação Ecológica de Carijós

A Estação Ecológica de Carijós, que tem parte de sua área localizada na bacia do Rio Ratonés, é uma Unidade de Conservação administrada pelo IBAMA, criada em 20 de julho de 1987, por meio do Decreto Federal N.º 94.656. Está localizada no distrito de Canasvieiras, bairro de Jurerê, a noroeste da Ilha de Santa Catarina e à margem da Baía Norte (SILVA, 2005).

Com uma dimensão total de cerca 7,15 km², engloba duas glebas separadas geograficamente: os manguezais de Saco Grande e de Ratonés, distantes entre si aproximadamente 5 km. A área do Manguezal de Saco Grande possui cerca de 0,93 km² (13% da área total) e está inserida na bacia hidrográfica do Rio Pau do Barco, no bairro de Saco Grande. A área do Manguezal de Ratonés possui 6,25 km² (87% da área total) e se insere na Bacia hidrográfica do Rio Ratonés, a maior da Ilha de SC. Além do ecossistema de manguezal, a ESEC Carijós abriga ainda algumas áreas de restinga com sua vegetação típica em alguns locais da gleba de Ratonés (AMIGOS DE CARIJÓS E IBAMA, 2003).

Decorridos quatorze anos da criação da ESEC Carijós, foi elaborado o plano de manejo em que elabora o zoneamento da UC, baseado no Regulamento de Parques Nacionais Brasileiros (Decreto nº 84.017, de 21/09/1979, artigo 7º).

O zoneamento é uma operação feita no plano da cidade com o fim de atribuir a cada função e a cada indivíduo seu justo lugar. Tem por base a discriminação necessária entre as diversas atividades humanas, reclamando cada uma um espaço particular, sempre obedecendo aos interesses da coletividade (MACHADO, 2003).

Existem diversos tipos de zoneamento, tais como, o Zoneamento urbano, industrial e Ecológico-Econômico. Este último se divide em Zoneamento Costeiro, de APA e Marinho (MEIRELLES, 2006).

Conforme o plano de manejo da ESEC foram implantadas quatro zonas que cabem a uma Estação Ecológica: zona primitiva, de recuperação, de uso extensivo, de uso especial.

A zona primitiva é aquela onde tenha ocorrido pequena ou mínima intervenção humana, contendo espécies da flora e da fauna ou fenômenos naturais de grande valor científico. Ela tem como objetivo, preservar o ambiente natural e facilitar as atividades de proteção, pesquisa científica e educação ambiental, sem alterar as características naturais originais dos ambientes. Esta zona abrange predominantemente as áreas de manguezal e, em menor escala, rios e restinga (AMIGOS DE CARIJÓS E IBAMA, 2003).

A zona de uso extensivo é constituída em sua maior parte por áreas naturais, podendo apresentar algumas alterações humanas. O objetivo do zoneamento dessas áreas é promover a manutenção do ambiente natural com mínimo impacto humano, oferecendo acesso e facilidades ao público para fins de educação ambiental monitorada e fiscalização.

São áreas de características variadas com presença de solo arenoso e de restinga herbácea e arbustiva. Contêm áreas de apicum, restinga arbórea em estágio médio de regeneração e ainda uma estreita faixa de manguezal (AMIGOS DE CARIJÓS E IBAMA, 2003).

Conforme o autor citado acima, as zonas de recuperação são regiões que contêm áreas consideravelmente alteradas pelo homem. É uma zona provisória, pois uma vez restaurada será incorporada a uma das zonas permanentes. O intuito é deter a degradação dos recursos e promover pesquisas sobre regeneração natural e/ou induzida, nos ecossistemas de manguezal e restinga e secundariamente desenvolver atividades de educação ambiental.

São zonas onde houve a alteração da vegetação por corte, aterro proveniente dos “bota-foras” das obras de retificação de canais, alteração de drenagem promovida por retificações, retirada de areia, pressão de pastoreio de gado e edificações (residências ou ranchos de pesca).

Zonas de uso especial consistem nas áreas necessárias à administração, manutenção e serviços da UC, abrangendo habitações, oficinas e outros. Estas áreas devem ser controladas de forma a não conflitarem com o caráter natural da Unidade (AMIGOS DE CARIJÓS E IBAMA, 2003).

Segundo o autor cima citado, o objetivo da implantação desta zona é minimizar o impacto de uso conflitante e da implantação das estruturas ou os efeitos das obras no ambiente natural da ESEC (trânsito de pescadores, edificações, acessos, instalação e manutenção de cercas), dando apoio às atividades de administração, fiscalização, pesquisa e educação ambiental.

É composta por distintas áreas estabelecidas nesta categoria de zona por diferentes motivos. Na Gleba Ratonos há 3 três áreas:

- a) Incorporando todas as atuais edificações da Unidade (sede administrativa, garagem, galpão operacional, casa funcional e área de estacionamento), além de áreas livres destinadas a futuras instalações;
- b) Englobando o Rio das Comportas e parte do rio Ratonos e tendo como objetivo disciplinar o trânsito de pescadores devidamente cadastrados que utilizam estes rios como acesso ao mar e;
- c) Faixa de cinco metros de largura ao longo de todo o perímetro seco da Unidade de Conservação.

A Estação Ecológica de Carijós implementa uma série de diretrizes e ações de gestão, envolvendo processos de participação comunitária, por meio de uma série de projetos de educação ambiental e diagnóstico e planejamento de seu entorno.

Considerando as interferências dos processos físicos, bióticos e antrópicos, as bacias hidrográficas de Ratonos e Saco Grande e a Baía Norte da Ilha de Santa Catarina, são as áreas que mais diretamente se relacionam com a UC. Em ambos os casos, o principal fator de inclusão na Área de Influência da ESEC Carijós é a relação hidrológica, visto que a UC situa-se na desembocadura dos principais rios destas bacias hidrográficas, sofrendo as influências dos fenômenos ocorridos a montante, e que as oscilações da maré promovem a mistura constante das águas vindas dos rios com as da Baía Norte, exatamente dentro dos manguezais abrangidos pela UC (AMIGOS DE CARIJÓS E IBAMA, 2003).

O autor acima complementa que a ESEC Carijós exerce grande importância para o ambiente da bacia, por meio de seus projetos que visam a preservação do bioma local. A UC investe na conservação do jacaré do papo amarelo, que apesar de quase extinto, ainda é encontrado na bacia do rio Ratonés; no laboratório de análises de água que monitora a qualidade dos rios das bacias; no programa de educação ambiental, que tem atividades constantes nas escolas e comunidades do entorno das bacias; e em diversos projetos igualmente importantes e essenciais para a eficácia do trabalho de conservação.

3.2 Uso e Ocupação do Solo e a Qualidade dos Recursos Hídricos

Os efeitos do uso do solo de forma desordenada causam a deterioração do ambiente, portanto, a sua determinação é de grande importância para sua conservação (PRADO, 2004).

SPERLING (2005) salienta que a qualidade da água é resultante dos inúmeros processos que ocorrem na bacia de drenagem do corpo hídrico e que os organismos aquáticos, em sua atividade metabólica, não só recebem influência do meio, mas podem também provocar alterações físicas e químicas na água.

O ambiente aquático é sensível às interferências que ocorrem na bacia hidrográfica que o abastece. A maioria das atividades antrópicas dentro da bacia gera efluentes, os quais, se não dispostos em locais adequados ou tratados, acabam por atingir os cursos d'água, alterando as suas propriedades naturais (KIRA e SAZANAMI, 1995, apud PRADO, 2004).

Entre os diversos setores usuários da água, o setor de saneamento é provavelmente o que apresenta maior interação e interfaces com o de recursos hídricos (HELLER et al., 2003).

O esgoto doméstico quando é lançado *in natura* nos corpos d'água, isto é, sem receber tratamento, podem-se ocasionar, na maioria das vezes, sérios prejuízos à qualidade dessa água (NUVOLARI et al., 2003).

Segundo o mesmo autor, pode haver um declínio dos níveis de oxigênio dissolvido, afetando a sobrevivência dos seres de vida aquática; exalação de gases

mal cheirosos e possibilidade de contaminação de animais e seres humanos pelo consumo ou contato com essa água.

Os reflexos das ações de saneamento ou de sua carência são notórios sobre o meio ambiente, e em particular nos recursos hídricos. A questão das interfaces entre saneamento e recursos hídricos coloca-se exatamente na dualidade do saneamento como usuário de água e como instrumento de controle de poluição, em consequência, de preservação dos recursos hídricos (NASCIMENTO, 2004).

Da mesma forma, a ocupação e uso do solo pelas atividades agropecuárias alteram sensivelmente os processos biológicos, físicos e químicos dos sistemas naturais. Por meio do ciclo hidrológico, as chuvas precipitadas sobre as vertentes irão formar o deflúvio superficial que irá carrear sedimentos e poluentes para a rede de drenagem (MERTEN, 2002).

Para as condições brasileiras, não se tem quantificado o quanto esses poluentes contribuem para a degradação dos recursos hídricos. Nos Estados Unidos, no entanto, admite-se que 50% e 60% da carga poluente que contamina os lagos e rios, respectivamente, são provenientes da agricultura (GBUREK e SHARPLEY, 1997).

Desta forma, existe um consenso geral que a atividade agropecuária rege uma importante função na contaminação dos mananciais, sendo uma atividade com alto potencial degradador, e que a qualidade da água é um reflexo do uso e manejo do solo da bacia hidrográfica em questão (MERTEN *et al.*, 2002).

O autor acima citado, afirma que o material produzido pelas atividades de pecuária é rico em nitrogênio, fósforo e potássio, e seu material orgânico apresenta uma alta concentração de DBO₅. O nitrogênio, o fósforo e a DBO elevada causam grandes impactos ao ecossistema aquático de superfície, sendo o nitrogênio e o fósforo responsável pelo processo de eutrofização das águas e a DBO pela redução do oxigênio disponível.

A eutrofização é o crescimento excessivo de algas e outras plantas aquáticas, motivado pela abundância de nutrientes. Se essas plantas atingirem superpopulações, constituirão uma camada superficial que impede a penetração da luz e cria condições anaeróbias no fundo dos corpos d'água. Esse fenômeno resulta na grande deteriorização da qualidade da água e ainda pode causar a mortandade dos peixes (SPERLING, 2005).

Segundo o mesmo autor, a eutrofização, embora nos rios seja menos freqüente devido à turbidez e ao fluxo com velocidades elevadas, também pode vir a ocorrer caso haja condições ambientais favoráveis.

O maior fator de deteriorização está, no entanto, associado aos esgotos oriundos das atividades urbanas. O esgoto doméstico contém em abundância os nutrientes determinantes para a eutrofização. Eles estão presentes nas fezes e urina, nos restos de alimentos, nos detergentes e outros subprodutos das atividades humanas (SPERLING, 2005).

Na bacia hidrográfica de Ratoles as operações de saneamento se dão pelo o sistema de esgotamento sanitário de Canasvieiras, o sistema isolado de Jurerê Internacional e os sistemas individuais de tratamento de esgotos domésticos (LABCIG apud PIMENTA, 2003).

O sistema de esgotamento sanitário de Canasvieiras é de responsabilidade da Companhia Municipal de Saneamento (CASAN) e tem seu tratamento por meio de valos de oxidação operando com uma vazão de 68 l/s (CASAN, 2008).

O sistema isolado de Jurerê Internacional é de responsabilidade da empresa Habitasul, responsável pelo loteamento. O tratamento biológico é feito por meio de lodo ativado por batelada com uma vazão em torno de 20 l/s (HABITASUL, 2008)

Entretanto, os rios principais da bacia do Rio Ratoles, não são diretamente beneficiados pelos tratamentos ocorridos nas regiões citadas, pois os bairros que os compreendem não são atendidos por sistemas de esgotamento sanitário, somente por sistemas individuais de tratamento (PIMENTA, 2003).

Segundo o autor acima citado, os sistemas individuais de tratamento consistem em fossa e sumidouro, que pela falta de manutenção periódica, apresentam baixa eficiência e podem contaminar os rios e o lençol freático. Fato que reforça a necessidade de estudos aplicados à área, além de medidas preventivas e mitigadoras aos impactos provenientes das atividades antrópicas intensas na bacia.

3.3 Geoprocessamento e o Uso do Solo

O Geoprocessamento pode ser definido como o conjunto de tecnologias de coleta e tratamento de informações espaciais e de desenvolvimento e uso de sistemas que as utilizam (RODRIGUES, 1990).

O Geoprocessamento é um termo amplo, que engloba diversas tecnologias de tratamento e manipulação de dados geográficos, por meio de programas computacionais. Dentre essas tecnologias, se destacam: a cartografia digital, o processamento digital de imagens, os sistemas de posicionamento global e os sistemas de informação geográfica. Sendo que, o SIG é o sistema que reúne maior capacidade de processamento e análise dos dados englobando todos os demais (SILVA, 2003; ROSA, 2004).

Segundo Mendes (1998) *apud* Machado (2002), a utilização de técnicas de Geoprocessamento constitui-se em instrumento de grande potencial para o estabelecimento de planos integrados de conservação do solo e da água. Neste contexto, os SIGs tem a capacidade de manipular funções que representam os processos ambientais em diversas regiões, de uma forma eficiente. Esses sistemas permitem agregar dados de diferentes fontes (imagens de satélite, mapas topográficos, mapas de solos, hidrografia etc.), como resultado, apresentam geralmente, mapas temáticos com as informações espacializadas (CÂMARA e MEDEIROS, 1998).

Segundo Câmara e Medeiros (1998), os SIGs apresentam uma gama de aplicações, tais como agricultura, floresta, cartografia, cadastro urbano e uso e ocupação do solo. Estes autores destacam três grandes maneiras de utilizá-lo:

- a) como ferramenta para produção de mapas;
- b) suporte para análise espacial de fenômenos e;
- c) como banco de dados geográficos, armazenando e recuperando informações espaciais.

A informação geográfica é o conjunto de dados, cujo significado contém associações ou relações de natureza espacial. Esses dados podem ser representados em forma gráfica (pontos, linhas, polígonos), numérica (caracteres numéricos) ou alfanumérica (combinação de letras e números), (TEIXEIRA, 1992).

Por meio de softwares dedicados exclusivamente para tratamento de imagens, podem-se gerar imagens com diferentes composições de cores, ampliações de partes das imagens e classificações temáticas dos objetos nelas identificados, obtendo-se assim produtos como mapas temáticos que são usados para estudos de geologia, vegetação, uso do solo, relevo, agricultura, rede de drenagem, inundações, entre outros (SAUSEN, 2007).

O levantamento do uso da terra tornou-se um aspecto de interesse, uma vez que é considerado uma etapa primordial para qualquer ação de planejamento territorial e gestão dos recursos naturais (DÉSTRO, 2006).

O levantamento do uso atual da terra, para fins de planejamento, pode ser obtido a partir da utilização de dados multiespectrais, fornecidos por satélites de sensoriamento remoto, associados às técnicas de interpretação e processamento digital (PEREIRA et al., 1989).

As vantagens de utilizar dados de sensoriamento remoto nos levantamentos do uso atual das terras, segundo FREITAS FILHO (1993), são atingir grandes áreas de difícil acesso e em altas altitudes, o que propicia uma visão geral da região observada, viabilizando as ações de monitoramento.

3.4 Qualidade da Água

A qualidade da água de um determinado recurso hídrico é avaliada dependendo das substâncias presentes na água, para isso denominada de parâmetros de qualidade da água. Tais substâncias caracterizam as condições em que a água se encontra, para os mais variados usos, inclusive para sua preservação no meio ambiente (CERETTA, 2004).

O autor citado acima salienta que a qualidade das águas superficiais depende do clima, da litologia da região, da vegetação que circunda as águas, do ecossistema aquático e da influência do homem. A ação antropogênica sobre o recurso hídrico é talvez a responsável pelas maiores alterações da composição da água.

As diretrizes para a avaliação da qualidade das águas brasileiras são estabelecidas pelo CONAMA, por meio da Resolução nº 357 de 17/03/2005. Esta

Resolução dividiu as águas do território brasileiro em três categorias: águas doces, salobras e salinas.

Em função dos usos preponderantes destas categorias foram estabelecidas 9 classes, sendo cinco destas destinadas para águas doces (Classe especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4), três para águas salinas (Classes 1, 2 e 3) e três para águas salobras (Classes 1, 2 e 3). Cada classe é avaliada por parâmetros de qualidade e indicadores específicos, de modo a assegurar a qualidade necessária para seus usos preponderantes (CONAMA, 2005).

Na caracterização da qualidade da água, utilizam-se esses parâmetros como indicadores da qualidade da água, para representar impurezas quando ultrapassam a certos valores estabelecidos (SEMAD, 2005).

De maneira geral, os índices e indicadores ambientais nasceram como resultado da crescente preocupação social com os aspectos ambientais do desenvolvimento, processo este que requer um número cada vez maior de informações em graus de complexidade, também, cada vez maiores (BASSO, 2007).

Geralmente os dados gerados por programas de monitoramento ambiental resultam informações técnicas de complexa compreensão por parte da comunidade, em geral. Portanto, a aplicação e adoção de índices de qualidade da água facilita a compreensão do público alvo sobre os problemas dos recursos hídricos, das condições da água de um curso d'água, devido sua forma de apresentação ser simplificada (BENDATTI et al., 2000 apud CERETTA, 2004).

O uso de indicadores de qualidade de água consiste no emprego de variáveis que se correlacionam com as alterações ocorridas, sejam estas de origens antrópicas ou naturais (TOLEDO, 2002).

As interações entre as diversas variáveis mensuradas numa amostra de água constituem no ponto de partida para avaliação da qualidade da água, desde que estas interações sejam obtidas de uma distribuição amostral no espaço e no tempo das variáveis do sistema a ser estudado (HARARMANCIOGLU *et al.*, 1998 apud TOLEDO, 2002).

O objetivo de um índice é transformar os complexos dados de qualidade da água em informação que pode facilmente ser entendida e utilizada pela população. O uso de um índice para graduar a qualidade da água é motivo de controvérsia para

especialistas da área, por não poder refletir uma situação real, quando da possibilidade da existência de alguma substância presente no meio e não contemplada no índice. Entretanto, um índice baseado em algumas variáveis importantes, permite a população ter uma idéia geral dos possíveis problemas com a água em determinada região (SILVA *et al.*, 2003).

As variáveis empregadas para cálculo do IQA ou parâmetros de monitoramento da qualidade da água, foram estabelecidos pela *National Sanitation Foudantion* (NSF) nos Estados Unidos, por meio de pesquisa de opinião junto a vários especialistas da área ambiental, para o desenvolvimento de um índice que indicasse a qualidade da água (SEMAD, 2005; CETESB, 2004).

Para o cálculo do IQA, nove parâmetros foram considerados mais representativos: oxigênio dissolvido (OD), coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio ($DBO_5, 20^\circ$), nitrato, fosfato total, temperatura da amostra (T), turbidez e sólidos totais (ST).

Poleto (2003) apud Basso (2006) chama atenção para o fato de que no cálculo do IQA, o parâmetro temperatura pode apresentar alguma distorção em função de se tratar de um modelo criado em país de clima frio, já que a temperatura ideal para se ter valores mais altos na escala de qualidade, gira em torno de zero grau Celsius.

Gastaldini (2002) realizou um estudo comparativo de diferentes índices de qualidade da água para avaliar a qualidade da água de um reservatório anteriormente e concluiu que os índices utilizados descrevem de modo eficaz a qualidade da água e apresentam as mesmas tendências, no âmbito geral.

A cada parâmetro foi atribuído um peso, listados na Tabela 3.1, de acordo com sua importância relativa no cálculo do IQA.

Tabela 3.1 – Pesos dos parâmetros no cálculo do IQA

Parâmetro	Peso - w _i
Oxigênio dissolvido – OD (% OD)	0,17
Coliformes fecais (NMP/100 mL)	0,15
pH	0,12
Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO (mg/L)	0,1
Nitratos (mg/L NO ₃)	0,1
Fosfatos (mg/L PO ₄)	0,1
Variação na Temperatura (°C)	0,1
Turbidez (NTU)	0,08
Resíduos totais (mg/L)	0,08

Fonte: Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais – SEMAD

Segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, o IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos 9 parâmetros analisadas, conforme a expressão 1.

$$IQA = \prod_{i=1}^9 q_i^{w_i} \quad (1)$$

Onde:

- IQA: Índice de Qualidade da Água, um número entre 0 e 100;
- q_i: qualidade parâmetro i, um número entre 0 e 100, obtido por meio da curva média específica de qualidade;
- w_i: peso atribuído ao parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância na qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (2)$$

Onde:

- n: número de parâmetros que entram no cálculo do IQA. No caso de não se dispor do valor de algum dos 9 parâmetros, o cálculo do IQA é inviabilizado.

A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100. A Tabela 3.2 traz a classificação criada pela *National Sanitation Foundation* e adotada pelo SEMAD.

Tabela 3.2 – Classificação do IQA

Categoria	Intervalo
Excelente	$91 < \text{IQA} \leq 100$
Bom	$71 < \text{IQA} \leq 90$
Regular	$51 < \text{IQA} \leq 70$
Ruim	$26 < \text{IQA} \leq 50$
Muito Ruim	$\text{IQA} \leq 25$

Fonte: adaptada de SEMAD (1998).

Assim definido, o IQA reflete a interferência por esgotos sanitários e outros materiais orgânicos, nutrientes e sólidos presentes na água (BASSO, 2006).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Material

Para este estudo, foram utilizados materiais e bases cartográficas existentes. Nos mapas gerados e nas bases cartográficas, utilizou-se a Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM, Zona 22S DATUM SAD 69. A seguir estão listados os materiais:

- Mapa de uso e ocupação do solo, elaborado por SILVA (2005);
- Limite da Estação Ecológica de Carijós, disponibilizado pelo IBAMA;
- Mapa das unidades hidrográficas do Estado de Santa Catarina, EPAGRI (2005);
- Base cartográfica de hidrografia e drenagem da bacia do rio Ratonés, escala 1:10000, cedidas pelo IPUF (1978);
- Imagem de satélite Quickbird, ano de 2004, com bandas multiespectrais, e resolução espacial de 2,44 cm, disponibilizado pelo IBAMA;
- Sistema de Posicionamento Global de Navegação.

4.1.1 Caracterização da Área de Estudo

A bacia hidrográfica do rio Ratonés, possui uma área de 9.870 ha e localiza-se entre as latitudes 27°25'S e 27°32'S e longitudes 48°32'W e 48°25'W.

A bacia abrange os distritos de Ratonés, Santo Antônio de Lisboa, Canasvieiras e Cachoeira do Bom Jesus (PMF, 2008).

Na área de estudo está inserida a unidade de Ratonés da Estação Ecológica de Carijós, que abrange uma área aproximada de 665 ha, e localiza-se entre as latitudes 27°27'S e 27°29'S e longitudes 48°32'W e 48°29'W.

A localização da bacia hidrográfica do rio Ratonés e da ESEC Carijós no município de Florianópolis podem ser visualizada na Figura 4.1.

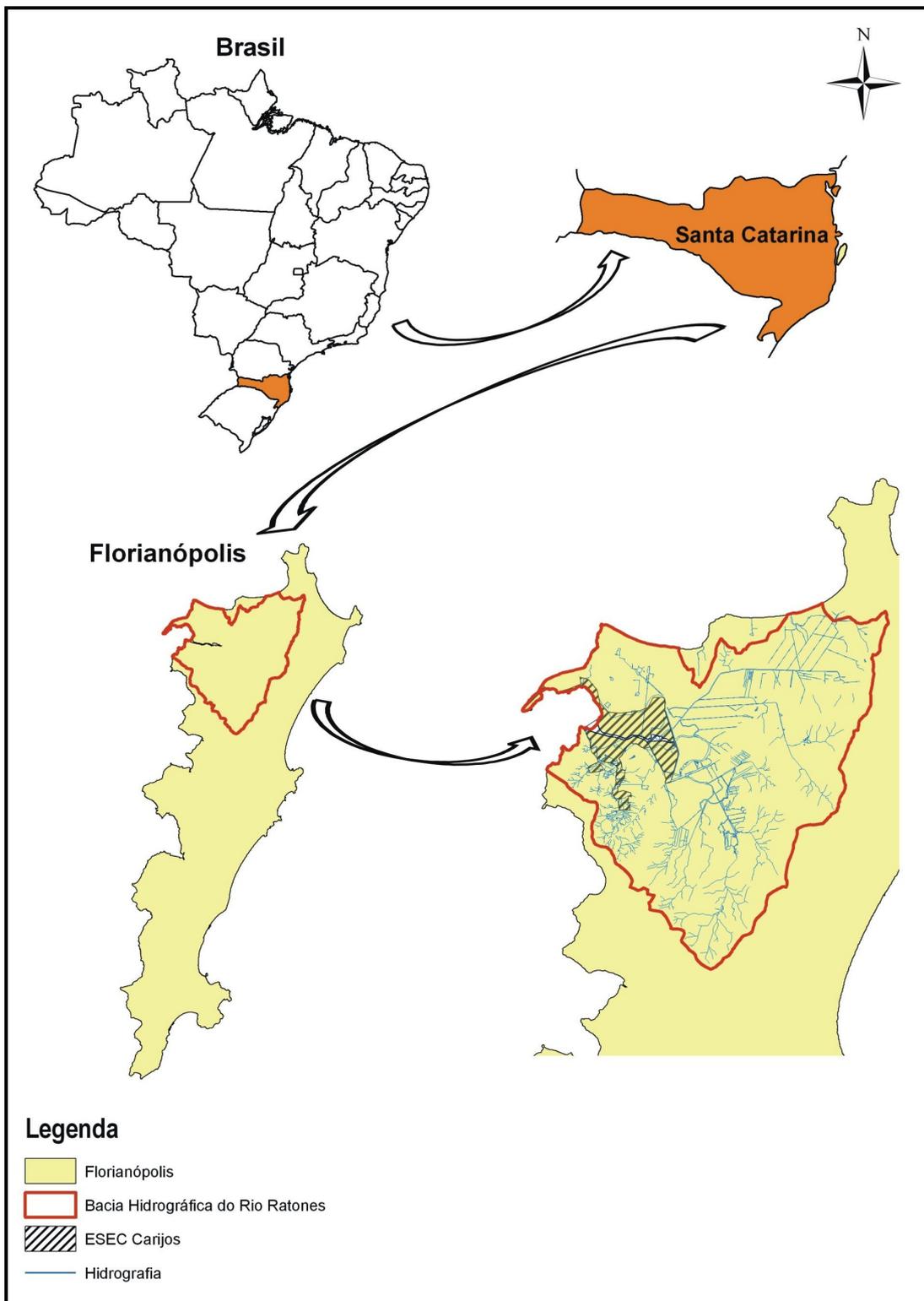


Figura 4.1 - Localização da Área de Estudo.

4.1.2 Aspectos Físicos

4.1.2.1 Geomorfologia

O relevo da Ilha de Santa Catarina é caracterizado pela associação de duas unidades geológicas que se diferenciam pela forma e pelos processos de origem e evolução. São elas as serras litorâneas e as planícies costeiras (CECA, 1996).

As serras litorâneas, caracterizadas pelos relevos de maiores altitudes que chegam a passar dos 500 metros são as formações mais antigas (BIGARELLA 1994; CARUSO, 1993).

Segundo mesmo autor, as serras litorâneas apresentam forma de crista, devido a sua posição alongada e ao acentuado declive das encostas, justificada pela origem dessa formação geológica que provavelmente está associada com uma fase de instabilidade tectônica, que originou grandes falhas e profundas bacias de sedimentação.

Na região centro-norte de Florianópolis esse relevo é mais presente e diminui em direção ao norte com altitude máxima de 493 metros no morro da costa lagoa, divisor de águas da bacia do rio Rationes (CECCA/ FNMA, 1996).

Seus topos são angulosos ou côncavos e as encostas apresentam declividades acentuadas, drenadas por vales em forma de V, geralmente pouco profundos (CARUSO, 2003).

As planícies costeiras que representam os terrenos mais recentes na escala geológica são formadas pela deposição de sedimentos marinhos e fluviomarinhos.

É determinante ao cenário da planície costeira o nível energético a que a região está sujeita (CECA, 1996; CARUSO, 1993).

Segundo o autor citado acima, no norte da ilha de Santa Catarina, de nível energético intermediário, a região é atingida pelos ventos e ondulações oriundas do quadrante norte e protegido dos ventos do sul pelas elevações da dorsal central. Da praia da Daniela à Jurerê e de Canasveiras à Cachoeira do Bom Jesus, as praias estão rodeadas de planícies constituídas por processos erosivos e oscilações ambientais, associadas principalmente, ao rebaixamento progressivo do nível do mar a partir de cinco mil anos atrás.

A região oeste da bacia do Rio Ratonés compreende as águas protegidas da baía norte que, associadas às pequenas profundidades e ao acúmulo de finos sedimentos transportados pelos rios, proporcionam a formação de manguezais, que se situam no baixo curso dos sistemas fluviais da bacia hidrográfica (CARUSO, 2003).

As regiões constituídas por planícies costeiras são caracterizadas pela diversidade de ecossistemas de transição, onde se destacam as restingas, banhados e manguezais, que regulam uma série de processos ecológicos aquáticos e terrestres (CARUSO, 1993).

Portanto, na área de estudo os domínios morfoestruturais são acumulações recentes representadas pela unidade geomorfológica planície costeira, e os domínios morfoestruturais são embasamentos em estilos complexos representados pelas serras do leste catarinense.

Segundo CARUSO (2003), a baixa declividade da planície da Bacia Hidrográfica de Ratonés favorece a entrada das marés, a longas distâncias, promovendo enchentes por meio da retenção de água das chuvas e rios, em parte da área. As marés avançam sobre esta planície até próximo às encostas dos morros, fazendo com que boa parte dos solos apresente uma drenagem variando de muito mal à imperfeitamente drenados, tornando-os hidromórficos.

Estas limitações causadas pelos efeitos oceanográficos e climáticos conjugados promovem a inundação em áreas adjacentes aos manguezais onde atualmente dominam usos rurais associados à vegetação nativa dos manguezais, restingas e banhados.

A potencialidade desta bacia está principalmente ligada aos aspectos paisagísticos, históricos e naturais, que possibilitam a valorização dos ecossistemas e atividades econômicas amigáveis aos objetivos de conservação da área, como, por exemplo, o turismo rural e o ecoturismo, entre outras formas de uso e ocupação com baixa densidade populacional.

4.1.2.2 Solos

Os diferentes solos encontrados na bacia do rio Ratonés são resultados da complexa evolução e relação de trocas de energia e matéria entre o clima, relevo, tempo, biosfera e ação antrópica (PIMENTA, 2003).

Os Argissolos são solos minerais não-hidromórficos, com horizonte B textural e diferenciação entre horizontes, apresentando seqüência de horizontes A-Bt e C.

O horizonte A é do tipo proeminente e moderado, com classes em textura arenosa e siltosa, com pouca estrutura. Nas variedades de textura argilosa a estrutura é um pouco mais desenvolvida, variando de granular moderada à média (AMIGOS DE CARIJÓS e IBAMA, 2003).

No horizonte B ocorre estrutura em blocos subangulares e angulares moderadamente desenvolvidas. A cerosidade é presente em grau geralmente moderado. Dentro destas classes ocorrem solos em relevo suave ondulado a montanhoso. Quando erodidos, se tornam solos inaptos à utilização agrícola. Na área de estudo aparecem com pouca expressão, no Morro do Sambaqui, inserido nas Serras do Leste Catarinense.

Os neossolos encontrados na bacia são solos minerais não hidromórficos, profundos a muito profundos, muito arenosos, bem drenados, derivados de sedimentos arenoquartzosos do quaternário de origem marinha. Sem estrutura definida, possuem textura arenosa com coloração variando de cinza claro a bruno-amarelado-claro. Ocorrem em relevo plano a suavemente ondulado. As areias quartzosas marinhas hidromórficas álicas se diferenciam da anterior por apresentarem o lençol freático muito próximo à superfície na maior parte do ano. Aparecem ao longo da planície costeira associadas aos depósitos marinhos como, por exemplo, as praias. São encontradas no norte da gleba Ratonés, onde se desenvolve a formação de restinga arbórea (AMIGOS DE CARIJÓS e IBAMA, 2003).

Os gleissolos ocupam as áreas planas sujeitas à inundação. São solos mal drenados, medianamente profundos e formam-se sob a forte ação do lençol freático elevado (DIAS, 2002).

Segundo o autor acima, esses solos possuem textura predominantemente argilosa e aparecem nas áreas de transição de manguezal para restinga, sendo muito freqüentes em boa parte da bacia.

Os solos indiscriminados de mangue são solos halomórficos, constantemente alagados que ocorrem na planície costeira, localizadas nas proximidades das desembocaduras de rios, nas reentrâncias da costa e margem de lagunas influenciadas pelas marés. Apresentam horizontes gleizados, com elevados teores de sais marinhos e decompostos de enxofre e possuem profundidade variável. De modo geral não apresentam diferenciações entre horizontes, a não ser nas áreas marginais, onde se percebe o desenvolvimento do horizonte A. São inviáveis para qualquer utilização agrícola e urbana, e são setores de acumulação de sedimento e de encontro de águas doces e marinhas, com constante alagamento. São os mais expressivos da UC, associados diretamente às planícies de maré (EMBRAPA, 1998; PIMENTA, 2003).

4.1.2.3 Vegetação

A cobertura vegetal das bacias hidrográfica do rio Ratoles é marcada por formações vegetais distintas, resultado de flutuações climáticas ao longo do quaternário brasileiro (KLEIN, 1979).

Segundo o mesmo autor, as principais formações vegetais encontradas nas bacias hidrográficas são restingas, mangues, floresta ombrófila densa (mata pluvial da encosta atlântica) e as florestas quaternárias (restingas arbóreas).

A cobertura vegetal da UC é em sua maioria formada por áreas de manguezal, com alguns trechos cobertos por vegetação de restinga, banhado e vegetação de transição de manguezal para restinga (AMIGOS DE CARIJÓS e IBAMA, 2003).

A Floresta Ombrófila Densa, quando em recuperação encontra-se em diferentes estágios de regeneração, a capoeirinha, que surge logo após o abandono de uma área agrícola ou de uma pastagem e o capoeirão ou mata secundária, que se inicia geralmente depois dos quinze anos de regeneração natural da vegetação (PIMENTA, 2003).

Os manguezais são ecossistemas situados entre a terra e o mar, característicos de solos lodosos salgados e de baixa declividade, que sofrem influência das marés, e são comumente encontrados em baías, reentrâncias do mar e desembocaduras dos rios, predominantemente nas zonas tropicais e com menor importância nas zonas subtropicais (SOUZA SOBRINHO et al., 1969).

Estes ecossistemas possuem uma grande importância ecológica devido às suas altas taxas de produção de biomassa, a qual é incorporada na cadeia trófica por meio dos processos de decomposição da matéria orgânica. Os nutrientes disponibilizados por este processo são, muitas vezes, exportados para os ecossistemas marinhos, fertilizando as águas costeiras (AMIGOS DE CARIJÓS E IBAMA, 2003).

O autor acima acrescenta que a vegetação de restinga ocorre em superfícies baixas ou levemente onduladas, com suaves declives rumo ao mar, caracterizadas por solos arenosos, pobres em matéria orgânica. Desta forma, sobre os solos arenosos desta unidade e sua área de entorno, desenvolve-se uma formação de restinga arbórea e aparece somente na gleba Ratonés.

A Resolução do CONAMA nº 261/99, define a vegetação de restinga como um conjunto de ecossistemas que compreende comunidades vegetais florísticas e fisionomicamente distintas, situadas em terrenos predominantemente arenosos, de origens marinha, fluvial, lagunar, eólica ou combinações destas, de idade quaternária, em geral com solos pouco desenvolvidos. Estas comunidades vegetais formam um complexo vegetacional edáfico e pioneiro, que depende mais da natureza do solo que do clima, encontrando-se em praias, cordões arenosos, dunas e depressões associadas, planícies e terraços.

A restinga arbórea, também encontrada na bacia do rio Ratonés, pode apresentar os estratos herbáceos e arbustivos bem desenvolvidos. A altura das árvores varia entre 5 e 15 metros, podendo haver árvores emergentes com até 20 metros. Também conhecida como Floresta das Planícies Quaternárias, esta formação vegetal é uma transição entre formações de menor porte, que ocupam solos pobres (AMIGOS DE CARIJÓS E IBAMA, 2003).

4.1.2.4 Clima

A cidade litorânea de Florianópolis, situada a latitude de 27°S, com clima definido como subtropical úmido, apresenta variações do clima controladas pela atuação das massas Polar Marítima e Tropical Marítima (CECA, 1996).

O clima da Ilha de Santa Catarina, conforme classificação de Köppen, é classificado como Cfa clima tropical sempre úmido com verões quentes.

Durante o inverno, com a presença das Massas Polar Atlântica (MPA), a cidade apresenta características climáticas de clima temperado associado à passagem de frentes-frias. Clima característico pela elevação de temperatura, seguido da entrada de ventos do quadrante sul e chuva forte com trovoadas, além de períodos de forte nebulosidade com chuva leve e contínua seguida de céu claro, baixa umidade relativa do ar e temperaturas muito baixas (CECA, 1996).

Segundo o autor cima, em decorrência do predomínio da Massa Tropical Atlântica (MTA) e das massas de ar marítimas quentes e úmidas, o verão apresenta características climáticas das zonas tropicais com predomínio de temperaturas elevadas e instabilidades convectivas, conhecidas como chuvas de verão.

No verão ocorre o fenômeno responsável por períodos de chuvas, que resulta na Frente polar Atlântica (FPA). O evento é dado quando a MTA encontra-se estacionária e provoca a formação de centro de baixa pressão, responsável pelo aumento das temperaturas e do teor de umidade (VIEIRA, 2004).

A temperatura média oscila entre 15°C e 18°C no inverno e 24° e 26° no verão. A temperatura média anual é de 24°C. A umidade relativa do ar média é de 80%, influenciada pela maritimidade e é mais elevada no inverno. Os ventos predominam do quadrante norte associadas à massa de ar Tropical Atlântica e do quadrante sul, sempre associados à atuação da Massa Polar e podem atingir a velocidade de 80 Km/h (MONTEIRO apud CECA, 1996).

A precipitação é bem distribuída ao longo do ano, apresentando valores médios de 1.500 mm/ano. Entretanto, há certa concentração das chuvas no verão, quando a precipitação máxima diária pode atingir valores excepcionais, superiores a 400 mm (DIAS, 2002).

4.2 METODOLOGIA

No presente estudo foi utilizado o sistema de informação geográfica – SIG ARCGIS 9.2 (ESRI, 2007) para a elaboração de uma base de dados espaciais, objetivando o cruzamento dos mesmos para a geração de mapas derivativos.

Por meio da restituição aerofotogramétrica (IPUF, 2004), que trazem as curvas de nível da região, e da base cartográfica de hidrografia, foi possível traçar a bacia hidrográfica do rio Ratonés, e as sub-bacias estudadas.

A partir do mapa de uso e ocupação do solo, elaborado por SILVA (2005), foram calculados, por meio de SIG, os valores das áreas (ha e %) de cada classe de uso do solo encontrada na bacia, e assim, obteve-se a situação da área de influência de cada ponto de coleta analisado.

4.2.1 Qualidade da Água

Para avaliação da qualidade dos corpos d'água e para o cálculo do IQA foram utilizados os resultados das análises das amostras coletadas nos rios principais da bacia hidrográfica do Rio Ratonés.

Os rios que tiveram suas águas analisadas na bacia foram os rios principais da bacia do rio Ratonés, o rio Veríssimo e o rio Ratonés. Para o rio Veríssimo foi coletada água em três pontos diferenciados e para o Ratonés em quatro pontos, distribuídos ao longo do curso dos rios.

As coletas foram realizadas por 4 meses, de fevereiro a maio de 2008, onde foram coletadas amostras de água, por meio de coleta simples, e analisados diversos parâmetros de interesse da poluição das águas.

Os critérios para a definição dos pontos de amostragens foram baseados nas condições de acessos e nas características de ocupação das áreas de contribuição.

As variáveis de qualidade foram avaliadas no campo e também no laboratório de toxicologia (LABTOX) e no laboratório integrado do meio ambiente (LIMA), do departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina.

No campo foram determinados o oxigênio dissolvido, a temperatura da água e o pH da amostra. As análises de coliformes fecais, fósforo, nitrogênio, sólidos totais, DBO5, e turbidez, foram feitas em laboratório.

Conforme SPERLING (2005), para parâmetros que variam por uma faixa de valores extremamente ampla, deve-se fazer a média geométrica e, para parâmetros que os valores que não variam segundo diversas ordens de magnitude, faz-se a média aritmética. Desta forma, para fazer uma avaliação global da qualidade da água nos pontos de amostragem, foi feita a média geométrica do parâmetro coliformes fecais e a média aritmética para os demais parâmetros.

A Figura 4.2 mostra os pontos de coleta espacializados na bacia hidrográfica do rio Ratonés.

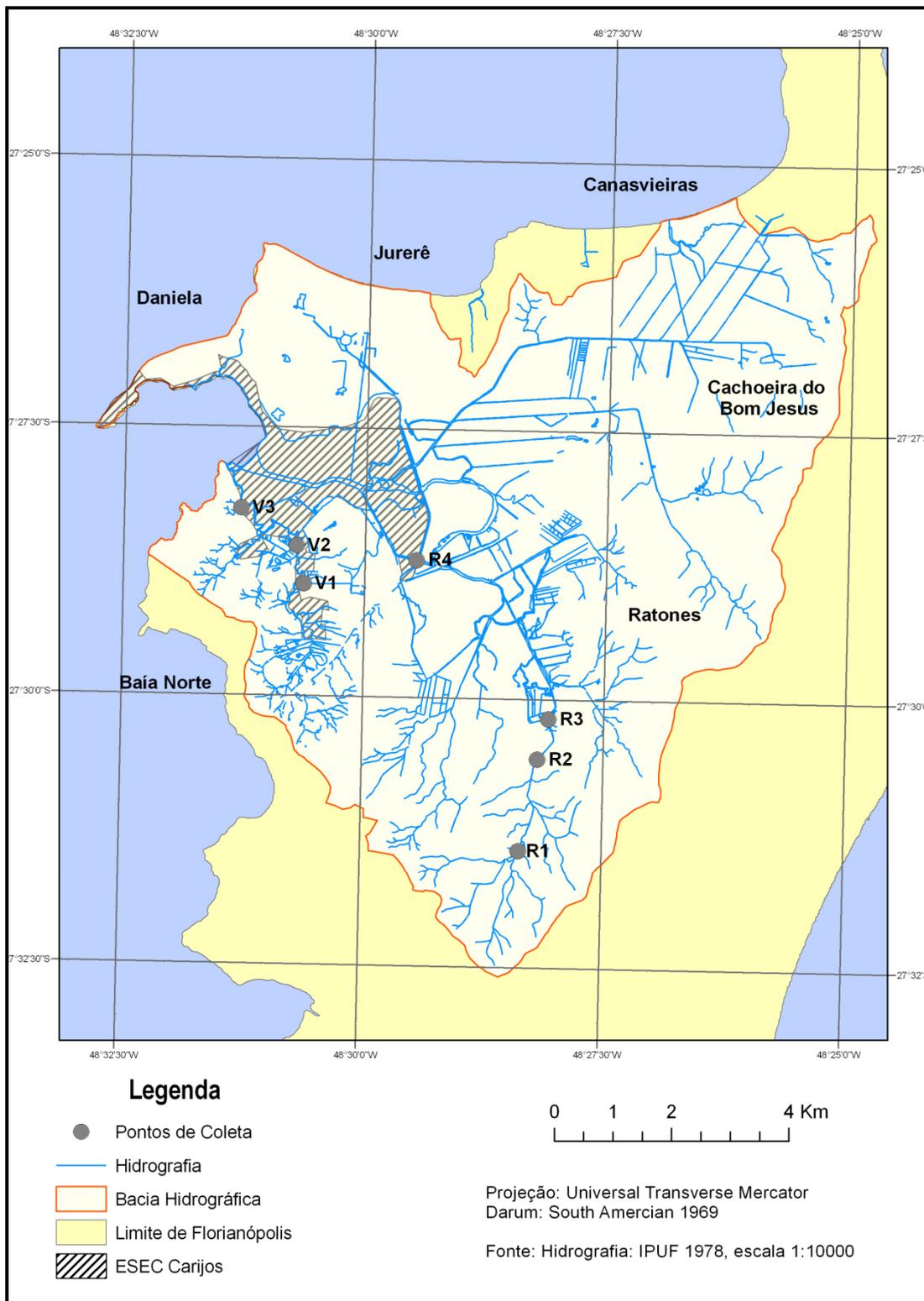


Figura 4.2 – Espacialização geográfica dos pontos de coleta na bacia hidrográfica do rio Ratones.

A Figura 4.3 mostra o ponto de coleta denominado R1, na nascente do rio Ratonés, em propriedade particular. Este ponto está localizado no distrito de Ratonés na latitude 27°31'26"S e longitude 48°28'25"W.



Figura 4.3 – Coleta na nascente do Rio Ratonés - Ponto R1.

Na Figura 4.4 tem-se o rio Ratonés à jusante do ponto de coleta e na Figura 4.5 à montante do ponto denominado R2.

O ponto R2 localiza-se no distrito de Ratonés com latitude 27°30'35"S e longitude 48°28'13" W.

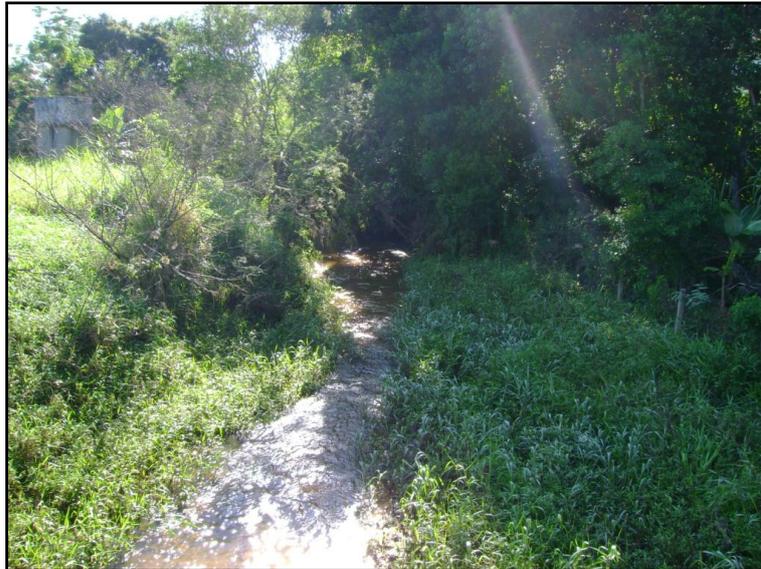


Figura 4.4 – Rio Ratonés à jusante do ponto de coleta – Ponto R2.



Figura 4.5 – Rio Ratonés à montante do ponto de coleta.

A Figura 4.6 mostra o rio Ratonés no ponto de coleta R3, localizado no distrito de Ratonés, na latitude 27°30'12"S e longitude 48°28'7"W.



Figura 4.6 – Rio Ratonés - Ponto R3.

Na Figura 4.7 tem-se o rio Ratonés à montante do ponto de coleta chamado R4 e na Figura 4.8 à jusante do mesmo ponto de coleta, na latitude $27^{\circ}28'45''\text{S}$ e longitude $48^{\circ}29'30''\text{W}$.

As coletas foram feitas na ponte sobre a comporta de canalização do rio, rodovia SC-402, na entrada da ESEC Carijós, onde o rio escoá para a Baía Norte.



Figura 4.7 – Rio Ratonés à montante do ponto de coleta - Ponto R4.

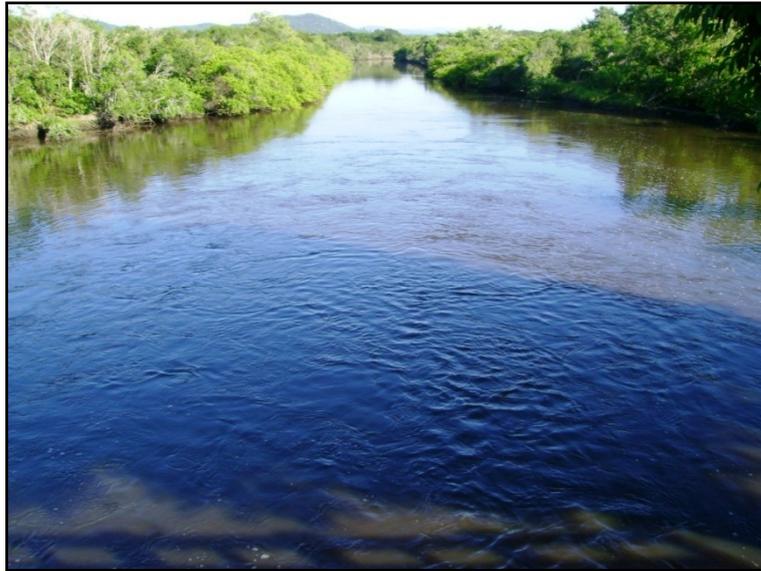


Figura 4.8 – Rio Ratonés à jusante do ponto de coleta - Ponto R4.

As próximas três figuras trazem as fotos dos pontos de coleta no rio Veríssimo, todos localizados na área da ESEC Carijós.

Na Figura 4.9 observa-se o ponto de coleta V1, localizado na latitude $27^{\circ}28'59''\text{S}$ e longitude $48^{\circ}30'40''\text{W}$.



Figura 4.9 – Rio Veríssimo - Ponto V1.

O ponto de coleta V2 situa-se na latitude $27^{\circ}28'37''\text{S}$ e longitude $48^{\circ}30'45''\text{W}$, no distrito de Santo Antonio de Lisboa, na localidade Barra do Sambaqui (Figura 4.10).

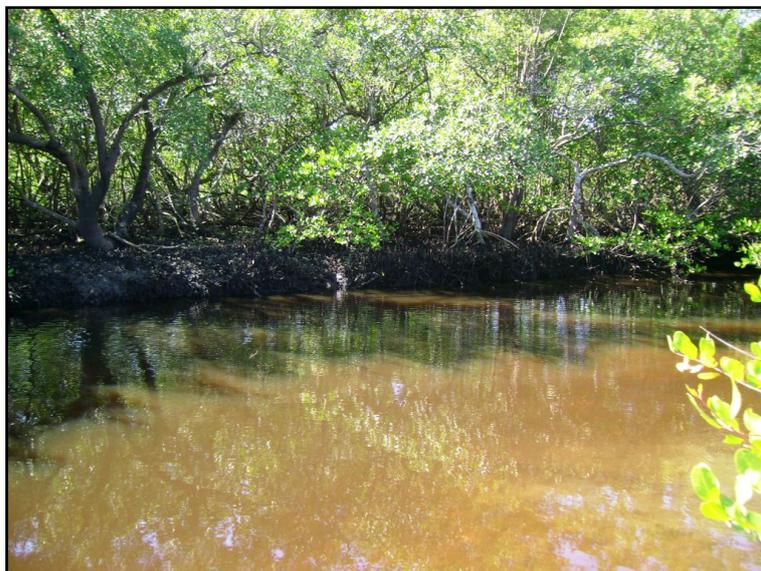


Figura 4.10 – Rio Veríssimo - Ponto V2.

O ponto de coleta V3 localiza-se no distrito de Santo Antônio de Lisboa, na localidade Barra do Sambaqui, com latitude $27^{\circ}28'16''\text{S}$ e longitude $48^{\circ}31'19''\text{W}$ (Figura 4.11).



Figura 4.11 – Rio Veríssimo - Ponto V3.

Os pontos de coleta, para análise do IQA, foram levantados a campo com o Sistema de Posicionamento Global (GPS) e sobrepostos na base cartográfica digital georreferenciada, por meio do SIG ArcGis 9.2.

Desta forma, obteve-se a distribuição espacial dos pontos de IQA sobre os cursos d'água da bacia do rio Ratonés.

Para possibilitar a avaliação da influência das diferentes formas de uso e ocupação do solo nos pontos de amostragem, foram estabelecidas, arbitrariamente, as áreas de influência em cada ponto, onde se utilizou como critério sub-bacias de contribuição.

As sub-bacias de contribuição foram delimitadas, em tela, sobre a base cartográfica digital, respeitando a hidrografia à montante dos pontos de coleta e o relevo de entorno, obtendo-se, desta forma, áreas variadas para cada uma delas.

A Figura 4.12 mostra o mapa com a delimitação das bacias de contribuição à montante de cada ponto de coleta.

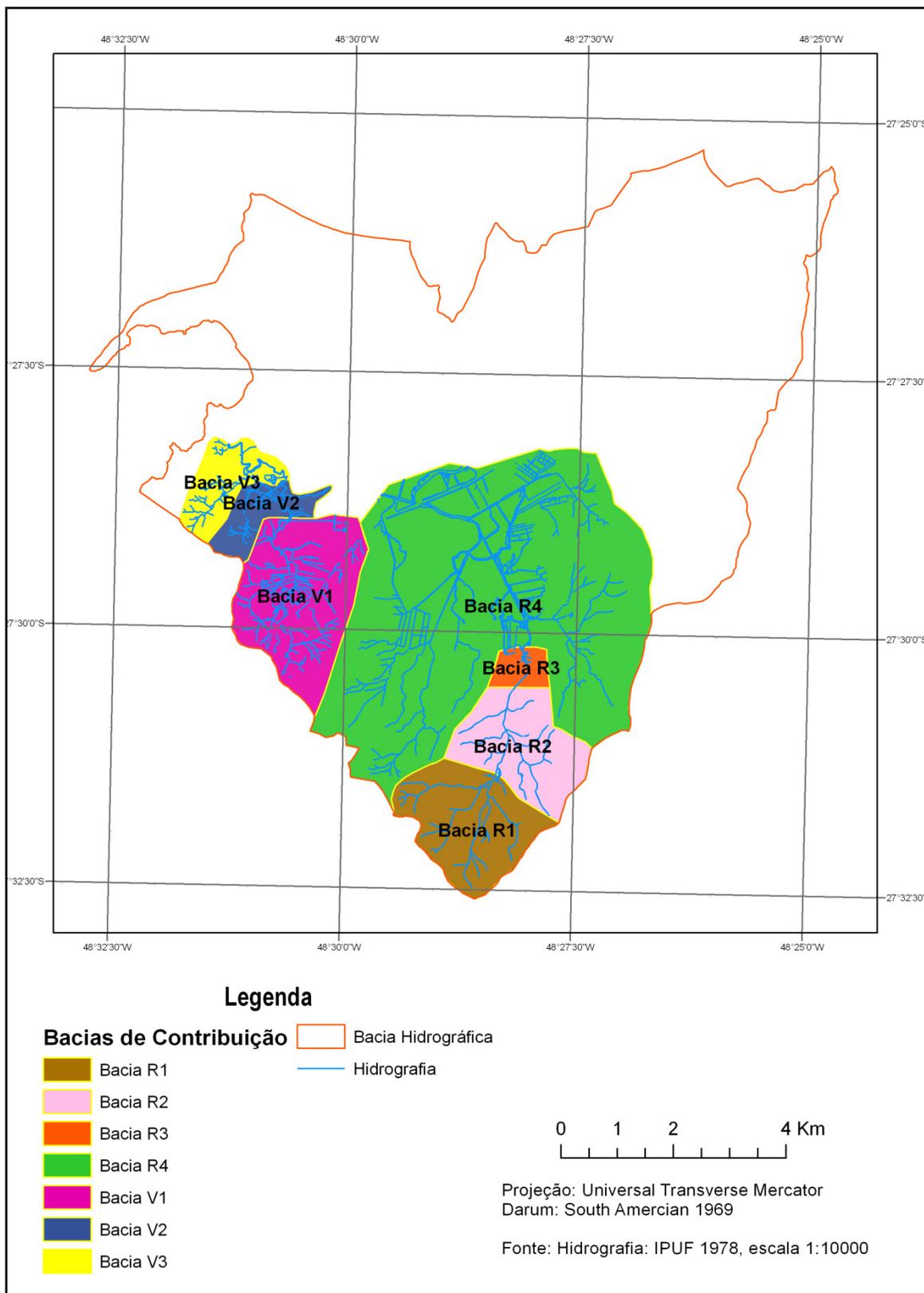


Figura 4.12 – Espacialização das bacias de contribuição dos pontos de coleta.

Após a delimitação de cada sub-bacia, efetuou-se uma operação de intersecção, em ambiente SIG, entre o mapa de uso e ocupação do solo e o limite de cada uma.

Esse procedimento foi realizado com o objetivo de determinar a influência do uso predominante do solo em cada sub-bacia sobre os valores pontuais de IQA encontrados em cada.

As áreas das classes de uso e ocupação do solo, em cada sub-bacia, foram determinadas por meio do SIG.

5 RESULTADOS

5.1 Qualidade da Água

Para o público em geral, a informação de valores de concentração de poluentes nos corpos d'água tem pouco significado, devido às complexidades nas interpretações dos resultados (SPERLING, 2005). Por esse motivo, adotou-se o índice de qualidade da água (IQA) para retratar a qualidade da água nos pontos de monitoramento

Portanto, a partir das águas coletadas nos sete pontos dos rios Ratonés e Veríssimo foram analisados nove parâmetros necessários para o cálculo do IQA.

Os resultados obtidos para os quatro meses analisados são mostrados nas Tabelas 5.1 a 5.3.

Tabela 5.1 – IQA das análises de Fevereiro de 2008.

Resultados de Fevereiro de 2008		
Ponto Coleta	IQA	Classificação
V1	40	Ruim
V2	28	Ruim
V3	43	Ruim
R1	41	Ruim
R2	40	Ruim
R3	56	Regular
R4	28	Ruim

Tabela 5.2 – IQA das análises de Março de 2008.

Resultados de Março de 2008		
Ponto Coleta	IQA	Classificação
V1	39	Ruim
V2	39	Ruim
V3	36	Ruim
R1	46	Ruim
R2	57	Regular
R3	47	Ruim
R4	32	Ruim

Tabela 5.3 – IQA das análises de Abril de 2008.

Resultados de Abril de 2008		
Ponto Coleta	IQA	Classificação
V1	36	Ruim
V2	68	Regular
V3	39	Ruim
R1	78	Bom
R2	55	Regular
R3	53	Regular
R4	44	Ruim

Tabela 5.4 – IQA das análises de Maio de 2008.

Resultados de Maio de 2008		
Ponto Coleta	IQA	Classificação
V1	48	Ruim
V2	45	Ruim
V3	34	Ruim
R1	66	Regular
R2	59	Regular
R3	56	Regular
R4	40	Ruim

A partir dos resultados do IQA (Tabelas 5.1 a 5.3) foi possível comparar a dinâmica da situação dos principais rios da bacia hidrográfica do Rio Ratonés, nos diversos pontos de coleta, nos meses analisados.

Conforme a classificação do IQA o rio Veríssimo, nos meses de fevereiro, março e maio, apresenta uma condição ruim em todos os pontos. No mês de abril, manteve a condição ruim nos pontos 1 e 3, porém, apresentou condição regular no ponto 2.

O rio Ratonés, no mês de fevereiro apresenta qualidade ruim nos pontos 1, 2 e 4. No ponto 3 apresentou qualidade regular. Em março, verifica-se uma situação regular no ponto 2 e uma condição ruim nos pontos 1, 3 e 4.

Nos meses de abril e maio, os índices de qualidade da água indicaram condição ruim no ponto 4 e regular nos pontos 2 e 3. Para o ponto 1, no mês de abril, obteve-se condição boa e no mês de maio, regular.

Na Figura 5.1 observa-se a situação dos principais rios da bacia nos meses de monitoramento, por meio da classificação desenvolvida pela *National Sanitation Foundation* (NSF).

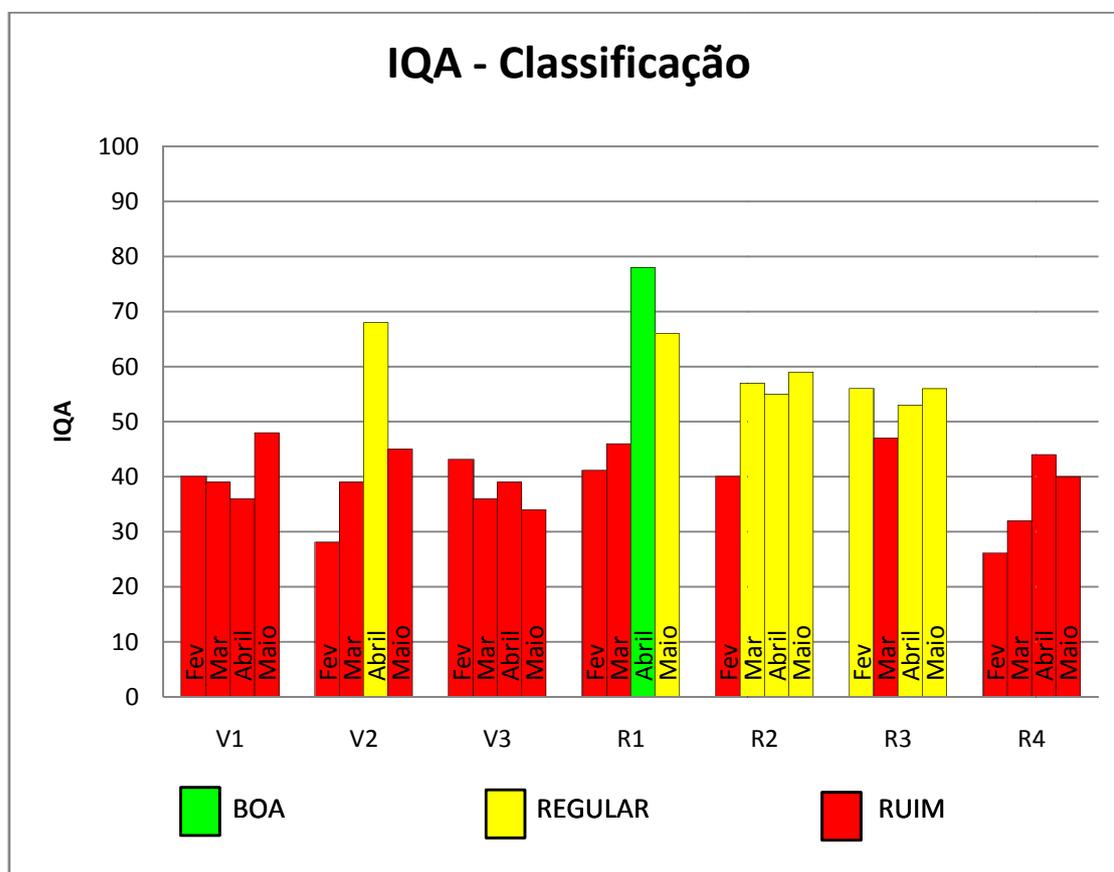


Figura 5.1 – Comparativo do IQA nos meses de análise.

Os resultados das análises do IQA refletem as condições dos rios no exato momento da coleta, dessa forma, podem apresentar resultados variados ao longo do dia e apresentar resultados diferenciados.

Observa-se que para a maioria dos pontos de coleta ocorreram melhoras na qualidade da água a partir do mês de abril. Com o turismo intenso que ocorre nos meses de verão, o aumento da população é significativo devido à vinda de turistas, e, tende a cair a partir deste mês. Dessa forma, a melhora nos resultados obtidos para o IQA pode ser justificada pela diminuição da população no norte da ilha, com o decréscimo da população.

A partir da identificação dos padrões de qualidades identificados, é freqüente a necessidade de se analisar individualmente o comportamento dos parâmetros que compõem o índice, para análise das possíveis causas do resultado obtido.

Os parâmetros físicos, químicos e biológicos utilizados para o diagnóstico da contaminação dos rios da bacia e para a obtenção do IQA, traduzem o potencial poluidor das atividades antrópicas.

Fazendo uso desses parâmetros indiretos de avaliação da qualidade das águas, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), por meio da resolução nº 357 de 2005, dispõe sobre a classificação dos corpos hídricos e dá diretrizes ambientais para o seu enquadramento.

A resolução 357 do CONAMA considera que o enquadramento dos corpos d'água deve estar baseado não no seu estado atual, mas nos níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades de consumo, recreação, balneabilidade e pesca da comunidade.

Segundo a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, o enquadramento dos corpos d'água em classes de qualidade, tem por objetivo assegurar a qualidade requerida para os usos preponderantes e diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes.

A resolução 357/05 do CONAMA, seção I – art. 4 prevê que o uso das águas enquadradas na classe especial destina-se, exclusivamente, ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção, à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

Dessa forma, o Artigo 32 desta mesma resolução, prevê que, para as águas de classe especial, é vedado o lançamento de efluentes ou disposição de resíduos domésticos, agroquímicos, de aquicultura, industriais e de quaisquer outras fontes poluentes, mesmo que tratados.

Por sua vez, a legislação estadual de Santa Catarina, por meio da resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídrico nº 003 de 2007, classifica todos os corpos hídricos do município de Florianópolis, com exceção do Rio Tavares, como classe especial.

A classe especial, conforme a resolução CONAMA 357 tem seu uso preponderante destinado ao abastecimento doméstico com simples desinfecção, à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas e a preservação de ambientes aquáticos em unidades de conservação e, não permite que haja qualquer lançamento de poluição no rio que recebe esta classificação.

Pelo fato dos corpos d'água classe especial preverem que sua condição seja mantida ao natural, não admitindo qualquer modificação por ação antrópica, não tem padrões de qualidade pré-definidos, por meio da concentração dos parâmetros indicativos de contaminação.

Deste modo, para poder comparar o estado atual dos cursos d'água da bacia do rio Ratonas com o preconizado pela legislação específica, em alguns momentos os resultados obtidos para cada parâmetro serão comparados com os limites admissíveis para classe 1, que é a classe seguinte na ordem de restrição à contaminação, segundo a resolução CONAMA 357/05.

Os parâmetros de qualidade refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos ocasionadas por lançamento de esgoto doméstico.

O esgoto doméstico, segundo definição da norma brasileira NBR 9648 (ABNT, 1986), é o despejo líquido resultante do uso água para higiene e necessidades fisiológicas humanas.

Sperling (2005), explica que os esgotos domésticos contêm aproximadamente 99,9% de água. A fração restante inclui sólidos orgânicos e inorgânicos, suspensos e dissolvidos, bem como microorganismos. Portanto, é devido à fração de 0,1% que há necessidade de tratar os esgotos antes do lançamento no corpo receptor.

Portanto, com o intuito de obter a situação dos principais corpos d'água da bacia do rio Ratonas, foram analisados os 9 parâmetros relacionados abaixo, necessários para a formulação do IQA.

A Tabela 5.5 apresenta a média dos resultados dos parâmetros de qualidade da água para o rio Veríssimo, assim como os valores mínimos e máximos obtidos para cada.

Tabela 5.5 – Resultados dos parâmetros analisados no rio Veríssimo.

PARÂMETRO	V1			V2		
	Média	Mín	Máx	Média	Mín	Máx
Coliformes Fecais (NMP/100ml)	376	89	1.733	1.317	200	7.080
pH	7	7	8	7	7	8
DBO5 (mg/l)	22	15	28	19	3	41
NT (mg/l)	2	0,06	3	2	0,04	3
Fósforo Total (mg/l)	1	0	3	0,49	0	1
Temperatura (°C)	22	21	26	23	22	25
Turbidez (UNT)	10	6	15	9	2	14
Sólidos Totais (mg/l)	13.463	3.250	26.420	30.863	6.550	70.920
OD (mg/l)	4	3	5	4	3	6

Tabela 5.6 – Resultados dos parâmetros analisados no rio Veríssimo.

PARÂMETRO	V3		
	Média	Mín	Máx
Coliformes Fecais (NMP/100ml)	3.556	512	9.280
pH	7,3	7,0	7,5
DBO5 (mg/l)	25	8	46
NT (mg/l)	7,5	0,03	27,9
Fósforo Total (mg/l)	1,70	0	3,31
Temperatura (°C)	24	22	25
Turbidez (UNT)	14	7	20
Sólidos Totais (mg/l)	111.028	33.120	215.800
OD (mg/l)	5	5	6

Da mesma forma, as Tabelas 5.7 e 5.8, trazem a média dos resultados dos parâmetros analisados, os valores máximos e os valores mínimos encontrados nos pontos coletados, no rio Ratonés.

Tabela 5.7 – Resultados dos parâmetros analisados no rio Ratonés.

PARÂMETRO	R1			R2		
	Média	Min	Máx	Média	Min	Máx
Coliformes Fecais (NMP/100ml)	21	13	30	211	160	305
pH	7,8	6,9	8,7	7,3	6,4	8,4
DBO5 (mg/l)	27	3	63	27	10	49
NT (mg/l)	5,3	0	20,6	4,4	0	16,2
Fósforo Total (mg/l)	0,62	0	2	0,17	0	0,49
Temperatura (°C)	21	20	24	21	19	25
Turbidez (UNT)	6	2	13	7	1	12
Sólidos Totais (mg/l)	773	650	1.010	1.170	570	1.620
OD (mg/l)	8	7	9	7	5	8

Tabela 5.8 – Resultados dos parâmetros analisados no rio Ratonés.

PARÂMETRO	R3			R4		
	Média	Min	Máx	Média	Min	Máx
Coliformes Fecais (NMP/100ml)	360	160	629	4.321	850	28.100
pH	6,5	6,4	7,1	7,3	7,2	7,5
DBO5 (mg/l)	18	10	34	39	27	53
NT (mg/l)	1,6	0,0	3,4	1,2	0,3	3,3
Fósforo Total (mg/l)	0,10	0	0,38	0,78	0	2,12
Temperatura (°C)	21	19	25	23	21	25
Turbidez (UNT)	9	1	19	13	2	22
Sólidos Totais (mg/l)	918	570	1.320	141.485	26.100	244.880
OD (mg/l)	6	5	7	5	5	6

O principal efeito ecológico da poluição orgânica, em um curso d'água é o decréscimo de oxigênio dissolvido (OD) causado pela respiração dos microorganismos que se alimentam da matéria orgânica.

Observa-se a concentração de OD no rio Veríssimo é variável, tem média insatisfatória para a classe do rio em que está enquadrado e, em momentos mais críticos chega ao valor de 3 mg/l, abaixo do mínimo admissível, até mesmo, para os rios classe 3.

A DBO pode ser definida como a medição em laboratório do consumo de oxigênio que um volume padronizado de amostra exerce em um período de tempo

pré-fixado. Ela retrata a quantidade de oxigênio requerida para estabilizar, por meio de processos bioquímicos, a matéria orgânica carbonácea presente no meio natural. (SPERLING, 2005).

A concentração de DBO obtida nos rios está bastante acima do limite permitido pela legislação para rios classe 1, que não pode exceder 3 mg/l. Entretanto, nos rios Veríssimo e Ratoles que são classe especial, foram obtidos resultados até 5 vezes maiores.

A presença de nitrogênio implica na diminuição de oxigênio dissolvido no corpo d'água, devido ao consumo requerido nos processos de conversão de amônia a nitrito e deste a nitrato.

Em um curso d'água, a determinação da forma predominante do nitrogênio pode fornecer indicações sobre o estágio da poluição eventualmente ocasionada por lançamento de esgoto a montante do ponto de coleta. Se a poluição é recente, a forma nitrogenada predominante encontrada é de nitrogênio orgânico ou amônia. Caso a poluição seja antiga, predomina a forma de nitrato. A amônia livre é diretamente tóxica aos peixes e o nitrato em grande quantidade pode causar metahemoglobinemia em crianças (NUVOLARI, 2003).

Além disso, o nitrogênio por se tratar de nutrientes para as plantas e algas, pode causar o fenômeno de eutrofização nos corpos d'água, caso haja condições ambientais para isso.

Conforme os padrões de qualidade fixados para os rios classe 1, a concentração máxima permitida de nitrogênio varia de acordo com o pH, mas, não pode ultrapassar 3,7 mg/l em situações que o pH for inferior a 7,5 e, 1,0 mg/l quando o pH estiver entre 8,0 e 8,5. Desta forma, observa-se que a situação crítica de concentração de nitrogênio limita-se ao ponto 3 do rio Veríssimo.

A presença do fósforo na água em altas concentrações está relacionada com atividades antrópicas de origem fisiológica e, na forma inorgânica é oriunda de detergentes e outros produtos químicos domésticos. Assim como o nitrogênio, o fósforo também é um nutriente de grande importância para o desenvolvimento de algas e pode conduzir a fenômenos de eutrofização.

O máximo permitido nas águas dos rios classe 1 para o fósforo é 0,10 mg/l. A partir disto, observa-se que em alguns meses esteve de acordo com a legislação,

porém, as médias e os valores máximos obtidos estão acima do preconizado pela legislação.

Os organismos patógenos presentes em esgotos domésticos são de difícil identificação, devido à alta diluição que sofrem quando encontram os corpos hídricos. Mas, apesar disso, trazem grande preocupação e perigo no contato ou ingestão por pessoas e animais.

Pra auxiliar na identificação da contaminação dos corpos hídricos por material fecal humano e de animais, são comumente utilizados organismos indicadores de contaminação fecal. Esses organismos são predominantemente não patogênicos, mas dão uma satisfatória indicação da contaminação de uma água apresenta por fezes humanas ou de animais e, por conseguinte, da sua potencialidade de transmitir doenças.

Os organismos geralmente utilizados para essa finalidade são as bactérias do grupo coliforme, em especial a *Escherichia coli*. Essa bactéria se apresenta em grande quantidade e exclusivamente nas fezes humanas e de animais, além de, possuírem resistência superior à maioria das bactérias patogênicas intestinais. Ou seja, a presença deste organismo garante a contaminação da água por organismos patogênicos, oriundos do trato intestinal de animais de sangue quente.

Nos rios classe 1, a concentração máxima de coliformes fecais limita-se em 200 mg/l. Já nos rios principais da bacia, este valor está acima do permitido tanto nos valores mínimos obtidos quanto na média geométrica dos resultados dos 4 meses.

5.2 Uso e Ocupação do Solo

Por meio do mapa de uso e ocupação de solo gerado por Silva (2005) foi possível identificar os tipos de uso, as áreas ocupadas por cada classe de ocupação e suas respectivas percentagens em relação à área de estudo, como apresentado na Tabela 5.9.

Tabela 5.9 – Áreas da bacia por classe de uso do solo

USOS DO SOLO	ÁREA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO RATONES	
	ha	%
Águas Interiores	662	7
Agricultura	23	0,2
Linha de Costa	29	0,3
Pastagem	1.593	16
Urbanização	1.364	14
Reflorestamento	105	1
Vegetação Nativa	6.079	62
TOTAL	9.855	100

Na classe vegetação nativa estão inseridas as áreas de Floresta Ombrófila Densa, de Manguezais e de Restingas. Observa-se que, aproximadamente, 62% da área total da bacia é ocupada por vegetação nativa, sendo que, boa parte desta encontra-se nos topos e nas encostas de morros, ainda preservadas.

As áreas de reflorestamento, são menos expressivas, ocupam 1% da área da bacia e as de agricultura ocupam 0,2%.

As áreas de urbanização, que compreendem áreas construídas e com solo exposto, ocupam 14% da bacia e, as de pastagens chegam aos 16%.

O mapa de uso do solo, da bacia hidrográfica do rio Ratonés, pode ser visualizado no anexo 1.

Para se fazer uma avaliação mais específica, tem-se a ocupação por meio das classes predominantes de uso do solo, nas áreas de influência dos pontos de coleta, definidas por bacias de contribuição, conforme a Tabela 5.10.

Tabela 5.10 – Área ocupada pelos tipos de uso do solo, por bacias de contribuição.

USOS DO SOLO	ÁREA DAS SUB-BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO (%)							
	R1	R2	R3	R4	V1	V2	V3	TOTAL
Agricultura	-	-	2	0,7	0,4	0,8	-	0,5
Pastagem	7	17	37	19	18	13	18	17
Reflorestamento	-	-	-	0,2	2	-	-	0,4
Urbanização	1	9	27	9	21	21	3	10
Vegetação Nativa	92	75	34	71	59	65	79	71
SOMA	100	100	100	100	100	100	100	100

Nas bacias de contribuição, a vegetação nativa chega ocupar a grande maioria das áreas, quando próximo à nascente, como na sub-bacia R1 que possui 92% de vegetação natural e, chega a ocupar cerca de 34% em áreas mais urbanizadas, como na sub-bacia R3.

As atividades de agricultura são encontradas principalmente na localidade de Ratonés, onde são cultivadas, em maior parte, hortaliças, que, de acordo com seus produtores locais, são culturas orgânicas e não causam contaminação do solo e água por agroquímicos.

As áreas urbanizadas se distribuem por todas as sub-bacias. Caracterizam-se por apresentar regiões que concentram uma densa urbanização e outras regiões pouco urbanizadas, mas ainda com a presença dessa classe de solo.

As Tabelas 6.11 a 6.17 trazem as classes de uso do solo por áreas ocupadas nas bacias de contribuição dos pontos de coleta.

Tabela 5.11 – Usos do solo da bacia V1

USOS DO SOLO	BACIA V1	
	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Agricultura	2,5	0
Pastagem	103,0	18
Reflorestamento	12,6	2
Urbanização	120,1	21
Vegetação Nativa	335,9	59
TOTAL	574,1	100

A bacia de contribuição do ponto de coleta V1, apesar de possuir 59% de suas áreas ocupadas com vegetação nativa, é a segunda que possui a menor área ocupada com essa classe de uso do solo. E, como consequência, possui uma boa parte de suas áreas ocupadas com urbanização e pastagem.

Juntas essas duas classes, que são as mais impactantes aos recursos hídricos da bacia, abrangem 39% da área total da bacia de contribuição do ponto V1.

A urbanização da bacia V1 é em grande parte compreendida pela Rodovia SC 401 e as diversas atividades comerciais instaladas em sua margem. Entre elas, tem a presença de madeireiras, postos de combustíveis, motéis, lojas e etc.

Dessa forma, a ocupação intensa por urbanização e pastagem ao longo da bacia, pode justificar a média do IQA ter indicado qualidade ruim para o rio Veríssimo, neste ponto de coleta.

O ponto de coleta V1 está inserido na ESEC Carijós e, portanto, compreende áreas de mangue, como pode ser visto na Figura 5.2.

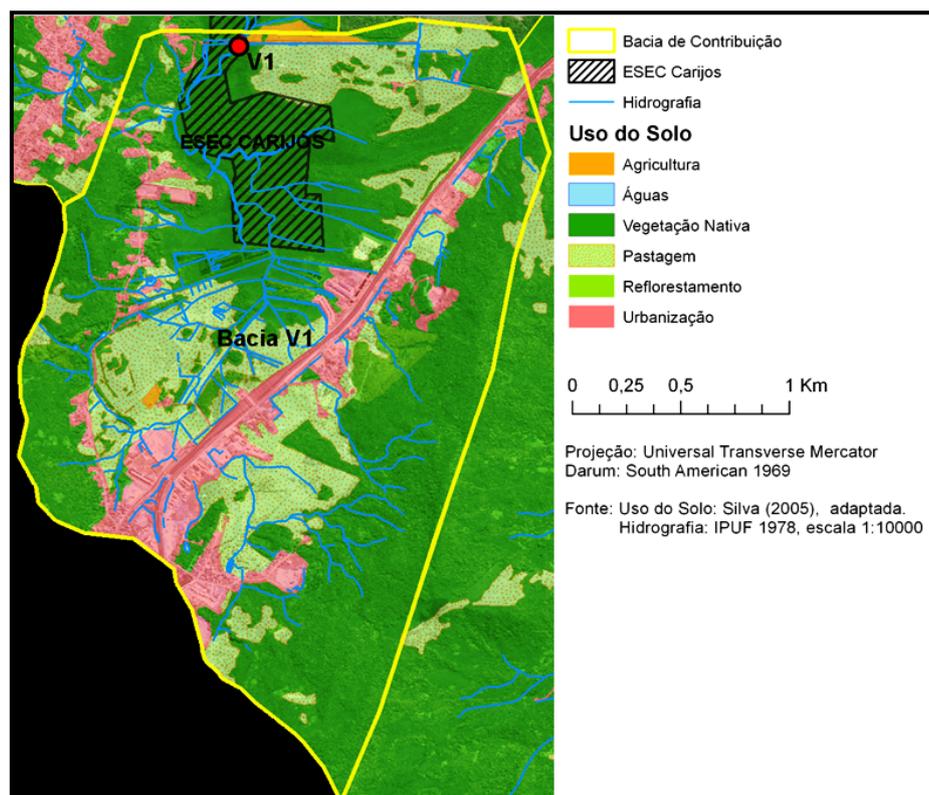


Figura 5.2 – Bacia V1

A seguir, as áreas ocupadas por cada classe de uso do solo, na bacia V2.

Tabela 5.12 – Usos do solo da bacia V2

USOS DO SOLO	BACIA V2	
	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Agricultura	1,0	1
Pastagem	18,3	13
Reflorestamento	-	-
Urbanização	29,1	21
Vegetação Nativa	88,2	65
TOTAL	136,5	100

A bacia V2 compreende a localidade Barra do Sambaqui, que é uma região densamente ocupada por urbanização e possui grandes áreas de pastagem conforme mostra a Figura 8.2

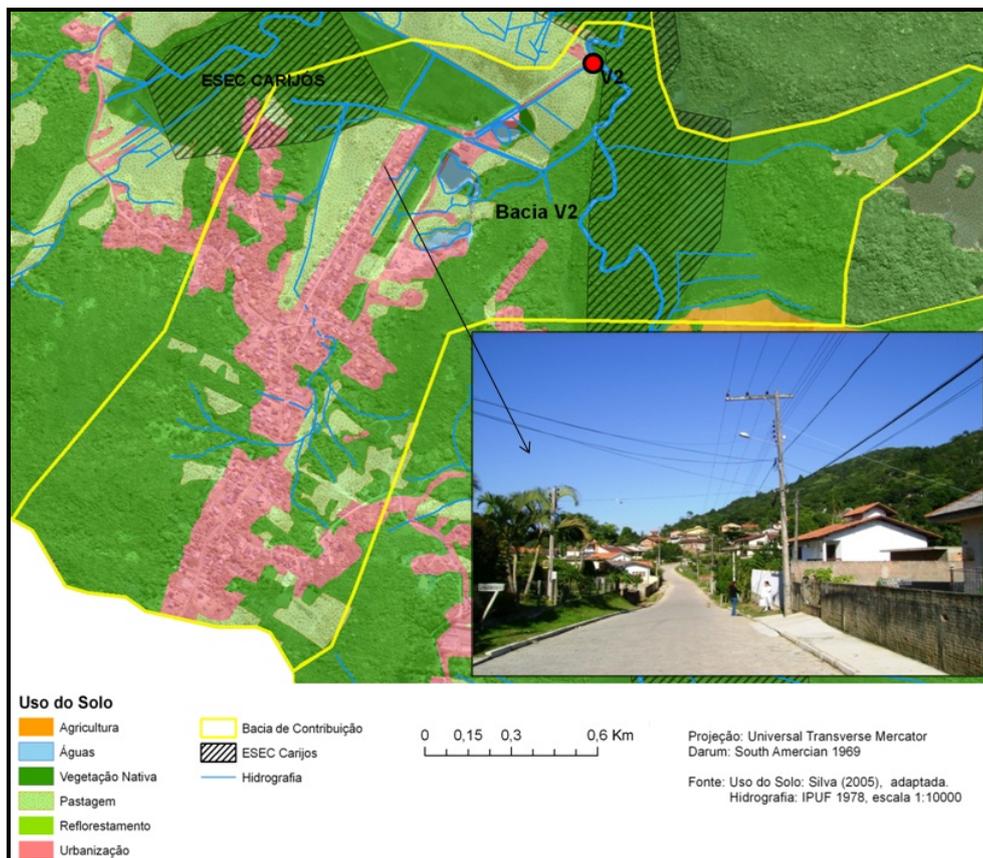


Figura 5.3 – Bacia V2

O ponto de coleta V2, por possuir intensa urbanização, recebe influência direta das ações antrópicas na qualidade dos seus corpos hídricos e, conseqüentemente, nos valores do IQA.

Observa-se, por meio da Figura 5.3, que o manguezal da ESEC Carijós está a montante do ponto de coleta e que a contribuição da área urbanizada da bacia V2, influi diretamente sobre ele.

Desta forma, nem mesmo os 65% de vegetação natural que abrange a bacia e a área de manguezal protegido da ESEC Carijós, conseguiram proteger a qualidade dos

rios da bacia V2, que no ponto de coleta apresentou qualidade ruim na média dos quatro meses de monitoramento.

A Tabela 5.13 traz a área total da bacia V3 e áreas ocupadas por cada classe de uso do solo.

Tabela 5.13 – Usos do solo da bacia V3

USOS DO SOLO	BACIA V3	
	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Agricultura	-	-
Pastagem	31,4	18
Reflorestamento	-	0
Urbanização	5,7	3
Vegetação Nativa	136,1	79
TOTAL	173,2	100

A bacia de contribuição do ponto de coleta V3 é densamente ocupada por vegetação nativa, que chega a 79%. Porém, apresenta 18% de sua área ocupada com pastagem e as margens do ponto de coleta existe uma área significativa ocupada com urbanização.

Portanto, a urbanização presente próximo ao ponto de coleta e a atividade agropecuária distribuída pela bacia, podem justificar o IQA para o rio Veríssimo no ponto de coleta V3, ter indicado condições ruins da qualidade da água.

A Figura 5.4 mostra a bacia V3 espacializada, com suas classes de uso do solo e o ponto de coleta. A foto, obtida em campo, chama atenção para as atividades agropecuárias na bacia.

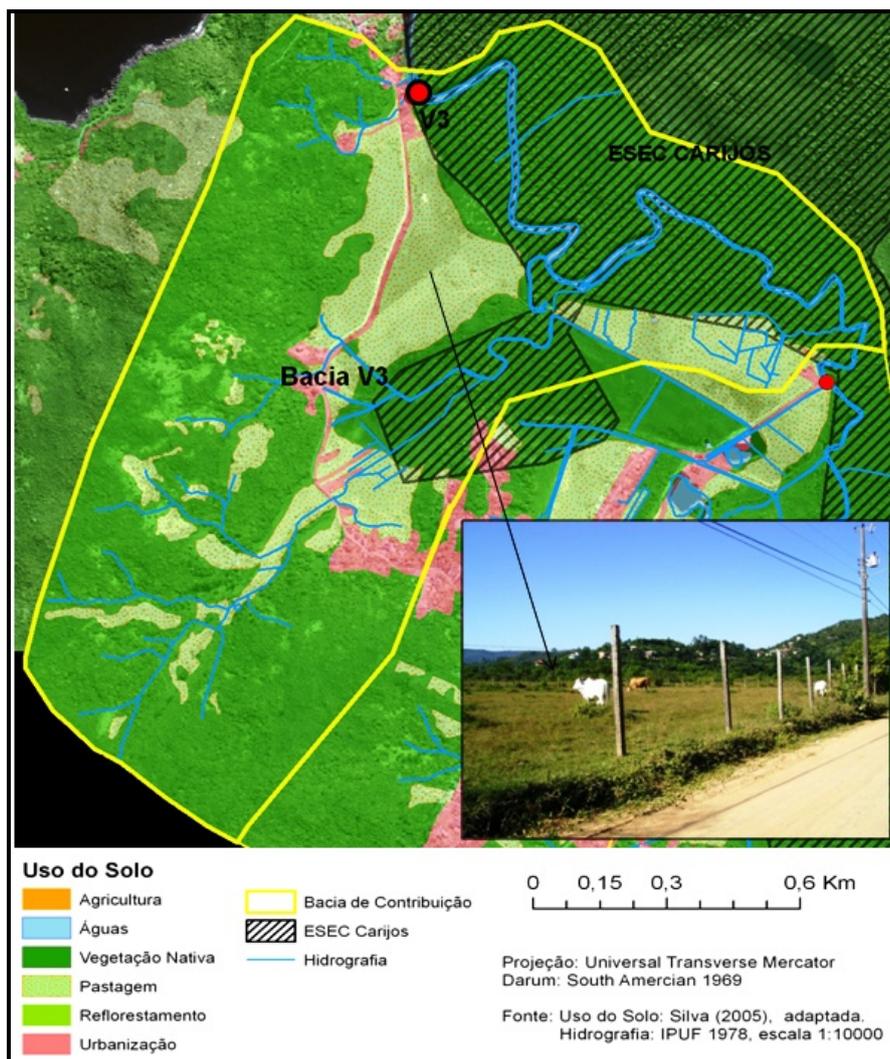


Figura 5.4 – Bacia V3

A seguir, os resultados obtidos para os 4 pontos de coleta no rio Ratoles e, para a bacia de contribuição de cada ponto.

Tabela 5.14 – Usos do solo da bacia R1

USOS DO SOLO	BACIA R1	
	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Agricultura	-	0
Pastagem	28,4	7
Reflorestamento	-	0
Urbanização	2,6	1
Vegetação Nativa	380,8	92
TOTAL	411,9	100

O local do ponto de coleta R1, que está próxima à nascente do rio Ratonés, em propriedade particular. A região ainda preserva sua vegetação natural, que ocupa 92% da área total da bacia.

A bacia é pouco urbanizada e tem pequenas áreas que se restringem ao redor do ponto de coleta.

Quanto às pastagens, também estão pouco presentes na bacia. Elas se concentram próximas ao ponto de coleta e, totalizam 7% da sua área total.

As áreas urbanizadas representam 1% da bacia e restringe-se a residência do proprietário da área onde se localiza o ponto de coleta.

O IQA no ponto R1, por estar próximo à nascente do rio Ratonés e se tratar de uma região densamente ocupada por vegetação nativa, não apresentou os resultados esperados.

As áreas de pastagens e a pequena área de urbanização que se concentram ao redor do ponto de coleta sugerem ser as responsáveis pelo resultado regular do IQA, neste ponto.

O rio Ratonés, imediatamente a jusante do morro onde está a sua nascente, foi modificado na obra de canalização que ocorreu ao longo do seu curso, estando mais sujeito às influências antrópicas, como se pode visualizar no detalhe da Figura 5.5.

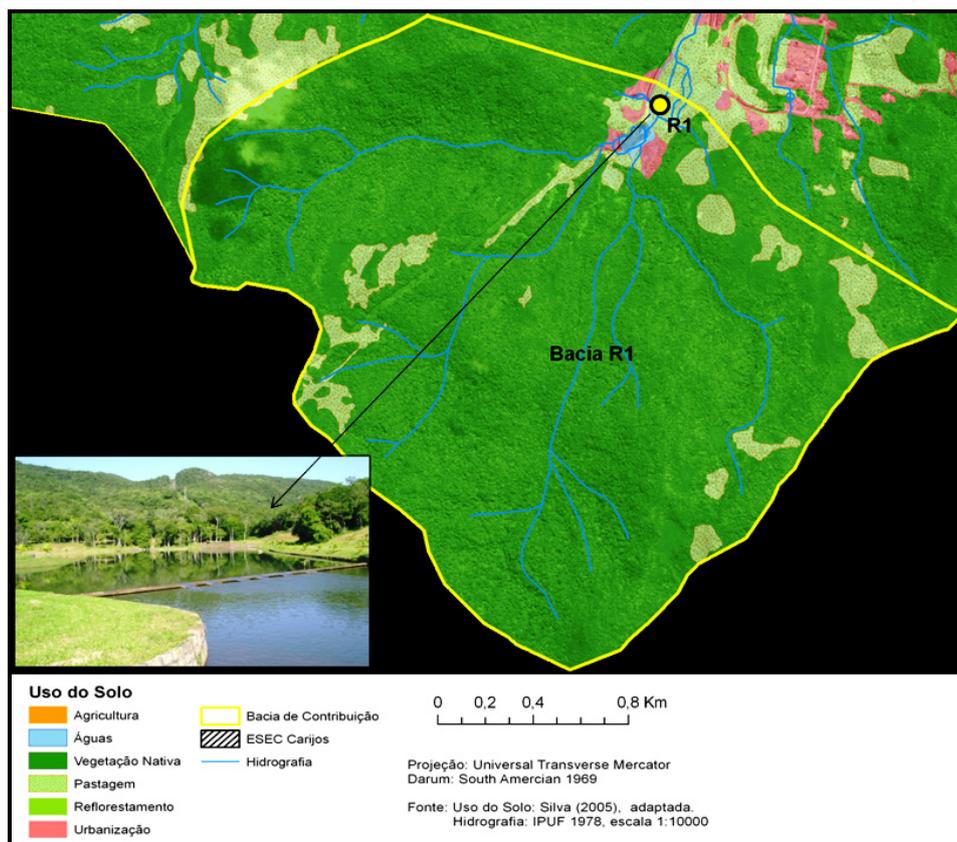


Figura 5.5 – Bacia R1

A seguir, na Tabela 5.15, tem-se as áreas das classes de uso do solo da bacia de contribuição R2, que está à jusante da bacia R1 e desta forma, sofre influências desta bacia.

Tabela 5.15 – Usos do solo da bacia R2

USOS DO SOLO	BACIA R2	
	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Agricultura	-	0
Pastagem	60,58	17
Reflorestamento	-	0
Urbanização	30,55	9
Vegetação Nativa	267,00	75
TOTAL	358,1	100

Como mostra a Tabela 5.15, a bacia R2 ainda preserva grande parte de sua área de vegetação nativa, ocupando 76% de sua área total.

Entretanto, as atividades agropecuárias e a urbanização estão presentes na bacia e ocupam aproximadamente $\frac{1}{4}$ da sua área total.

A Figura 5.6 traz o uso do solo da bacia R2 e chama a atenção para o detalhe da urbanização presente na bacia e responsável pelas atividades antrópicas que influenciam na qualidade da água do rio.



Figura 5.6 – Bacia R2.

Como se pode observar, ao longo do curso do rio Ratonos, tem-se um crescimento das áreas urbanizadas e um conseqüente decréscimo da vegetação nativa.

A Tabela 5.16 traz as áreas da bacia, divididas por uso do solo, para o ponto de coleta R3.

Tabela 5.16 – Usos do solo da bacia R3

USOS DO SOLO	BACIA R3	
	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Agricultura	1,2	2
Pastagem	25,2	37
Reflorestamento	-	-
Urbanização	18,1	27
Vegetação Nativa	22,7	34
TOTAL	67,1	100

Na bacia de contribuição do ponto R3 é intensa a urbanização ocupando 27% da área total. As áreas de pastagens estão densamente difundidas por toda bacia e chegam a ocupar 37% da área total.

Dessa forma, tem-se que as classes de uso do solo, que implicam nos fatores mais impactantes de contaminação, compreendem 64% da área total da bacia de contribuição.

Por meio da Figura 5.7 pode-se observar o uso predominante do solo na bacia R3.

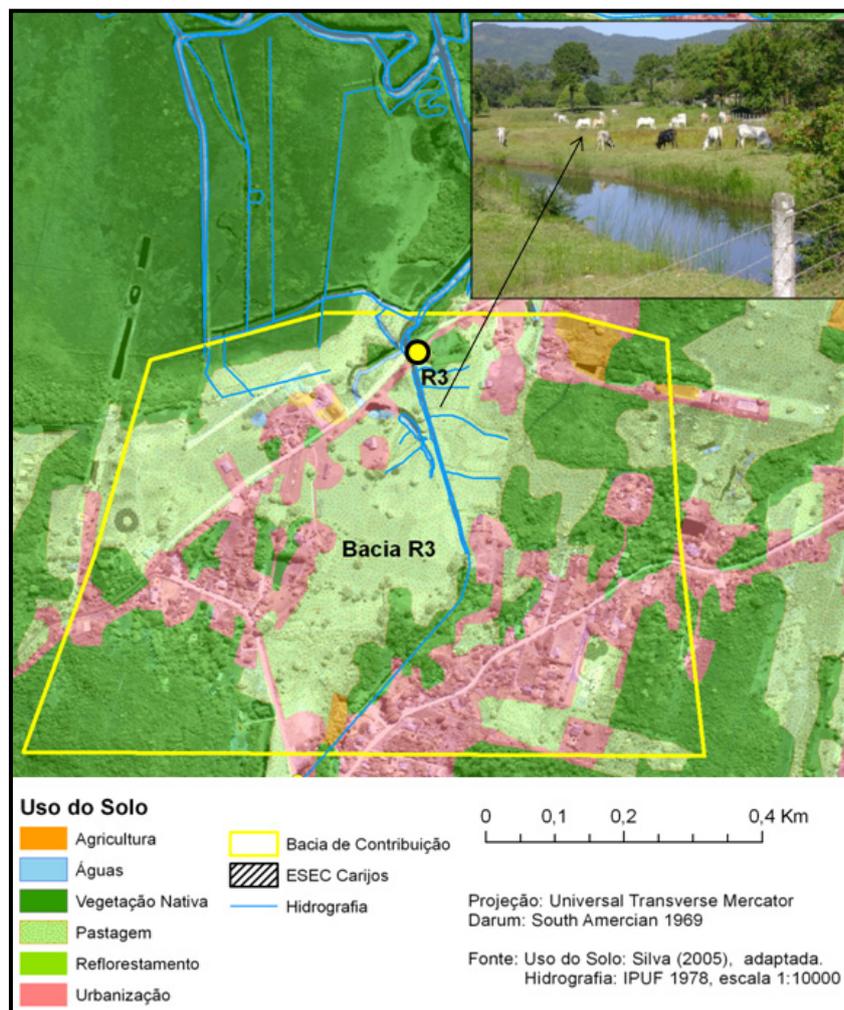


Figura 5.7 – Bacia R3.

A bacia de contribuição do ponto R4 é a maior de todas as sub-bacias estudadas. Ela sofre influência de todas as atividades ocorridas ao longo do rio Ratonés, descritas nas sub-bacias R1, R2 e R3.

A Tabela 5.17 traz as áreas ocupadas por cada uso do solo na bacia de contribuição R4.

Tabela 5.17 – Usos do solo da bacia R4

USOS DO SOLO	BACIA R4	
	ÁREA (ha)	ÁREA (%)
Agricultura	17,7	1
Pastagem	451,2	19
Reflorestamento	5,7	0
Urbanização	213,7	9
Vegetação Nativa	1694,9	71
TOTAL	2383,2	100

A bacia de contribuição R4 possui 71% da sua área compreendida por vegetação nativa, 19% com pastagem e 9% de área urbana. Por ser a maior das bacias de contribuição, se torna a mais complexa de obter a avaliação da qualidade dos corpos hídricos e sua relação com o uso predominante do solo.

A qualidade ruim obtida na média do IQA nos meses analisados é proveniente de toda contribuição que recebe a montante, intensificada por uma área densamente urbanizada a jusante do ponto R3. Como agravante da poluição dos rios, a bacia R4 localiza-se às margens da rodovia SC-402 que é bastante movimentada.

Essa bacia tem sua exutória nos manguezais da ESEC Carijós, a montante da Baía Norte, que sofre com toda carga de poluição que o rio Ratonas recebe ao longo de seu curso, desde à nascente. A Figura 5.8 mostra a rodovia SC-402 e parte da urbanização.

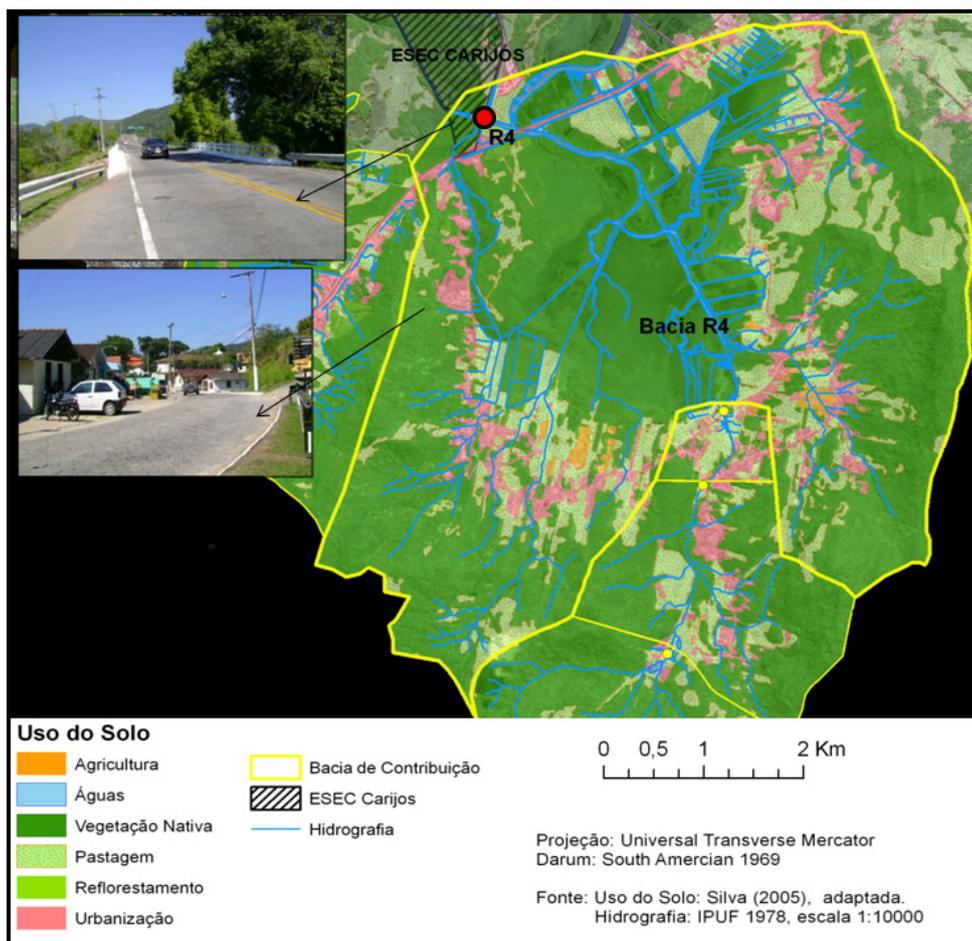


Figura 5.8 – Bacia R4.

Assim sendo, a Figura 0.1 traz o mapa com as bacias de contribuição dos pontos de amostragem e a caracterização do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Rio Ratoles.

6 CONCLUSÃO

De acordo com os objetivos deste estudo e, com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

A sub-divisão da bacia em sub-bacias de contribuição favoreceu a análise da distribuição espacial e a influência de cada uso do solo sobre os pontos de coleta para estudo do IQA.

A aproximação da exutória da bacia do rio Ratonos (sub-bacias R4 e V3) é refletido todo o efeito da ação antrópica proveniente das demais bacias, observado na crescente concentração dos resultados obtidos para os parâmetros analisados.

A urbanização e as atividades agropecuárias são potenciais fontes de poluição. A predominância destas classes de uso do solo nas sub-bacias pode justificar os baixos índices de qualidade da água (IQA), obtidos nos pontos de amostragem.

O estudo mostra que a vegetação nativa, representa uma proteção efetiva aos cursos d'água, tendo em vista, que as bacias com maiores áreas de vegetação natural, apresentaram melhores resultados que as bacias predominantemente agrícolas ou densamente urbanizadas.

As análises feitas com relação ao IQA demonstram que as ações antrópicas são as responsáveis pelo estado atual da bacia, no que concerne à vegetação e aos corpos hídricos da região.

Pelas altas concentrações encontradas de coliformes fecais, DBO, nitrogênio e, pela presença nem sempre satisfatória de oxigênio dissolvido nos diversos pontos dos rios, os resultados indicam a contaminação dos corpos hídricos da bacia do Rio Ratonos, por lançamento de esgoto doméstico e dejetos de animais.

Entretanto, os rios Ratonos e Veríssimo, enquadrados na classe especial, não deveriam estar recebendo lançamento de efluentes de nenhuma fonte, mesmo que tratados.

Porém, a solução para que a situação se regularize pode não ser a reclassificação dos rios, pois, é previsto na legislação específica (CONAMA 357/05), que o enquadramento dos corpos hídricos, não deve estar baseado no estado atual da

qualidade das águas, mas nos níveis de qualidade a serem atingidos para atender as necessidades da comunidade.

Conforme a mesma resolução, quando o uso é destinado à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral, o corpo d'água deve ser enquadrado em classe especial.

Desta forma, observa-se que, as bacias de contribuição estudadas encontram-se a montante dos manguezais da ESEC Carijós, e estes, recebem as águas de toda a bacia hidrográfica do rio Ratonés e a poluição transportada pelos rios da bacia.

Com o intuito de incentivar à preservação da Unidade de Conservação inserida na bacia e a saúde da população que faz uso das águas dos rios, é necessária que haja políticas públicas eficientes. Deve ser previstos investimentos no setor de saneamento, indispensável para manter os padrões mínimos de qualidade ambiental.

O uso do solo demonstrou refletir na qualidade ambiental da área e conseqüentemente afetar os recursos hídricos. Portanto, é essencial uma fiscalização rigorosa aos desmatamentos para que cessem as retiradas de vegetação nativa existente na região.

Além disto, devem-se estabelecer metas mitigadoras com o intuito de reduzir a poluição hídrica e possibilitar a recuperação e preservação dos recursos naturais inseridos não somente na bacia hidrográfica em questão, como no seu entorno.

O sistema de informação geográfica mostrou ser uma metodologia eficaz para a análise da distribuição espacial do uso e ocupação do solo e do IQA, permitindo correlacionar essas duas variáveis e avaliar a influência que o uso do solo exerce na qualidade dos corpos hídricos.

A integração IQA e o uso e ocupação do solo em um único mapa, permitiu a análise global de todos os fatores facilitando, a tomada de decisão sobre o melhor uso dado a terra, possibilitando, desta forma, uma escolha mais racional do ponto de vista ambiental.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMIGOS DE CARIJÓS; IBAMA/SC; SÓCIOAMBIENTAL CONSULT. ASSOC.; UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA & UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA. **Plano de Desenvolvimento Sustentável para o Entorno da Estação Ecológica de Carijós**. Florianópolis, 2003. 225p.

BASSO, E. R.; Carvalho, S.L. **Avaliação da qualidade da água em duas represas e uma lagoa no município de Ilha Solteira (SP)**. UNESP/FEIS, 2006.

BIGARELLA, João José. **Origem das paisagens tropicais e subtropicais**. Florianópolis, UFSC, 1994.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. **Geoprocessamento para Projetos Ambientais**. São José dos Campos, INPE, 1998. 135p.

CARUSO, F.J. **Mapa Geológico da Ilha de Santa Catarina**. Texto Explicativo e mapa. Editora Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1993.

CENTRO DE ESTUDOS CULTURA E CIDADANIA – CECA. **Florianópolis Uma Cidade numa Ilha**: relatório sobre os problemas sócio ambientais da Ilha de Santa Catarina. Florianópolis, Insular, 1996. 248 p.

CERETTA, Maristela Coradini. **Avaliação dos Aspectos da Qualidade da Água na Sub-Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena - Município de Santa Maria – Rs**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Santa Maria, 2004.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO. **Sistema de Tratamento de Esgoto - Canasvieiras**. Disponível em: <<http://www.casan.com.br>>. Acesso em: 28 abr. 2008.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Índice de qualidade da água - conceitos e definições**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 15 mar. 2008.

DECRETO Nº. 84.017, artigo 7º de 21 set. 1979. **Fica aprovado o Regulamento dos Parques Nacionais Brasileiros**.

DÉSTRO, Guilherme Fernando Gomes; CAMPOS, Sérgio. **Sig-Spring na caracterização do uso dos solos a partir de imagens do Satélite Cbers**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) FCA/UNESP, Botucatu, 2006.

DIAS, Fernando Peres; HERRMANN, Maria Lúcia de Paula. **Susceptibilidade a deslizamentos: estudo de caso no bairro Saco Grande**, Florianópolis – SC. Caminhos de Geografia - revista on line, Jun., 2002.

ESPÍNDOLA, E.G. (Org.); SILVA, J.S. da S. (Org.); MARINELLI, C.E. (Org.) ; ABDON, M. M. (Org.) . **A Bacia Hidrográfica do Rio Monjolinho** - uma abordagem ecossistêmica e a visão interdisciplinar. 1. ed. São Carlos: Rima, 2000. v. 1. 188 p.

FIDÉLIS FILHO, Nelson Luiz; BAASCH, Sandra Sulamita Nahas. **Impactos da implantação de rodovias na Bacia Hidrográfica do Rio Ratonas, Florianópolis, SC e suas conseqüências**. In: IIIº Encontro Ibero-Americano de Unidades Ambientais do Setor Transportes. Florianópolis, 1998.

FREITAS FILHO, M.R.; MEDEIROS, J.S. **Análise multitemporal da cobertura vegetal em parte da Chapada do Araripe- CE, utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 7., 1993, São José dos Campos. Anais... São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1993.

GASTALDINI, Maria do Carmo Cauduro; SEFFRIN, Gilson Fernando Ferreira; PAZ Márcio Ferreira. **Diagnóstico Atual e previsão futura da qualidade das águas do Rio Ibicuí utilizando o modelo QUAL2E**. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental. v.7, n.3, jul./set. 2002 e n. 4 – out./dez. 2002. p. 129-138.

GBUREK, William J.; SHARPLEY, Andrew N. **Hydrologic controls on phosphorus loss from upland agricultural watersheds**. J. Environ. Qual. n. 27, p. 267-277, 1997.

HABITASUL. **Sistema de Tratamento de Esgoto – Jurere Sul**. Disponível em: <<http://www.habitasul.com.br>>. Acesso em: 29 abr. 2008.

NASCIMENTO, Nilo; HELLER, Leo. **Prospecção Tecnológica Recursos Hídricos – Saneamento**, Anexo III-c. Síntese de Painel de Especialistas. CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. 2003.

KLEIN, Roberto Miguel. **Ecologia da Flora e Vegetação do Vale do Itajaí**. Sellowia. Itajaí/SC. 1979.

LISBOA, Henrique de Mello. **Apostila de Hidrologia**. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis/SC. 2002.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito Ambiental Brasileiro**. 11. ed. São Paulo: Malheiros, 2002. p. 177.

MEIRELLES, Hely Lopes. **Direito Municipal Brasileiro**. 7. ed. São Paulo: Malheiros, p. 408, 2006.

MENDES, C. A. B. **Planejamento Nacional de Recursos Hídricos Baseado no Uso de Técnicas de Geoprocessamento**, 9p. Disponível em: <<http://www.iica.org.Br/AguaTrab/Carlos%20andre%20bublões/P1TB08.htm>>. Acesso em: 28 maio 2008.

MERTEN, Gustavo H., MINELLA, Jean P. **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura**. Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável. Porto Alegre, v.3, n.4, out./dez. 2002.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado de Santa Catarina**. Boletim de Pesquisa – n. 6 - Dez., 1998

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Minas Gerais – SEMAD. Unidade de Coordenação Estadual - UCEMG / PNMA II. **Sistema de cálculo da qualidade da água (SCQA) - estabelecimento das equações do índice de qualidade das águas (IQA)**. Jun., 2005

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução N° 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**.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA Resolução n° 261 de 1999. **Aprovar, como parâmetro básico para análise dos estágios sucessionais de vegetação de restinga para o Estado de Santa Catarina, as diretrizes constantes no Anexo desta Resolução**.

NUVOLARI, Ariolvaldo; BLÜCHER, Edgard. **Esgoto Sanitário: Coleta Transporte Tratamento e Reúso Agrícola**. 1.ed. São Paulo, 2003.

PEREIRA, M.N.; KURKDJIAN, M.L.N.O. de; FORESTI, C. **Cobertura e uso da terra através de Sensoriamento Remoto**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1989. 118 p.

PESQUISA NACIONAL DO SANEAMENTO BÁSICO. 2000. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pnsb/default.asp?o=18&i=P>>. Acesso em: 15 maio 2008.

PIMENTA, L. H. F. **Aplicação do Sistema de Informação Geográfica no Mapeamento do Meio Físico da Área de Influência da Estação Ecológica de Carijós** – IBAMA, SC. Dissertação (Mestrado). Florianópolis, 2003.

PRADO, Thais Barbosa Guarda. **Evolução do Uso das Terras e Produção de Sedimentos na Bacia Hidrográfica do Rio Jundiá-Mirim**. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) Instituto Agrônomo, Campinas, 2004.

PREFEITURA MUNICIPAL DE FLORIANÓPOLIS. **Os bairros na bacia do Rio Ratonés**. Disponível em: <<http://www.pmf.sc.gov.br>> Acesso em: 02/05/2008.

ROCHA, César Henrique Barra **Geoprocessamento** – Tecnologia Transdisciplinar. Juiz de Fora, MundoGEO, 2000.

RODRIGUES, Ana. **O que é zoneamento ambiental?** Disponível em: <<http://www.jurisway.org.br>>. Acesso em: 30 abr. 2008.

RODRIGUES, M. **Introdução ao Geoprocessamento**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORAMENTO REMOTO, 1., São Paulo, 1990. Anais...São Paulo: Escola Politécnica, 1990. p.1-26.

ROSA, Roberto. **CARTOGRAFIA BÁSICA**. Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Geografia, Laboratório de Geoprocessamento. Uberlândia, 2004.

SALLUN, Alethea Ernandes Martins. **Depósitos cenozóicos da região entre Marília e Presidente Prudente (SP)**. 171 p. Dissertação (Mestrado). São Paulo, 2003.

SANTOS, Rozely Ferreira. **Planejamento ambiental: teoria e prática**. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184p.

SAUSEN, Tania Maria. **Sensoriamento remoto e suas aplicações para recursos naturais**. Coordenadoria de Ensino, Documentação e Programa Especiais. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. São José dos Campos, 2007.

SILVA, Carlos Ernando da; CORADINI, Maristela; HOPPE, Alessandro Eduardo; GRÄBIN Teobaldo Frederico; NEVES Tiago Monteiro. **Avaliação da Qualidade da Água na Sub-Bacia Hidrográfica do Arroio Cadena** – Município de Santa Maria-Rs. In: 22º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Universidade Federal de Santa Maria. Joinville, 2003.

SILVA, Ricardo Brochado Alves da. **Instrumental para Definição de Zonas de Amortecimento de Unidades de Conservação: o Caso da Estação Ecológica de Carijós-IBAMA, Florianópolis/SC**. 140p. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

SOUZA SOBRINHO, R.J.; BRESOLIN, A.; KLEIN, R.M. **Os manguezais da Ilha de Santa Catarina**. INSULA. Florianópolis/SC. 1969

TEIXEIRA, A. L. A.; MORETTI, E.; CHRISTOFOLETTI. **Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica**. Rio Claro, 1992.

TOLEDO, Luís Gonzaga de; NICOLELLA, Gilberto. **Índice de qualidade de água em microbacia sob uso agrícola e urbano**. Scientia Agrícola, Piracicaba, v.59, n.1 jan./mar. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162002000100026&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>. Acesso em: 20 mar. 2008.

VIEIRA, Carlos Alberto. **Distrito de Ratoles, Florianópolis, Santa Catarina: A comunidade Tradicional e suas Relações Ambientais**. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2004.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. 3. ed. Belo Horizonte, Nova Edição, 2005. v.1, 452 p.

ANEXOS

ANEXO 1 – MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO RATONES

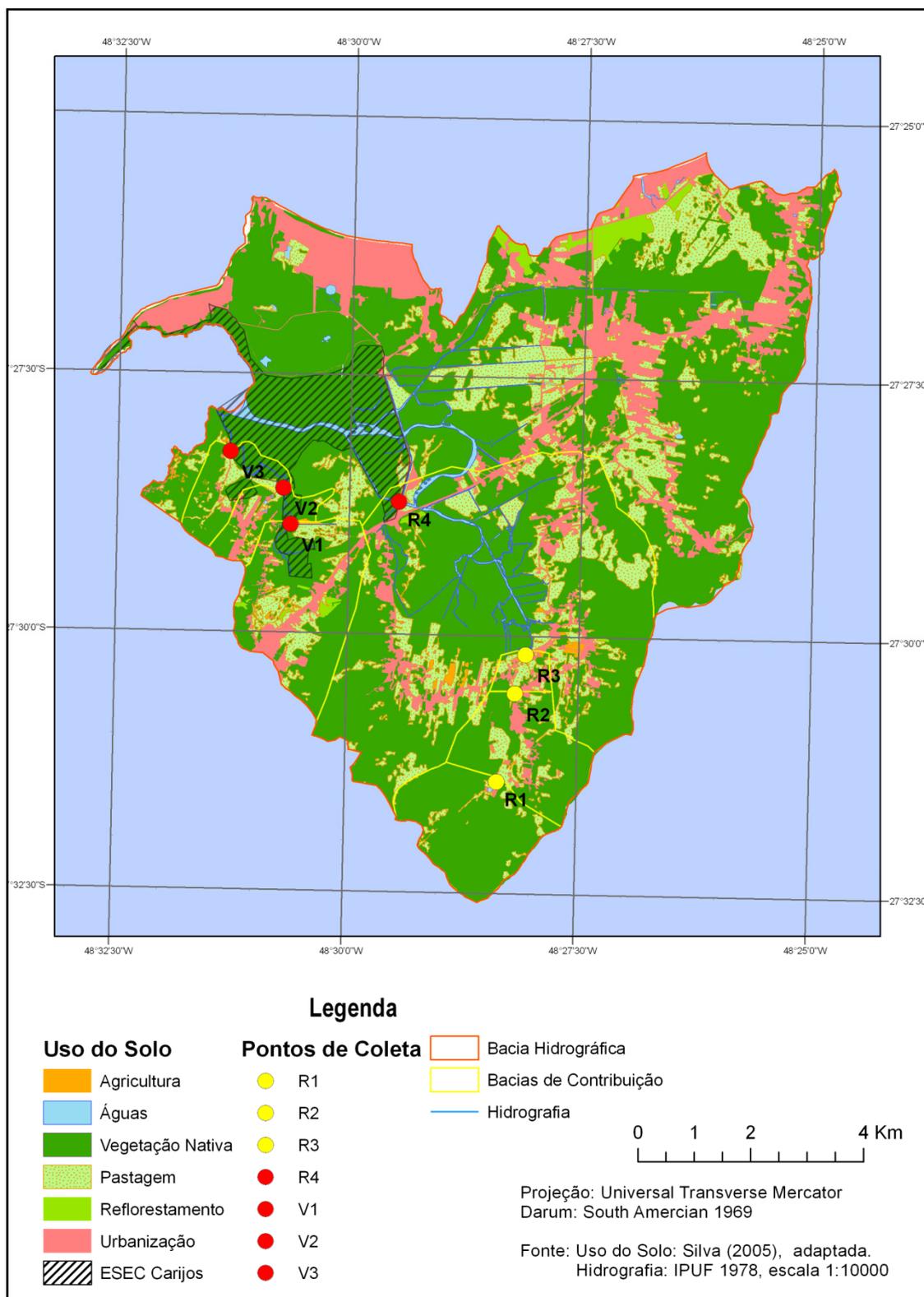


Figura 0.1 – Mapa de uso e ocupação do solo da bacia do rio Raton