

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

DANILO PRADO TOMAZELA

**MONITORAMENTO ESPACIAL E TEMPORAL DE
PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAPIVARI (NORTE DA
ILHA DE SANTA CATARINA)**

Florianópolis
Julho/2008



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Danilo Prado Tomazela

**MONITORAMENTO ESPACIAL E TEMPORAL DE
PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAPIVARI (NORTE DA
ILHA DE SANTA CATARINA)**

Monografia apresentada ao Curso de Ciências
Biológicas da Universidade Federal de Santa
Catarina como requisito parcial para a obtenção do
título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Mauricio Mello Petrucio

Co-orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto

Florianópolis

Julho/2008



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**MONITORAMENTO ESPACIAL E TEMPORAL DE
PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DA
BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAPIVARI (NORTE DA
ILHA DE SANTA CATARINA)**

Danilo Prado Tomazela

Monografia submetida à Banca Examinadora como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Mauricio Mello Petrucio
(Orientador/Presidente)

Prof^a. Dr^a. Cátia Regina Silva de Carvalho Pinto
(Co-orientadora/Membro Suplente)

Prof^a. Dr^a. Sonia Buck
(Membro Titular)

Mestranda Cristiane Funghetto Fuzinatto
(Membro Titular)

Dedico este trabalho aos meus pais

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todas as pessoas que de alguma forma contribuíram para que eu pudesse concluir essa etapa final de minha graduação.

Aos meus pais, que me deram todo o suporte durante esses anos dentro da Universidade.

Aos meus orientadores Cátia e Mauricio, que aceitaram participar dessa minha empreitada, por mais que eu tenha aparecido de surpresa em suas salas pedindo pra eles assinarem a carta de aceitação a ser entregue no dia seguinte!

A todos os meus amigos da turma Bioufsc021, e das outras turmas também, com os quais convivi e segunda etapa da minha graduação, e que estão agora se formando comigo.

À Arlete e Eliane, pelas inúmeras ajudas e ótima disposição durante minhas análises.

A todos os meus professores, que contribuíram não somente para o meu crescimento acadêmico, mas também como cidadão.

Enfim, muito obrigado a todos vocês!

RESUMO

O processo desordenado de ocupação de áreas resulta em forte impacto ambiental, evidenciado pela degradação dos recursos hídricos urbanos. A bacia hidrográfica do Rio Capivari está situada no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, norte da Ilha de Santa Catarina, e seus maiores fluxos são o ribeirão do Capivari e o rio dos Ingleses. Estes cursos d'água se encontram em uma área urbanizada onde ocorre o lançamento direto de efluentes domésticos sem tratamento, o que ocasiona a degradação de suas águas. Neste trabalho propõe-se diagnosticar a influência do aumento populacional local na qualidade da água ao longo dessa bacia, através da caracterização de parâmetros físicos, químicos e biológicos, no período de novembro de 2007 a abril de 2008. Os parâmetros analisados em cada ponto de amostragem foram temperatura, cor, turbidez, oxigênio dissolvido, salinidade, pH, clorofila *a* e coliformes fecais. Os resultados dos parâmetros pH, turbidez e clorofila *a* estão de acordo com a legislação brasileira (CONAMA 357/2005). Os parâmetros oxigênio dissolvido e coliformes fecais foram considerados os mais críticos, já que apresentaram resultados que não atendem a resolução para classe especial. O local com maior contaminação foi o ponto 2, localizado no rio dos Ingleses, com elevados índices de coliformes fecais. O aumento populacional durante o verão afetou consideravelmente a qualidade da água, tornando a praia dos Ingleses, no local da desembocadura do rio Capivari, impróprio para banho.

Palavras-chave: Ribeirão do Capivari, efluentes domésticos, parâmetros físicos, químicos e biológicos, Ilha de Santa Catarina.

LISTA DE SIGLAS

CELESC – Centrais Elétricas de Santa Catarina

CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

FATMA – Fundação do Meio Ambiente

GPS – Global Positioning System

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPUF – Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis

LABTOX – Laboratório de Toxicologia Ambiental

LIMA – Laboratório Integrado do Meio Ambiente

NMP – Número Mais Provável

UNT – Unidade Nefelométrica de Turbidez

OD – Oxigênio Dissolvido

pH – potencial Hidrogeniônico

PMF – Prefeitura Municipal de Florianópolis

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	11
2.1. OBJETIVO GERAL.....	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
3.1. RECURSOS HÍDRICOS	12
3.2. MONITORAMENTO	13
3.2.1. Parâmetros de Qualidade da Água.....	15
4. MATERIAIS E MÉTODOS	20
4.1. ÁREA DE ESTUDO.....	20
4.2. CLIMATOLOGIA.....	21
4.3. LOCAIS DE COLETA	22
4.4. COLETA DE ÁGUA.....	26
4.5. ANÁLISE DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	26
4.6. ANÁLISE DE PARÂMETROS BIOLÓGICOS.....	27
4.6.1. Coliformes totais e fecais	27
4.6.2. Clorofila a.....	27
5. ANÁLISE ESTATÍSTICA	27
6. RESULTADOS	28
7. DISCUSSÃO	33
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
9. CONCLUSÕES	38
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
ANEXOS	42

1. INTRODUÇÃO

A maior parte das águas coletadas pelos sistemas de esgoto em países em desenvolvimento é despejada sem tratamento em rios, lagos e oceanos, prejudicando os potenciais benefícios à saúde das instalações básicas, sendo que apenas uma pequena fração recebe tratamento adequado (CLARKE & KING, 2005).

O saneamento precário e a ausência de esgoto tratado podem fazer com que o solo e as águas de superfície e subterrâneas sejam contaminados por agentes patogênicos presentes nas fezes dos seres humanos e dos animais. Esses agentes atingem a água potável, a água usada no cultivo de alimentos, e, pelo contato humano, chegam à própria comida. As pessoas também se contaminam pelo contato direto com a água, ao tomarem banho ou simplesmente coletarem a água (CLARKE & KING, 2005).

A contaminação microbiana das águas costeiras é um problema de saúde pública, principalmente em cidades balneárias, pois envolve riscos de contaminação aos banhistas e aos recursos do mar consumidos pelo homem, podendo causar diversas enfermidades. Esta contaminação é decorrente principalmente pelo despejo de efluentes domésticos, que consistem de águas servidas, restos de alimentos, gorduras, urinas e fezes (CERUTTI & BARBOSA, 1996).

A qualidade de um recurso hídrico é diretamente proporcional à ocupação populacional da bacia a que pertence e às atividades nela desenvolvidas (MINELLA, 2005). Assim, o crescimento populacional ocorrido nos últimos tempos no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, localizado na cidade de Florianópolis – SC, resultou num aumento da geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos, fato este que se agrava pela ausência de uma rede adequada de saneamento.

Este distrito inclui alguns bairros e localidades, cujo acelerado processo de ocupação – muitas vezes irregular – alterou significativamente o aspecto original da região, antes tipicamente rural, e agora em franca transição rumo à urbanização consolidada. Uma vez que as porções da orla já tenham sido ostensivamente ocupadas, inicia-se um processo de ocupação urbanística para o interior da área, provocando um crescimento acelerado e desordenado (FERREIRA & DUARTE, 1999).

De acordo com o Censo IBGE do ano 2000 (IBGE, 2007), o Distrito de Ingleses do Rio Vermelho abrigava no período do levantamento 14.952 habitantes. Estimativas realizadas por Westarb (2004), levando em conta a evolução do número de ligações elétricas completadas anualmente pela concessionária de energia elétrica do Estado de Santa Catarina (CELESC), projetou para 2007 uma população de 66.754 durante a temporada, somente de população permanente e temporária. A população permanente

corresponde àquela que reside em Ingleses durante o ano todo. A população temporária reside somente uma parte do ano, ou seja, durante a temporada de verão o que corresponde via de regra três meses anuais, dezembro, janeiro e fevereiro. Não foi incluída no cálculo a população de turistas.

O Turismo é hoje uma das mais importantes atividades econômicas de Florianópolis. Na temporada de verão 2003/2004 o fluxo de turistas foi de 581.442 (PMF, 2007). Considerando-se a população fixa de Florianópolis de 369.102 habitantes, segundo estimativa do IBGE do ano de 2003 (PMF, 2007), há que se supor um total de aproximadamente 950.544 habitantes, o que representou um incremento populacional de 157,5%.

Uma vez que a praia de Ingleses, localizada no distrito citado anteriormente, é um dos locais mais procurados para hospedagem durante a temporada de verão, acredita-se que esse grande adensamento populacional tenha como consequência direta a instalação de inúmeras atividades humanas que podem gerar cargas contaminantes às águas superficiais da bacia hidrográfica do Rio Capivari, objeto de estudo do presente trabalho.

A delimitação da área de estudo, que se estende da região de nascente do ribeirão do Capivari até a sua foz, justifica-se para avaliar o grau de poluição produzido dentro do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho até a desembocadura do referido corpo d'água na praia dos Ingleses, considerando-se que a qualidade desta água pode comprometer a balneabilidade, afetando negativamente a atividade turística na região, que se constitui na principal fonte de renda de muitas famílias locais.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Este trabalho teve como objetivo principal avaliar temporalmente e espacialmente a influência do aumento populacional local sobre a qualidade da água da bacia hidrográfica do ribeirão do Capivari, comparando suas características físicas, químicas e biológicas durante a temporada de verão, que é caracterizada por picos de ocupação de turistas no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, Florianópolis - SC.

2.2 Objetivos Específicos

- Analisar a variação da temperatura, da cor, da turbidez, da salinidade, do pH, e da concentração de oxigênio dissolvido da água dos pontos selecionados pra amostragem;
- Analisar a variação da concentração de clorofila *a* dos pontos selecionados para amostragem;
- Analisar a variação da concentração de coliformes fecais (*E. coli*) na água dos pontos selecionados para amostragem;
- Relacionar as possíveis conseqüências do aumento populacional local sobre a qualidade da água da bacia hidrográfica do rio Capivari durante o verão;
- Avaliar a qualidade da água em cada ponto de amostragem, em relação aos padrões de qualidade ambiental estabelecidos para águas pela Resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Recursos Hídricos

Entre os recursos naturais que o homem dispõe, a água aparece como um dos mais importantes, sendo indispensável para a sua sobrevivência. Em suas múltiplas atividades, o homem precisa de água, sendo que a utilização cada vez maior dos recursos hídricos tem produzido problemas, não só de carência dos mesmos, como também de degradação de sua qualidade (MOTA, 1995). Nesse sentido verifica-se que já se foi o tempo em que se acreditava na abundância ilimitada da água em sua inesgotável capacidade de renovação (COIMBRA *et al.*, 1999).

A água é um elemento essencial à vida, tanto como constituinte biológico dos seres vivos como ambiente de vida de várias espécies vegetais e animais, como elemento representativo de valores sociais e culturais e até como fator de produção de vários bens de consumo final e intermediário (COIMBRA *et al.*, 1999).

Durante o ciclo hidrológico, a água sofre alterações na qualidade. Isso ocorre nas condições naturais, em razão das inter-relações do meio ambiente com os recursos hídricos, mas as alterações mais intensas decorrem do uso da água para suprimento das demandas dos núcleos urbanos, das indústrias, da agricultura e das alterações do solo, urbano e rural (BARTH, 1987).

Os corpos d'água têm capacidade de diluir e assimilar esgotos e resíduos, mediante processos físicos, químicos e biológicos, que proporcionam a sua autodepuração, em ciclos de transformação de matéria em energia. Mas essa capacidade é limitada, podendo ocorrer situações de contaminação e poluição, de difícil regressão se a carga poluidora lançada for acima da tolerável (BARTH, 1987).

A utilização da água que o homem faz para o consumo pessoal, para o uso doméstico ou para outras atividades, resulta em resíduos líquidos, os quais retornam aos recursos hídricos, causando a sua poluição (MOTA, 1981), sendo que uma das fontes de poluição que podem alcançar os mananciais são os esgotos domésticos.

Os esgotos domésticos ou sanitários compreendem os resíduos líquidos provenientes de instalações sanitárias, lavagem de utensílios domésticos, lavagem de roupas, ou outras atividades desenvolvidas nas habitações, prédios comerciais, prédios públicos, etc (MOTA, 1981).

Como os resíduos dos processos biológicos do homem estão contidos nos esgotos domésticos, normalmente os mesmos possuem bactérias e organismos patogênicos. Assim, o lançamento de esgotos domésticos na água pode causar doenças

às pessoas que ingerem este líquido, ou o utilizam em atividades recreacionais (MOTA, 1981). Quando a recreação é de contato primário, ou seja, quando há um contato íntimo e prolongado do corpo humano com a água, havendo o risco de ingestão da mesma (ex: natação, mergulho, esqui aquático, surfe), há um maior risco de transmissão de doenças ao homem, caso o líquido contenha elevados teores de impurezas (MOTA, 1995). São várias as doenças que podem ser veiculadas pela água, tanto pela ingestão como pelo contato através da pele e mucosas.

As enfermidades que podem ser transmitidas pela água pertencem ao grupo das Doenças Infecciosas e Parasitárias – DIP, conforme a Classificação Internacional de Doenças – CID estabelecida pela Organização Mundial da Saúde – OMS. Entre as DIP, as enfermidades diretamente relacionadas com a água contaminada são as doenças infecciosas intestinais caracterizadas pelas diarreias (TSUTIYA, 2006).

Segundo Esteves (1998), a formação de grandes aglomerados urbanos e industriais, com crescente necessidade de água para o abastecimento doméstico e industrial, além de irrigação e lazer, faz com que, hoje, a quase totalidade das atividades humanas seja cada vez mais dependente da disponibilidade das águas continentais.

A qualidade da água de um manancial, além dos seus usos, depende das atividades que se desenvolvem em suas margens. Pode-se dizer que a mesma está intimamente relacionada com o uso que se faz do solo em seu redor (MOTA, 1995).

Os mananciais, de um modo em geral, vêm sofrendo degradações em suas bacias hidrográficas, principalmente devido ao avanço da malha urbana com desenvolvimento desordenado associado à carência de coleta e tratamento de esgoto (TSUTIYA, 2006).

Medidas de controle de mananciais devem ser tomadas tendo em vista os aspectos de quantidade e qualidade das águas. A bacia hidrográfica surge, então, como a unidade a ser considerada quando se deseja a preservação de recursos hídricos, uma vez que o volume e a qualidade da água de um manancial dependerão dos seus tributários e, conseqüentemente, das ações desenvolvidas em torno da bacia (MOTA, 1995; TSUTIYA, 2006).

3.2. Monitoramento

A qualidade ambiental de um ecossistema aquático pode ser avaliada através de sua caracterização física, química ou biológica. De maneira ideal, deve-se abordar todos estes aspectos, de forma a se obter um amplo espectro de informações, a serem utilizadas tanto no monitoramento ambiental quanto na avaliação da efetividade das

medidas de controle de poluição e, conseqüentemente, ao gerenciamento adequado do uso das águas (CARDOSO *et al.*, 1997).

De acordo com Leite *et al.*, (1996), o monitoramento de um recurso hídrico tem como objetivos gerais o acompanhamento das alterações da sua qualidade, a elaboração de previsões de comportamento, o desenvolvimento de instrumentos de gestão, bem como a obtenção de subsídios para as medidas saneadoras que se fizerem necessárias. O monitoramento da qualidade da água exige que sejam estabelecidas formas de acompanhamento da variação de indicadores da qualidade de água (ZUMACH, 2003).

Crítérios de qualidade da água especificam concentrações e limites de alguns parâmetros que interferem na manutenção do ecossistema aquático e na proteção da saúde humana (ARAÚJO & MELO, 2000).

O Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH, através da resolução CERH nº 003/2007, estabelece que todos os cursos d'água da Ilha de Santa Catarina, exceto o rio Tavares, devem enquadrar-se como classe especial, conforme classificação estabelecida pela resolução CONAMA 357/2005

Segundo BRASIL (2005), a Resolução CONAMA fixa parâmetros físicos, químicos e biológicos para águas doces, salobras e salinas. A Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, artigo 4º, estabelece que as águas pertencentes a classe especial podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e,
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

O artigo 13 da Resolução CONAMA nº 357, estabelece que nas águas de classe especial deverão ser mantidas as condições naturais do corpo de água. E uma vez que não são estabelecidos valores limites para águas de classe especial, adota-se os padrões pré-determinados para a classe 1.

I – Condições de qualidade de água:

- a) OD, em qualquer amostra: não inferior a 6 mg/L O₂;
- b) pH: 6,0 a 9,0;
- c) turbidez: até 40 UNT;
- d) clorofila *a*: até 10 µg/L;

e) cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em mg Pt/L;

f) coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA no 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral.

3.2.1. Parâmetros de Qualidade da Água

A qualidade da água pode ser representada através de diversos parâmetros, que traduzem as suas características físicas, químicas e biológicas.

3.2.1.1. Parâmetros Físicos

Dentre os parâmetros físicos, destacam-se: cor, turbidez e temperatura.

- **Cor**

A cor da água é resultante da presença de substâncias em solução. Segundo Branco (1978), a cor nas águas naturais é geralmente devida a produtos de decomposição de matéria orgânica do próprio manancial ou do húmus dos solos adjacentes. Pode também derivar da presença de íons metálicos, ferro e manganês, do plâncton, de algas, de húmus, de ligninas e produtos de sua decomposição (taninos, ácidos húmicos) e efluentes domésticos e industriais (ZUMACH, 2003).

A luz que atravessa os ambientes aquáticos é influenciada pela cor das águas que exerce forte ação seletiva, sendo uma das principais responsáveis pela qualidade da luz presente a uma determinada profundidade. Este fator pode ter significado ecológico, exercendo, a qualidade de luz existente em um manancial ou a uma dada profundidade, papel seletivo sobre as espécies de organismos fotossintetizantes que poderão viver, de acordo com sua capacidade para utilizar radiações de maior ou menor comprimento de onda (BRANCO, 1978).

- **Turbidez**

A turbidez é causada pela presença de materiais em suspensão na água, tais como partículas insolúveis de solo, matéria orgânica e organismos microscópicos

(MOTA, 1995). Um aumento sensível da turbidez ocorre quando há poluição por esgotos domésticos, assim como por vários tipos de despejos. A presença de partículas (silte, areias, etc.) em suspensão, causando um aumento de turbidez na água, pode afetar a vida característica de um dado manancial devido à sedimentação deste material em suspensão no fundo, ocasionando soterramentos constantes dos organismos pedônicos ou bentônicos e, mesmo, arrastando para o fundo certos organismos que vivem em suspensão (BRANCO, 1978).

Turbidez excessiva reduz a penetração da luz na água e com isso reduz a fotossíntese dos organismos do fitoplâncton, algas e vegetação submersa. Materiais que submergem, preenchem os espaços entre pedras e pedregulhos do fundo, podem eliminar os locais de desovas de peixes e o habitat de muitos insetos aquáticos e outros invertebrados, afetando assim a produtividade de peixes (CETESB, 1978).

- **Temperatura**

A temperatura desempenha um papel principal de controle no meio aquático, condicionando as influências de uma série de parâmetros físicos e químicos. As variações de temperatura são parte do regime climático normal, e corpos d'água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, e podem apresentar estratificação vertical. A temperatura da água é influenciada por fatores tais como radiação disponível, latitude, altitude, estação do ano, período do dia, taxa de fluxo e profundidade (ZUMACH, 2003). A introdução de despejos em uma massa d'água pode afetar de diferentes maneiras as suas características térmicas: a primeira, diz respeito ao aumento da quantidade em solução ou em suspensão que, pode reduzir a penetrabilidade das radiações, elevando a temperatura das camadas superficiais. Os próprios fenômenos de oxidação biológica da matéria orgânica podem causar a elevação de temperatura em áreas localizadas, sendo freqüente a observação de um sensível aquecimento do fundo, nos rios em cujo leito se depositam quantidades apreciáveis de lodo de esgoto ou, mesmo, material proveniente da queda de folhas (BRANCO, 1978).

A elevação da temperatura da água, dentro de certos limites, aumenta a atividade metabólica de organismos tais como peixes, bactérias, etc., causando maior consumo de oxigênio e efetuando, assim, duplamente, a respiração aeróbia aquática (BRANCO, 1978).

Além disso, a elevação da temperatura pode provocar o aumento da ação tóxica de muitos elementos e compostos químicos presentes na água. Esta tem sido a razão

pela qual há uma maior mortalidade de peixes em águas poluídas durante o verão do que no inverno (MOTA, 1995).

3.2.1.2. Parâmetros Químicos

Os parâmetros químicos são importantes indicativos de elementos que reagem com a água, podendo influir nos organismos vivos caso a concentração seja excessiva e também indicar a poluição do meio aquático. Para este trabalho foram selecionados os seguintes parâmetros químicos: potencial hidrogeniônico, oxigênio dissolvido e salinidade.

- **Potencial Hidrogeniônico – pH**

O potencial hidrogeniônico – pH, por definir o caráter ácido, básico ou neutro de uma solução, deve ser considerado, pois os organismos aquáticos estão geralmente adaptados às condições de neutralidade e, em consequência, alterações bruscas do pH de uma água podem acarretar o desaparecimento dos seres presentes (ZUMACH, 2003).

- **Oxigênio Dissolvido – OD**

Dentre os gases dissolvidos na água, o oxigênio (O_2), é um dos mais importantes na dinâmica e na caracterização de ecossistemas aquáticos. As principais fontes de oxigênio para a água são a atmosfera e a fotossíntese. Por outro lado, as perdas são o consumo pela decomposição da matéria orgânica (oxidação), perdas para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos e oxidação de íons metálicos como, por exemplo, o ferro e o manganês (ESTEVES, 1998).

O teor de oxigênio dissolvido na água é um indicador de suas condições de poluição por matéria orgânica. Assim, uma água não poluída (por matéria orgânica) deve estar saturada de oxigênio. Por outro lado, teores baixos de oxigênio dissolvido podem indicar que houve uma intensa atividade bacteriana decompondo matéria orgânica lançada na água (MOTA, 1995).

O oxigênio dissolvido é de essencial importância para os organismos aeróbios. Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução da sua concentração no meio. Dependendo da magnitude deste fenômeno, podem vir a morrer diversos seres

aquáticos, inclusive os peixes. Caso o oxigênio seja totalmente consumido, tem-se a condição anaeróbia, com geração de maus odores (SPERLING, 1996).

- **Salinidade**

Um importante fator a limitar a vida nas águas, em geral, é constituído pela salinidade do meio. A vida vegetal exige certa concentração de sais minerais; por outro lado, uma salinidade excessiva impede o desenvolvimento de grande número de espécies incapazes de se defenderem contra a perda de água que é promovida pelo alto valor osmótico do meio (BRANCO, 1978).

3.2.1.3. Parâmetros Biológicos

O meio aquático é habitado por um grande número de formas vivas, vegetais e animais. Nessas, encontram-se os microrganismos, entre os quais acham-se os tipicamente aquáticos ou os que são introduzidos na água a partir de uma contribuição externa.

Os microrganismos de origem externa (ex: microrganismos patogênicos introduzidos na água junto com matéria fecal de esgotos sanitários) normalmente não se alimentam ou se reproduzem no meio aquático, tendo caráter transitório nesse ambiente. Podem ser de vários tipos: bactérias, vírus, protozoários e vermes. Devido ao fato destes microrganismos não serem residentes naturais do meio aquático, eles têm sobrevivência limitada neste meio, podendo, no entanto, alcançar um ser humano, através da ingestão ou contato com a água, causando-lhe doenças (MOTA, 1995).

Devido à grande variedade de microrganismos patogênicos que podem estar contidos na água, dificultando, portanto, a sua determinação, a sua existência é mostrada através de indicadores da presença de material fecal no líquido (MOTA, 1995).

- **Coliformes totais e fecais**

O principal índice bacteriológico de poluição é o número de organismos do grupo coliforme ou da espécie *Escherichia coli* encontrado por unidade de volume de água. Esses microrganismos, embora não sejam parasitas (a não ser eventuais), revelam, como habitantes normais do intestino humano, a presença de matéria fecal nas águas e o seu perigo potencial, ainda quando o manancial não apresenta as características físicas e organolépticas que indicam a presença desses dejetos (BRANCO, 1978).

- **Clorofila *a***

O enriquecimento das águas com nutrientes, processo conhecido como eutrofização, pode causar a proliferação excessiva da flora aquática, constituída por algas e plantas aquáticas. Esta proliferação excessiva pode ter como conseqüências: sabor e odor nas águas; toxidez; elevação da turbidez da água, impedindo a penetração da luz solar e, conseqüentemente, o desenvolvimento de vegetais nas camadas inferiores; produção de grandes massas de matéria orgânica, as quais decompõem-se causando demanda de oxigênio (MOTA, 1995).

Sendo a clorofila um dos principais responsáveis pela fotossíntese, o conhecimento de sua concentração pode dar indicações da biomassa do fitoplâncton (ESTEVES, 1998).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Área de estudo

A área de estudo encontra-se no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, unidade administrativa implantada pelo poder público municipal da cidade de Florianópolis - SC. Sua área é de 20,47 km². Fazem parte as praias de Ingleses e Santinho, e as localidades de Sítio Capivari e Aranhas (Figura 1).

O objeto de estudo consiste na bacia hidrográfica do ribeirão do Capivari, que abrange uma área territorial de aproximadamente 25 km², comportando uma rede hidrográfica na qual os maiores fluxos são o ribeirão do Capivari e o rio dos Ingleses.

O ribeirão do Capivari nasce no morro do Muquém, a sudoeste do distrito, e desemboca no norte da praia dos Ingleses. Suas águas correm ao longo do sopé do embasamento cristalino, na porção oeste do distrito de Ingleses. Apresenta no seu baixo curso, características de estuário, desaguando numa boca única. Em seu baixo curso sobressai a ação de marés e as margens encontram-se bem preservadas, o que não ocorre no médio e alto curso em que se apresenta como um pequeno córrego espalhando-se em um banhado.

O rio dos Ingleses é alimentado pela descarga do Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses – SASFI – através das águas que afloram no campo dunas “Moçambique-Ingleses” (FERREIRA & DUARTE, 1999), importante área de recarga do SASFI, ou seja, o volume do rio depende do nível de água do aquífero. Inicia seu curso no sopé do cordão de dunas fixas, sul do Distrito de Ingleses do Rio Vermelho próximo ao limite com o Distrito de São João do Rio Vermelho, a oeste do campo de dunas ativas e fixas e flui para o norte, desembocando no ribeirão do Capivari junto à foz deste, mais ao norte, na praia dos Ingleses. O rio encontra-se degradado em todo o seu curso, tornando-se quase uma vala de dejetos em determinados pontos.

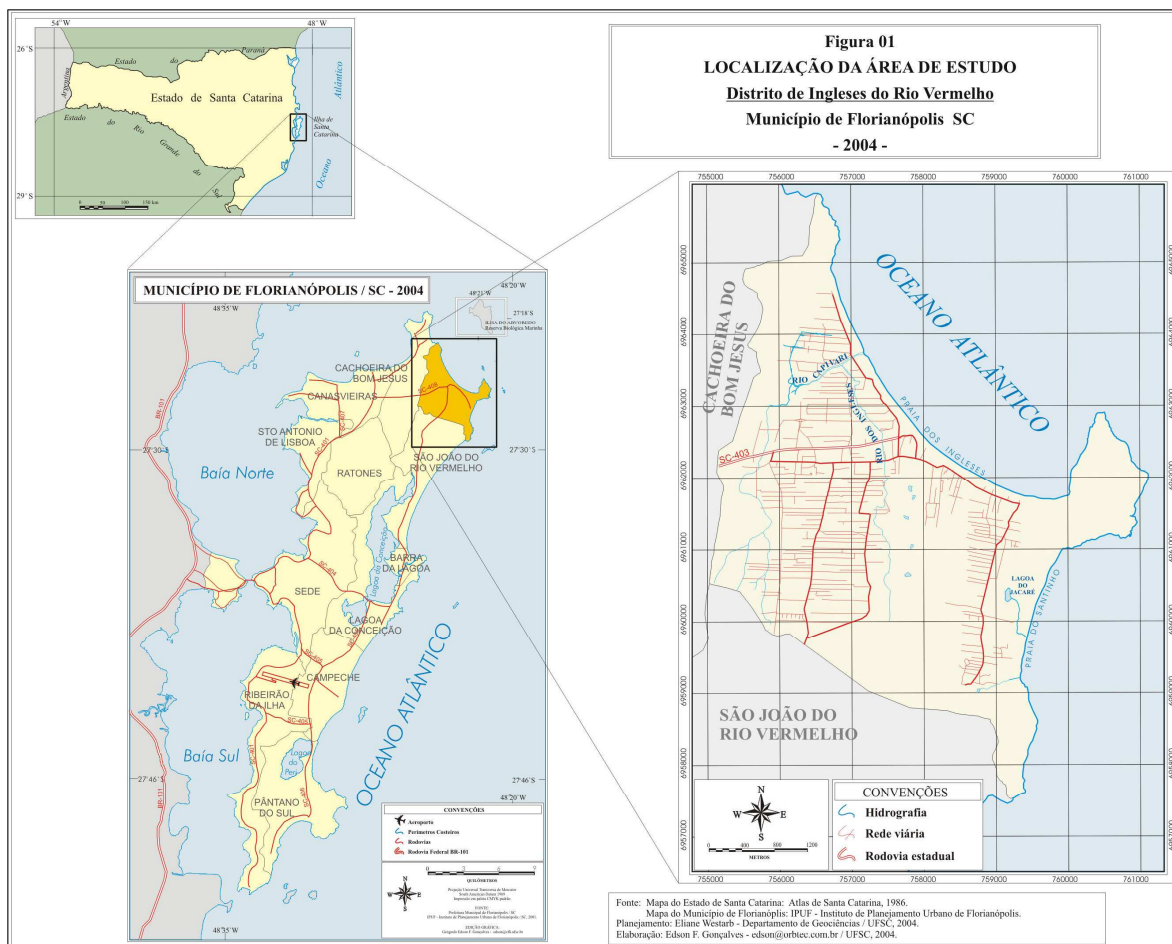


Figura 1: Localização da área de estudo. Fonte: WESTARB (2004).

4.2. Climatologia

Florianópolis apresenta as características climáticas inerentes ao litoral sul brasileiro. As estações do ano são bem caracterizadas, verão e inverno bem definidos, sendo o outono e primavera de características semelhantes. A precipitação é bastante significativa e bem distribuída durante o ano. Não existe uma estação seca, sendo o verão geralmente a estação que apresenta o maior índice pluviométrico (PMF, 2007).

Segundo os critérios de Köppen, a classificação climática da região de Florianópolis é do tipo Cfa, situada em zona intermediária subtropical, pertencente ao grupo mesotérmico úmido, com chuvas distribuídas uniformemente durante o ano (PMF, 2007).

A região de estudo é influenciada por massas de ar quente no verão, e as instabilidades são formadas junto às Frentes e Linhas de Instabilidades, em virtude do forte aquecimento solar, característico da estação. Nesta estação do ano, há predominância dos ventos do quadrante Norte/Nordeste. No inverno, a instabilidade cede espaço para a estabilidade, mais freqüente em função da presença constante do

Anticiclone Polar. Essa situação é somente modificada quando do encontro das Massas Tropicais e Polares, originando as Frentes, quando os ventos passam a ser dos quadrantes Sul/Sudeste, com constantes Calmarias (CARUSO Jr, 2004).

4.3. Locais de coleta

Em função da variedade de ambientes, no que se refere à ocupação urbana das margens e proximidades dos cursos d'água, foram selecionados 5 pontos amostrais (Figura 2): ponto 1 (figura 3), localizado junto à foz do Ribeirão do Capivari, na rua das Gaivotas; ponto 2 (figura 4), local mais próximo da desembocadura do rio dos Ingleses no ribeirão do Capivari, na rua Martinho de Haro; ponto 3 (figura 5), também localizado na rua Martinho de Haro, porém à montante da contribuição do rio dos Ingleses; ponto 4 (figura 6), localizado na rua dos Canudos, no braço proveniente do morro da Ponta das Feiticeiras; ponto 5 (figura 7), localizado na rua Três Marias, que seria a região mais próxima da nascente do ribeirão do Capivari.

As coletas foram realizadas quinzenalmente de novembro de 2007 a abril de 2008, no período da manhã, sendo que no mês de abril foi realizada somente uma coleta. Em cada coleta foram registrados as condições do tempo (Tabela 2), e os dados de pluviosidade foram gentilmente cedidos pela Epagri/Ciram, estação de Florianópolis – SC. Os locais de amostragem foram posicionados com um receptor GPS e os pontos escolhidos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Posição geográfica dos pontos de coleta.

Pontos de coleta	Latitude (S)	Longitude (W)
Ponto 1	27° 25' 34,1"	48° 23' 59,5"
Ponto 2	27° 25' 43,1"	48° 23' 58,7"
Ponto 3	27° 25' 42,8"	48° 24' 14,7"
Ponto 4	27° 25' 36,4"	48° 24' 31,3"
Ponto 5	27° 26' 22,9"	48° 24' 52,7"

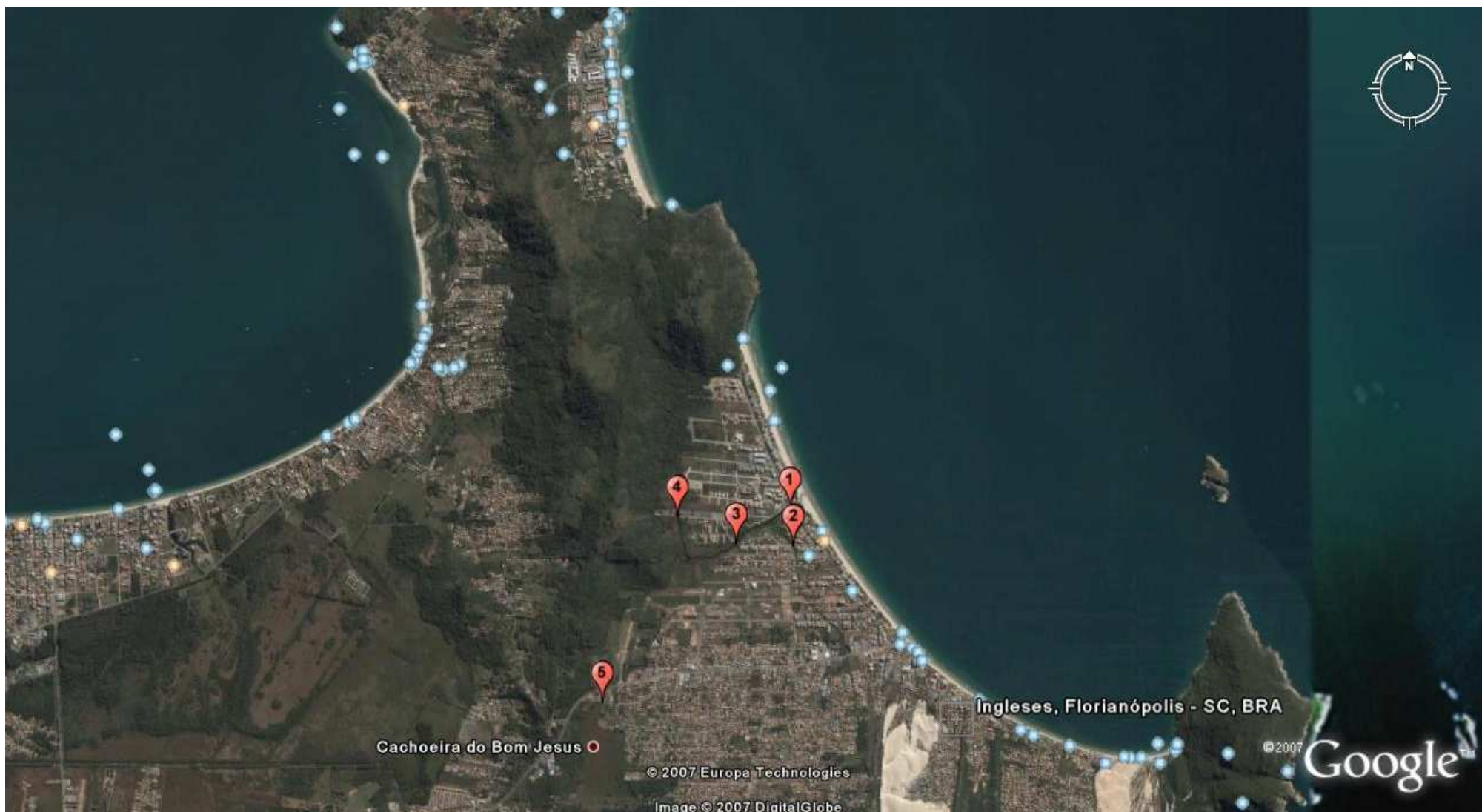


Figura 02: Mapa com a localização dos pontos de coleta de água, na região norte de Florianópolis, SC. Fonte: Google Earth.



Figura 3: Ponto amostral 1, localizado junto à foz do Ribeirão do Capivari, em Florianópolis, SC.

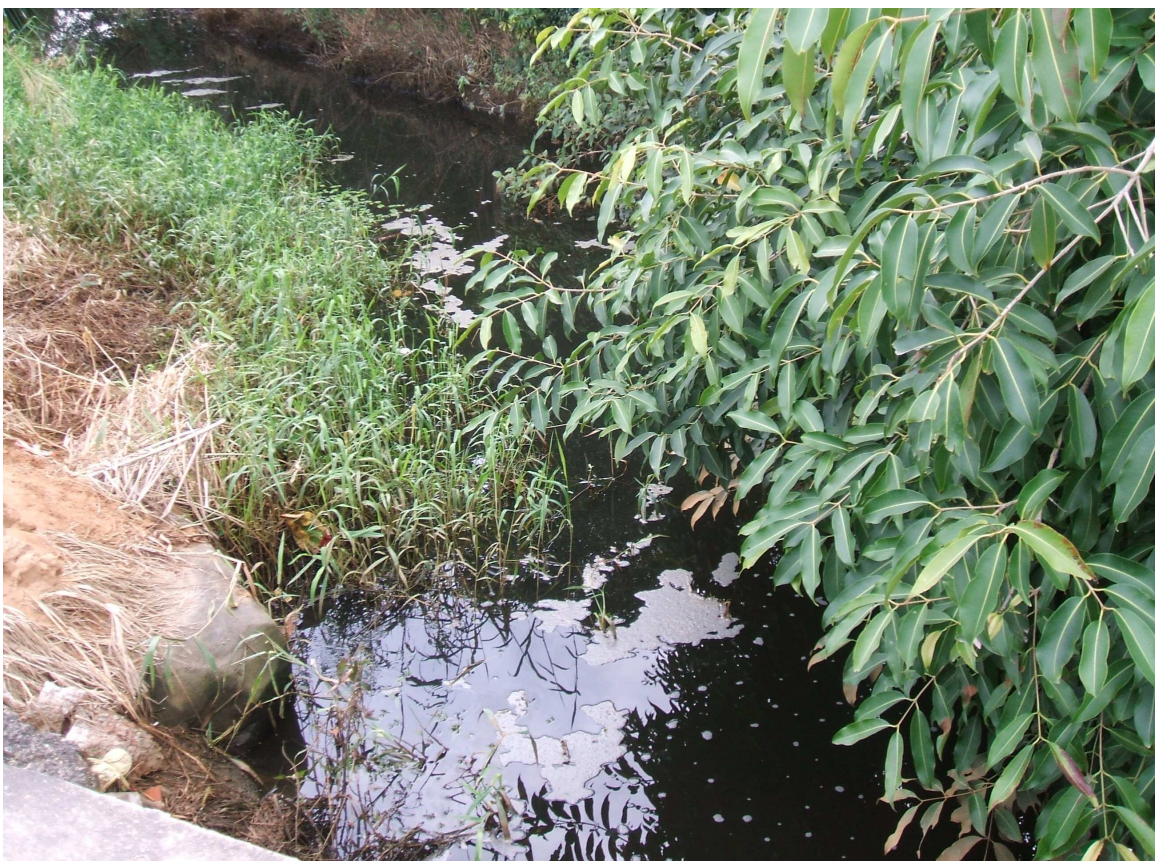


Figura 4: Ponto amostral 2, localizado no rio dos Ingleses, em Florianópolis, SC.



Figura 5: Ponto amostral 3, próximo a porção final do ribeirão do Capivari, em Florianópolis, SC.



Figura 6: Ponto amostral 4, no braço proveniente do morro da Ponta das Feiticeiras, em Florianópolis, SC.



Figura 7: Ponto amostral 5, localizado nas proximidades da nascente do ribeirão do Capivari, em Florianópolis, SC.

4.4. Coleta de água

Para as coletas de água superficial foi utilizada uma garrafa PET de 2 litros presa a uma corda. *In situ* foi medida a temperatura, e posteriormente as amostras foram levadas ao Laboratório Integrado de Meio Ambiente – LIMA, localizado no Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental do Centro Tecnológico da UFSC, onde foram medidos pH, concentração de oxigênio dissolvido, salinidade, cor, turbidez, concentração de clorofila *a* e coliformes fecais.

4.5. Análise de parâmetros físico-químicos

Somente a temperatura foi medida *in situ*, por questões de ordem prática. O oxigênio dissolvido, pH, salinidade, cor e turbidez foram analisados utilizando-se os equipamentos disponíveis no LIMA e no Laboratório de Toxicologia Ambiental, LABTOX, e suas respectivas técnicas são apresentadas a seguir:

- Oxigênio dissolvido registrado com oxímetro AT 130, marca ALFAKIT;

- Turbidez medida através de turbidímetro 2100N, marca HACH;
- Cor medida através de espectrofotômetro DR/4000U, marca HACH;
- pH medido através de pHmetro modelo 210A, marca ORION;
- Salinidade medida através de refratômetro portátil, marca CONSORT.

4.6. Análise de parâmetros biológicos

4.6.1. Coliformes totais e fecais

As amostras coletadas foram acondicionadas em recipientes autoclavados, e posteriormente inoculadas em meio de cultura e incubadas durante 24 horas a 35°C. O método utilizado para a análise de coliformes totais e fecais foi o do Colilert®. Neste método os dois nutrientes indicadores, ONPG e MUG são as principais fontes de carbono e são metabolizados pelas enzimas β -D-Galactosidase e β -D-Glucuronidase identificando as bactérias coliformes e *E. coli* respectivamente. Os coliformes totais metabolizam o ONPG, e com isso a amostra incolor passa a amarela, enquanto que os coliformes fecais metabolizam o MUG gerando fluorescência quando a amostra é exposta à luz UV de 365 nm.

4.6.2. Clorofila *a*

A biomassa fitoplanctônica (teor de clorofila *a*) foi estimada através de espectrofotômetro de radiação visível de acordo com o método de Nusch (1980). Amostras de 250 ml foram filtradas em filtro de fibra de vidro Whatman GF/F (0,45 μ m de poro) em sistema a vácuo. Em seguida, os filtros utilizados foram colocados em tubos de ensaio contendo 10 ml de etanol 95% e envoltos com papel de alumínio para proteger da luz. Após 24 horas sob refrigeração foi feita a leitura da absorbância e posteriormente realizado o cálculo da sua concentração.

5. Análise Estatística

Os parâmetros analisados foram comparados usando análise de variância (ANOVA) unifatorial. Quando detectadas diferenças significativas, foi realizado o teste *a posteriori* de Student-Newman-Keuls (SNK) para verificar quais grupos de amostras eram diferentes entre si (ZAR, 1999). O programa utilizado para realização das análises foi o STATISTICA 6.0 (Statsoft, Inc.).

6. RESULTADOS

A tabela 2 apresenta os dados da condição do tempo no dia de coleta e da pluviosidade referente a sete dias anteriores a cada campanha.

Tabela 2: Dados da condição do tempo e pluviosidade durante o período das campanhas.

Data	Tempo	Pluviosidade (mm) - acumulado em 7 dias
6/nov/07	Ensolarado	59,2
19/nov/07	Ensolarado	25,1
4/dez/07	Nublado	0
18/dez/07	Ensolarado	18,9
7/jan/08	Ensolarado	27,7
22/jan/08	Ensolarado	85,5
7/fev/08	Ensolarado	219,7
22/fev/08	Ensolarado	44,7
6/mar/08	Ensolarado	133,1
25/mar/08	Ensolarado	92,2
28/abr/08	Nublado com chuva	4,9

Fonte: Epagri/Ciram (estação de Florianópolis – SC)

Os resultados discriminados de todas as amostras apresentam-se organizados em planilhas de dados no anexo 1.

A análise dos dados coletados não mostrou variações significativas nos 5 pontos coletados para os parâmetros temperatura, oxigênio dissolvido e clorofila *a* ($p > 0,05$). Já os outros parâmetros (pH, cor, turbidez, salinidade e coliformes fecais) apresentaram diferenças estatísticas entre as estações amostrais.

Para melhor visualização, os parâmetros foram agrupados em uma média para cada ponto de coleta, o que pode ser observado nas tabelas 3 e 4, juntamente com o desvio padrão entre as datas de coletas, e os valores mínimos e máximos registrados.

Tabela 3: Valores encontrados para temperatura, oxigênio dissolvido, pH, salinidade, cor, turbidez e clorofila *a* na água dos 5 pontos amostrados na bacia do rio Capivari, entre novembro/2007 a abril/2008 (média, desvio padrão e valores mínimos e máximos).

	Temperatura (°C)	Oxigênio dissolvido (mg/L)	pH	Salinidade (‰)	Cor (mg Pt-Co/L)	Turbidez (NTU)	Clorofila <i>a</i> (µg/L)
ponto 1							
média	23,86	3,76	6,55	3,45	259,27	8,91	0,0341
desvio padrão	1,87	1,18	0,15	3,53	51,43	3,03	0,04
mín. - máx.	19,5 - 26,0	2,3 - 6,0	6,34 - 6,86	0 - 10	200 - 358	5,36 - 14,6	0,0008 - 0,1036
ponto 2							
média	24,36	2,41	6,63	0,09	266,54	14,85	0,0218
desvio padrão	1,26	1,12	0,14	0,3	55,37	4,93	0,03
mín. - máx.	21,5 - 26,0	1,0 - 4,3	6,39 - 6,86	0 - 1	187 - 347	8,58 - 24,5	0,0024 - 0,1026
ponto 3							
média	23,4	2,7	6,47	1,27	273,18	7,26	0,0169
desvio padrão	1,78	0,95	0,16	1,9	67,67	2,51	0,02
mín. - máx.	19,5 - 25,5	1,7 - 4,1	6,08 - 6,66	0 - 5	204 - 440	3,47 - 12,3	0,0024 - 0,0809
ponto 4							
média	24	2,61	6,69	0,09	264,81	6,42	0,02
desvio padrão	1,61	1,19	0,22	0,3	79,33	1,83	0,02
mín. - máx.	20,0 - 26,0	1,2 - 4,8	6,17 - 6,94	0 - 1	180 - 390	4,3 - 10,7	0,0016 - 0,0766
ponto 5							
média	22,77	2,34	6,34	0	345,18	10,62	0,0089
desvio padrão	1,45	0,92	0,2	0	93,09	4,61	0,009
mín. - máx.	20,0 - 24,0	1,5 - 4,4	5,92 - 6,58	0	250 - 572	6,63 - 19,7	0 - 0,0226
Resolução CONAMA 357/2005 (classe 1)	não estabelecido	não inferior a 6 mg/L	6,0 a 9,0	igual ou inferior a 0,5‰	cor natural do corpo d'água	até 40 UNT	até 10 µg/L

A observação das médias de temperatura mostra que este parâmetro, de uma forma geral, apresenta uma variação sazonal, onde os menores valores foram registrados na primeira coleta (Anexo 1), a qual ocorreu durante a primavera, e os mais elevados correspondem ao período de verão, indicando influência da temperatura atmosférica e do período do ano.

Para a salinidade da água, a diferença entre os pontos amostrados foi considerada significativa estatisticamente ($p < 0,01$), mas há que se levar em conta a influência da maré na análise desse parâmetro, tendo em vista que o ponto 1, correspondente a foz do rio Capivari, foi o que apresentou os maiores valores para esse parâmetro, seguido do ponto 3, que fica à montante do ponto 1. Apenas na coleta do dia

07/01/2007 foram registrados teores de salinidade nos demais pontos, com exceção do ponto 5, com valores nulos para todas as coletas realizadas.

Os valores referentes à concentração de oxigênio dissolvido na água nos pontos amostrados, como citado anteriormente, não foram considerados diferentes estatisticamente ($p > 0,05$). O que nota-se é uma tendência a diminuição dos valores de oxigênio dissolvido com o decorrer do tempo, sendo que as concentrações máximas em cada ponto foram registradas entre as três primeiras coletas, e os valores mínimos registrados durante o verão, entre fevereiro e início de março (Anexo 1). A ausência dos dados de oxigênio dissolvido no mês de janeiro justifica-se pela falta do oxímetro neste mês no LIMA. A figura 3 mostra as médias da concentração de oxigênio dissolvido para cada ponto de coleta.

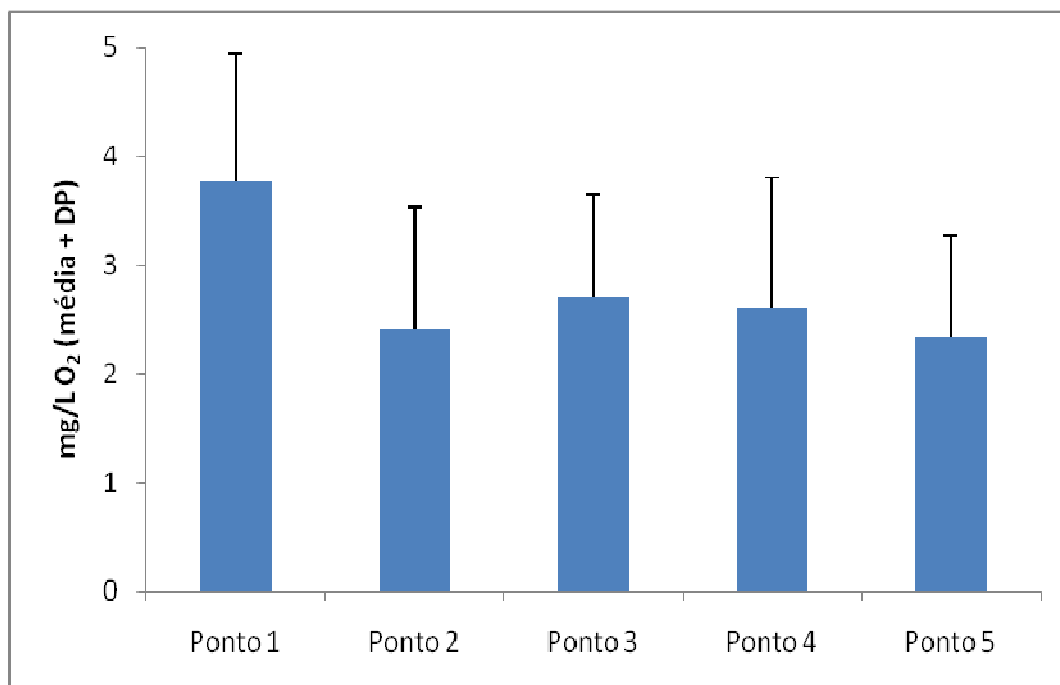


Figura 3: Concentração média de oxigênio dissolvido (mg/L) na água dos 5 pontos amostrados na bacia do rio Capivari, entre novembro/2007 a abril/2008. DP=desvio padrão.

Apesar da variação dos valores de pH ter sido considerada significativa estatisticamente ($p < 0,05$), estas oscilações não chegam a causar preocupações, já que ocorrem dentro de uma faixa estreita de pH, dentro dos limites permitidos pela legislação. Essa significância se deu devido a diferença entre os pontos 4 e 5, os quais apresentaram, respectivamente, a maior e a menor média.

O parâmetro cor também apresentou variação significativa entre os pontos ($p < 0,05$). O responsável por essa variação foi o ponto 5, considerado diferente estatisticamente dos pontos 1, 2 e 3. No ponto 5 foi registrado o maior valor para este

parâmetro, 572 mg Pt-Co/L, encontrado na primeira coleta. Todos os demais pontos apresentaram seus valores máximos na coleta do dia 06/03/08. Cabe ressaltar que no presente trabalho foi analisada a cor aparente da água do manancial, isto é, a água com a presença de substâncias e de materiais sólidos em suspensão que vão influenciar também na turbidez.

Os dados de turbidez indicaram variações significativas ($p < 0,01$), com destaque para o ponto 2, que se mostrou diferente dos demais locais, apresentando os maiores valores, seguido pelo ponto 5. O ponto 4 foi o que apresentou a menor média para esse parâmetro.

As diferenças encontradas para a concentração de clorofila *a* nos diferentes pontos não foi considerada significativa ($p > 0,05$). Os resultados mostraram valores baixos da clorofila *a*, indicando uma pequena biomassa fitoplanctônica. Os valores mínimos em todos os pontos foram registrados na mesma data, 25/03/08. Já no que se refere aos valores máximos, não houve uma correlação direta entre o período em que foram encontrados. A maior média foi registrada no ponto 1, com valor 0,0341 $\mu\text{g/L}$, e a menor no ponto 5, com valor de 0,0089 $\mu\text{g/L}$.

Os dados do número mais provável de coliformes fecais indicaram variações significativas ($p < 0,01$). Os resultados, observados na figura 4, mostram um aumento desses microorganismos em todos os locais amostrados, com valores mínimos registrados nos dois primeiros meses de coletas, com exceção do ponto 5, cuja mínima ocorreu no fim do mês de março, e picos registrados nos meses de janeiro e fevereiro. Merece destaque o ponto 2, com média de 106280,17 NMP/100ml (tabela 4), o qual apresentou índices de contaminação fecal muito maior do que os demais pontos, apresentando desde o início até o fim do estudo valores muito acima do permitido pela legislação. O segundo local de maior contaminação foi o ponto 1, com média de 19274,04 NMP/100 ml, tendo em vista que este fica localizado à jusante do ponto 2. O ponto com menor média foi o número 3, 1237,08 NMP/100 ml.

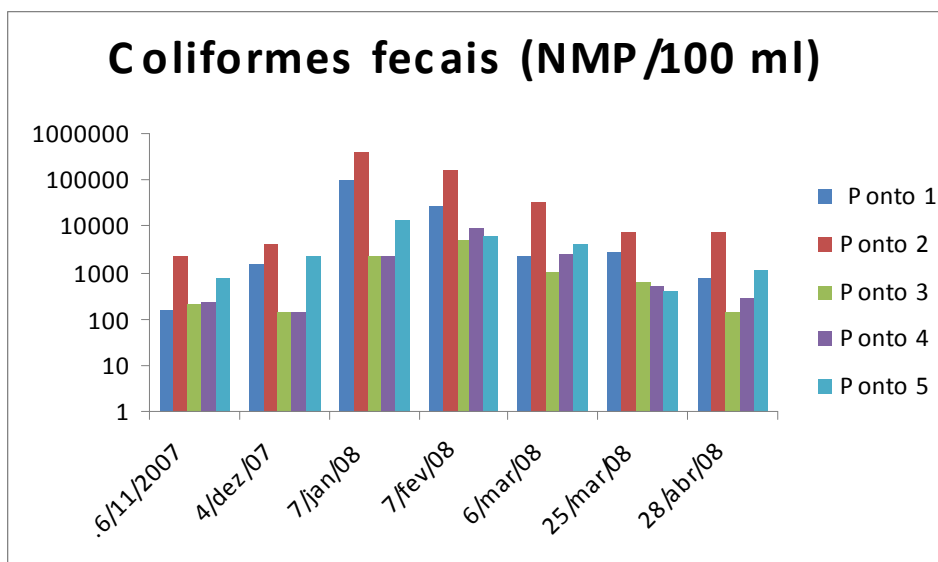


Figura 4: Resultados das análises de coliformes fecais na água dos 5 pontos amostrados na bacia do rio Capivari, entre novembro/2007 a abril/2008.

Tabela 4: Valores encontrados para coliformes fecais na água dos 5 pontos amostrados na bacia do rio Capivari, entre novembro/2007 a abril/2008 (média, desvio padrão e valores mínimos e máximos).

Coliformes fecais (NMP/100 ml)					
	ponto 1	ponto 2	ponto 3	ponto 4	ponto 5
média	19274,04	106280,17	1237,08	2241,18	4467,35
desvio padrão	36229,07	162503,18	1977,29	3766,64	5164,71
mín. - máx.	160,2 - 98040	2419,2 - 410600	139,1 - 5200	137,1 - 9700	400 - 13900

Os pontos 3 e 4 apresentaram valores subestimados (2419,2 NMP/100ml) de coliformes fecais no mês de janeiro, como pode ser observado no gráfico da figura 4, pelo fato de a diluição feita nas amostras não terem sido suficiente, em decorrência da grande concentração desses microrganismos na data da coleta. Os demais pontos apresentaram seus maiores valores de coliformes fecais nesta data, e se tivesse sido efetuada uma diluição adequada com as amostras dos pontos 3 e 4, provavelmente também se obteria as concentrações máximas desse parâmetro nesses dois pontos durante essa campanha.

7. DISCUSSÃO

O parâmetro físico temperatura não consta na Resolução nº 357 do CONAMA (2005), mas é praticamente sempre medido em avaliações de ambientes aquáticos, pois reflete bem as variações sazonais.

Em nenhuma das campanhas realizadas, os valores de temperatura demonstraram sofrer influências que não a temperatura do ar e o período do ano, entre outros fenômenos naturais, como pluviosidade nos dias de coleta.

Tendência semelhante foi encontrada por Silveira (2007), em seu trabalho no rio Itajaí-Mirim nos trechos de Brusque e Vidal Ramos- SC.

Da mesma forma, na bacia do rio Itajaí-Açu, município de Blumenau – SC (ZUMACH, 2003), e no estudo realizado por Milani (2007) na bacia hidrográfica do ribeirão Baguaçu, localizado em Araçatuba – SP, os valores encontrados para o parâmetro temperatura foram motivados pelo regime climático normal.

O oxigênio dissolvido é um dos principais parâmetros para controle dos níveis de poluição da águas. Ele é fundamental para manter e verificar as condições aeróbicas num curso d'água que recebe material poluidor (BAUMGARTEN & POZZA, 2001).

O oxigênio dissolvido é de vital importância à caracterização do estado de saúde do corpo hídrico, sendo o principal parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos. Um dos principais responsáveis pela elevação do consumo de oxigênio dissolvido são os microrganismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica (SPERLING, 1996).

Em relação a concentração de oxigênio dissolvido na água, não houve diferenças significativas ($p > 0,05$) entre os pontos coletados e ao longo do tempo, porém em nenhum momento, com exceção do ponto 1 na coleta do dia 04/12/07, que apresentou o valor máximo de OD (6 mg/L), foi registrado valores para este parâmetro em conformidade com a resolução CONAMA 357/2005, já que a mesma estabelece um limite mínimo de 6 mg/L para as águas de classe 1. Em vários momentos, os resultados encontrados ultrapassam até mesmo os limites mínimos estabelecidos para águas de classe 3 e classe 4, os quais são, respectivamente, não inferiores a 4 mg/L e 2 mg/L em qualquer amostra.

Minella (2005) ao analisar as águas da sub-bacia do rio Itajaí-Mirim, no município de Brusque, obteve um valor mínimo de 5,7 mg/L, confirmando a classificação 2 para o referido rio, fato este que não se confirma na bacia hidrográfica do presente trabalho. Os pontos que apresentam baixos índices de oxigênio dissolvido

evidenciam a presença de bactérias que consomem o oxigênio durante a decomposição da matéria orgânica.

O pH foi um parâmetro que se manteve quase em sua totalidade dentro dos limites exigidos pela legislação, a qual estabelece uma faixa de 6,0 a 9,0. O menor pH obtido foi 5,92 no ponto 5, único valor fora da faixa permitida, e o máximo foi 6,94, valor este encontrado no ponto 4.

Ao realizar a avaliação da qualidade da água do ribeirão Bagaçu (SP), Milani (2007) encontrou valores de pH dentro do intervalo de 6,9 a 7,6, o que caracteriza águas ligeiramente mais próximas da neutralidade, que corresponde ao pH 7.

Von Sperling (1996) menciona que os valores de pH muito afastados da neutralidade podem afetar a vida aquática, por exemplo, os peixes e também os microrganismos responsáveis pelo tratamento biológico dos esgotos. No caso do rio Capivari, observou-se que os valores mantiveram-se dentro de uma faixa aceitável, tanto para a vida aquática como para a qualidade da água.

Os dados de turbidez apresentaram variações consideráveis. Estes são decorrentes da presença de material em suspensão na água, finamente divididos ou em estado coloidal, e de organismos microscópicos. Os valores registrados encontram-se no intervalo de 3,47 (ponto 3) a 24,5 (ponto 2), sendo que este último ponto apresenta a maior média, e a menor corresponde ao ponto 4. Segundo a resolução CONAMA 357/2005, corpos de água classe 1 permitem até 40 UNT, portanto confirma-se a classificação do rio Capivari como pertencente a classe especial, do ponto de vista do parâmetro turbidez, já que em nenhuma das análises para o citado parâmetro obteve-se valores além do limite estabelecido.

Nota-se que no ponto 2, além da turbidez, foram encontrados os maiores valores para o índice de coliformes fecais, e os picos do dois parâmetros ocorreram na mesma data, 07/01/08.

Em relação ao parâmetro cor, não se pode fazer a comparação com os limites estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005, já que a mesma considera a cor verdadeira da água, a qual é obtida após centrifugação. No presente trabalho obteve-se a cor aparente, cuja determinação é feita na amostra de água original, sem nenhum cuidado prévio.

Em estudo realizado entre dezembro de 2004 a abril de 2005, Minella (2005) encontrou no rio Itajaí-Mirim, município de Brusque – SC, valores de cor aparente variando de 36 mg Pt-Co/L a 231 mg Pt-Co/L. No presente trabalho o menor valor foi encontrado no ponto 4, 180 mg Pt-Co/L, e o maior, no ponto 5, 572 mg Pt-Co/L. Os pontos 1 e 5 foram os que apresentaram a menor e maior média, respectivamente.

A salinidade encontrada nos pontos de coleta durante todas as campanhas, provavelmente está mais relacionada ao regime de marés do que a outro fator.

Rörig *et al.* (2007) em seu trabalho no córrego Schneider, município de Itajaí – SC, constatou que os valores de salinidade encontrados refletem as variações na tábua de marés durante o período de coleta, com salinidade 0‰ no ponto junto à nascente do referido córrego, e 11,2‰ no ponto localizado à foz do mesmo, com determinação feita na maré alta. Tal tendência também é observada no presente estudo.

Neste trabalho foram analisados somente os coliformes fecais (*E. coli*), uma vez que esse grupo de microrganismos tem uma maior significância na avaliação da qualidade sanitária do ambiente aquático e, portanto são preferenciais às análises apenas de coliformes totais, menos específicas. Essa preferência deve-se ao fato de que os coliformes fecais são restritos ao trato intestinal de animais de sangue quente. Portanto seus índices são bons indicadores da qualidade das águas em termos de poluição por efluentes domésticos (BAUMGARTEN & POZZA, 2001).

Analisando-se a concentração de coliformes fecais, todos os pontos de amostragem não atenderam os valores especificados na resolução CONAMA 357/2005 para classe 1 praticamente durante todo o período de estudo, sendo que alguns deles também extrapolaram o limite em todas as coletas, principalmente o ponto 2, cuja classificação se enquadraria na classe 4, a qual não estabelece limites para coliformes fecais. Isso mostra claramente a falta de saneamento básico no balneário de Ingleses, o que acaba comprometendo, além da qualidade das águas dos cursos d'água monitorados, as condições de balneabilidade da praia.

Minella (2005) encontrou no rio Itajaí-Mirim, município de Brusque – SC, encontrou valores de coliformes fecais variando de 0 até quantidades máximas excedendo $2,4 \cdot 10^6$ NMP/100 ml. Milani (2007) na bacia hidrográfica do ribeirão Baguaçu, localizado em Araçatuba – SP, em seus cinco pontos de coleta, registrou média mínima de 100 NMP/100 ml, e máxima de $1,89 \cdot 10^5$ NMP/100 ml. Assim como Rörig *et al.* (2007) em seu trabalho no córrego Schneider, município de Itajaí – SC, encontrou variação de 0, registrado na nascente, até 2.419.600 NMP/100 ml ao longo do percurso do referido córrego. Todos esses exemplos, juntamente com o presente estudo, corroboram a influência da urbanização na qualidade dos corpos hídricos.

A resolução CONAMA 357/2005 estabelece um limite máximo para a concentração de clorofila *a* de 10 µg/L para as águas de classe 1. Portanto, no que se refere a esse parâmetro, todos os pontos amostrados encontram-se de acordo com a legislação, uma vez que foram encontradas concentrações muito inferiores a valor

supracitado. O ponto 5, mais próximo da nascente, foi o que apresentou os menores valores, e o ponto 1, correspondente a foz, os maiores.

Rörig *et al.* (2007) em seu trabalho no córrego Schneider, município de Itajaí – SC, obteve a menor concentração de clorofila *a* próximo da nascente ($0,02 \text{ mg.m}^{-3}$), com um aumento nas estações intermediárias ($0,54 \text{ mg.m}^{-3}$) e um pequeno decréscimo na foz ($0,26 \text{ mg.m}^{-3}$). Um fato levantado foi a elevação da concentração deste parâmetro com a salinidade, mostrando a introdução de populações planctônicas oriundas de fora da bacia.

De acordo com o livro de resoluções do CONAMA, nas águas de classe especial é vedado o lançamento de efluentes ou disposição de resíduos domésticos, agropecuários, de aquicultura, industriais e de quaisquer outras fontes poluentes, mesmo que tratados. E ao analisarem-se os dados encontrados neste trabalho, principalmente a quantidade de coliformes fecais, percebe-se a discordância dos fatos, uma vez que concentrações tão elevadas destes microrganismos não podem ser provenientes de outra fonte que não seja do despejo de esgotos domésticos.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente Santa Catarina é o sexto estado mais rico da Federação, e o quinto maior exportador. Possui ainda o quarto índice de desenvolvimento humano (IDH) mais alto do país. Entretanto, o estado tem um dos piores índices de coleta e tratamento de esgoto do país, enfrentando sérios problemas de degradação ambiental (SANTOS, 2004). Esta realidade ficou evidente nos resultados encontrados neste estudo.

Todos os pontos analisados apresentaram sinais claros de degradação e poluição por esgotos domésticos, até mesmo os pontos 4 e 5, que correspondem, respectivamente, ao curso d'água proveniente do morro da Ponta das Feiticeiras, o qual não apresenta ocupação urbana ao longo de suas margens, e o local mais próximo da nascente. Isto provavelmente se deve ao fato de que em ambos os pontos supracitados há a presença de tubulações da rede pluvial que desembocam nesses locais, lançando não somente água da chuva, mas também os esgotos domésticos a ela ligados clandestinamente.

De acordo com os mapas de uso do solo (anexos 2 e 3), que mostram a ocupação urbana no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho de 1994 a 2002, e as fotos aéreas do local de 1977 a 2004 (anexos 4, 5 e 6), fica evidente o crescimento desordenado da quantidade de edificações no local que, aliado a falta de um sistema de coleta e tratamento de esgoto, tem contribuído para o declínio da qualidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Capivari, e conseqüentemente da praia dos Ingleses, pelo menos no local junto à foz deste rio.

É durante os meses de verão que ocorre o maior afluxo demográfico no litoral catarinense, o que acaba acarretando os aumentos dos níveis de contaminação das praias, sem que haja, no entanto, investimentos em saneamento básico para reverter essa situação. Durante a alta temporada de verão, o próprio local da desembocadura do ribeirão do Capivari é considerado impróprio para banho (ver anexo 7), de acordo com a FATMA (Fundação do Meio Ambiente), órgão ambiental estadual responsável em monitorar a balneabilidade do litoral catarinense. Levando-se em conta os elevados índices de coliformes fecais registrados durante os meses de janeiro e fevereiro, pode haver o comprometimento da balneabilidade de outros locais da praia, tendo em vista a ação das marés e dos ventos, que podem espalhar esses microrganismos pela coluna d'água, afetando significativamente o turismo, principal atividade econômica local.

9. CONCLUSÕES

Com base nas análises e discussões dos resultados obtidos do trabalho experimental pode-se concluir que durante o período de estudo:

- O ponto 2 (rio dos Ingleses) foi o local onde ocorreu os maiores índices de contaminação por coliformes fecais.
- Os parâmetros pH, turbidez e clorofila *a* estão de acordo com a resolução CONAMA 357/2005 para águas de classe especial em todos os pontos amostrados.
- Os valores de coliformes fecais, em todos os pontos amostrados, estão muito acima do permitido pela resolução CONAMA 357/2005.
- Os valores de oxigênio dissolvido, em todos os pontos amostrados, não estão de acordo com a resolução CONAMA 357/2005 nem mesmo para águas de classe 4.
- A análise temporal demonstrou que houve uma redução da qualidade da água com o crescimento populacional local durante o verão.
- A bacia hidrográfica do rio Capivari não apresentou uma boa qualidade da água em toda sua extensão.
- O enquadramento como classe especial, através da resolução CERH nº 003/2007, não se aplica para os cursos d'água estudados.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, A.M; MELO, M.C.V. “Um plano de amostragem de qualidade d’água em estuários: Caso do Recife” RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos Vol 5 n° 4 Out./Dez.2000, 111-120.

BARTH, Flavio Terra; Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Modelos para gerenciamento de recursos hídricos. São Paulo: Nobel: ABRH, 1987. 526p.

BAUMGARTEN, M. G. Z.; POZZA, S. A. Qualidade de águas: descrição de parâmetros químicos referidos na legislação ambiental. Rio Grande: Ed. FURG, 2001. 166p.

BRANCO, Samuel Murgel. Hidrobiologia aplicada a engenharia sanitária. 2. ed. São Paulo: CETESB, 1978. 620p.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente – CONAMA Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução n° 357 de 17 de março de 2005.

CARDOSO, L.S.; LAYBAUER, L.; MARQUES, D.M.L.M. Gradientes espaciais e sazonais de IQA e sua relação com o zooplâncton em sistema lagunar costeiro (Tramandaí, RS). XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, Vitória/ES, 1997.

CARUSO Jr, Francisco. Estudo de impacto ambiental (EIA/RIMA) para implantação do Condomínio Residencial Costão Golf, Sítio do Capivari – Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, Florianópolis/SC, 2004. 127 p.

CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Resolução CERH n° 003/2007.

CERUTTI, Rosenea Locatelli; BARBOSA, Tereza Cristina Pereira. Contribuição ao conhecimento da poluição doméstica na Baía Norte, área da Grande Florianópolis, SC. 1996. 129p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas.

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Operação e manutenção de E.T.A. São Paulo: Secretaria de Obras Públicas, 1978.

CLARKE, Robin; KING, Jannet. O atlas da água: o mapeamento completo do recurso mais precioso do planeta. São Paulo: Publifolha, 2005. 128p.

COIMBRA, Roberto; ROCHA, Ciro Loureiro; BEEKMAN, Gertjan Berndt,. Recursos hídricos: conceitos, desafios e capacitação. Brasília: ANEEL, 1999. 78p.

ESTEVES, Francisco de Assis. Fundamentos de Limnologia. 2. Ed. Rio de Janeiro: Interciência: 1998. 602p.

FERREIRA, Tânia Marcia Machri; DUARTE, Gerusa Maria. Distrito de Ingleses do Rio Vermelho - Florianópolis. Florianópolis, 1999. 151 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/>. Acesso em 13 de outubro de 2007.

LEITE, E.H.; HAASE, J.; COBALCHINI, M.S.; SILVA, M.L.C.; PINEDA, M.D.S. Qualidade das águas do rio Gravataí, FEPAM – FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL HENRIQUE LUÍS ROESSLER/RS. Período 1992/1994. Porto Alegre, 1996.

MILANI, Reginaldo. Diagnóstico da influência da bacia hidrográfica na qualidade da água do Ribeirão Bagaçu (Araçatuba, SP). Ilha Solteira, 2007, 96p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

MINELLA, Letícia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química. Índice de qualidade da água ao longo de rios e ribeirões: Município de Brusque. Florianópolis, 2005. 119 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química.

MOTA, Suetônio. Planejamento urbano e preservação ambiental. Fortaleza: Edições UFC, 1981.

MOTA, Suetônio. Preservação e conservação de recursos hídricos. 2. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995. 187 p.

NUSCH, E. A. Comparison of different methods for chlorophyll and phaeopigment determination. Arch. Hydrobiol. Beih. Stuttgart, v. 14, p. 14-36, 1980.

PMF – Prefeitura Municipal de Florianópolis. Disponível em: <http://www.pmf.sc.gov.br/>. Acesso em 30 de setembro de 2007.

RÖRIG, L.R.; TUNDISI, J.G.; SCHETTINI, C.A.F.; PEREIRA-FILHO, J.; MENEZES, J.T.; ALMEIDA, T.C.M.; URBAN, S.R.; RADESTSKI, C.M.; SPERB, R.C.; STRAMOSK, C.A.; MACEDO, R.S.; CASTRO-SILVA, M.A.; PEREZ, J.A.A. From a water resource to a point pollution source: the daily journey of a coastal urban stream. *Brazilian Journal of Biology*. Vol.67 n°4. São Carlos Nov. 2007.

SANTOS, L. Santa Catarina está de olho no saneamento. *Revista Ambiental*. Ano 4, n° 10, 2004

SILVEIRA, R. M. Bioensaios de toxicidade e organismos bioindicadores como instrumento para a caracterização ambiental do rio Itajaí- Mirim, SC. Itajaí, 2007. 125 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Itajaí, Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar. Programa de Mestrado Acadêmico em Ciência e Tecnologia Ambiental do Curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência e Tecnologia Ambiental.

SPERLING, M. V. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2. ed. rev. Belo Horizonte: UFMG, 1996. 243p.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. Abastecimento de água. 3.ed. São Paulo: USP. Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica, 2006. 643 p.

ZAR, J. H. *Biostatistical Analysis*. New Jersey: Prentice Hall, 1999.

ZUMACH, Rosalene. Enquadramento de curso de água Rio Itajaí- Açu e seus principais afluentes em Blumenau. Florianópolis, 2003. 124 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.

WESTARB, Eliane de Fátima Ferreira do Amaral. Sistema Aquífero Sedimentar Freático Ingleses - SASFI depósitos costeiros que tem mantêm...ocupação que te degrada!. Florianópolis, 2004. 1 v. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas. Programa de Pós-graduação em Geografia.

ANEXOS

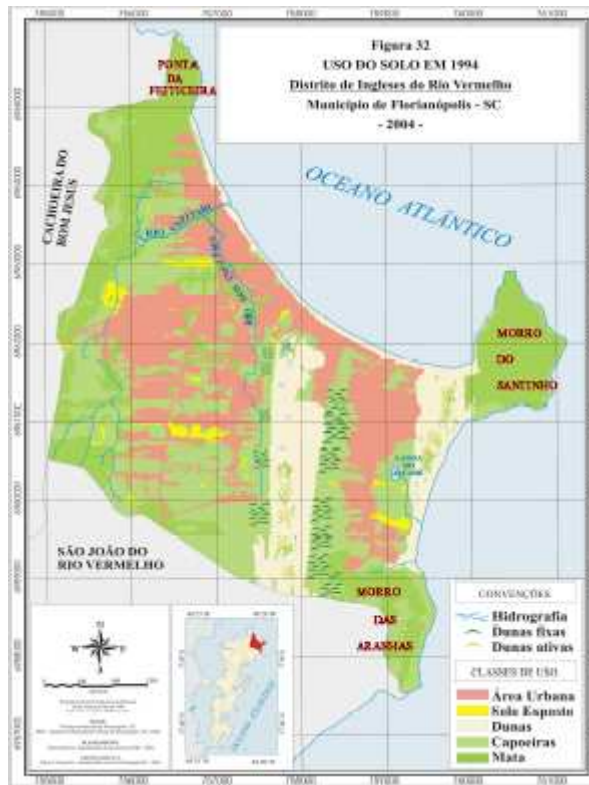
Ponto 1								
	Temperatura (°C)	Oxigênio dissolvido (mg/L)	pH	Salinidade (‰)	Cor (mg Pt-Co/L)	Turbidez (NTU)	Coliformes fecais (NMP/100 ml)	Clorofila (µg/L)
6/nov/07	19,5	4,4	6,41	10	200	5,57	160,2	0,0125
19/nov/07	23	4,3	6,5	4	204	6,7	-	-
4/dez/07	24	6	6,86	3	271	5,36	1553,1	0,1036
18/dez/07	26	4,2	6,75	0	250	9,2	-	-
7/jan/08	24	-	6,6	2	302	14,6	98040	0,01
22/jan/08	24	-	6,44	3	314	9,89	-	-
7/fev/08	25	4	6,55	10	233	7,68	29100	0,0057
22/fev/08	26	2,3	6,62	3	232	11,5	-	-
6/mar/08	25	2,3	6,56	3	358	12,8	2380	0,0048
25/mar/08	24	3,6	6,34	0	284	8,39	2880	0,0008
28/abr/08	22	2,8	6,46	0	204	6,36	805	0,1016
Ponto 2								
	Temperatura (°C)	Oxigênio dissolvido (mg/L)	pH	Salinidade (‰)	Cor (mg Pt-Co/L)	Turbidez (NTU)	Coliformes fecais (NMP/100 ml)	Clorofila (µg/L)
6/nov/07	21,5	4,3	6,46	0	242	11,7	2419,2	0,0115
19/nov/07	23	2,4	6,39	0	213	11	-	-
4/dez/07	24	1,3	6,55	0	220	12,3	4100	0,011
18/dez/07	25	2,4	6,65	0	261	19,3	-	-
7/jan/08	25	-	6,86	1	304	24,5	410600	0,0038
22/jan/08	25	-	6,69	0	345	19,8	-	-
7/fev/08	25	1	6,69	0	324	15,6	172800	0,0102
22/fev/08	25,5	2	6,76	0	231	9,82	-	-
6/mar/08	26	1,8	6,76	0	347	17,5	35000	0,0114
25/mar/08	24	4,1	6,48	0	187	8,58	7480	0,0024
28/abr/08	24	2,4	6,71	0	258	13,3	7701	0,1026
Ponto 3								
	Temperatura (°C)	Oxigênio dissolvido (mg/L)	pH	Salinidade (‰)	Cor (mg Pt-Co/L)	Turbidez (NTU)	Coliformes fecais (NMP/100 ml)	Clorofila (µg/L)
6/nov/07	19,5	4,1	6,08	4	289	6,52	208,4	0,0062
19/nov/07	22	4	6,5	3	220	5,33	-	-
4/dez/07	23,5	2,9	6,65	0	204	3,47	139,1	0,0149
18/dez/07	25,5	2,2	6,66	0	266	5,66	-	-
7/jan/08	24	-	6,55	2	284	9,26	2419,2	0,0076
22/jan/08	23	-	6,38	0	316	6,67	-	-
7/fev/08	25	1,7	6,49	5	253	7,19	5200	0,0036
22/fev/08	25	2	6,61	0	219	9,56	-	-
6/mar/08	25	1,7	6,57	0	440	12,3	1100	0,0032
25/mar/08	23	3,5	6,34	0	303	8,86	630	0,0024
28/abr/08	22	2,2	6,42	0	211	5,11	145	0,0809

Anexo 1: Resultados quinzenais obtidos nos cinco pontos de coleta entre 11/07 e 04/08.

(Continuação Anexo 1)

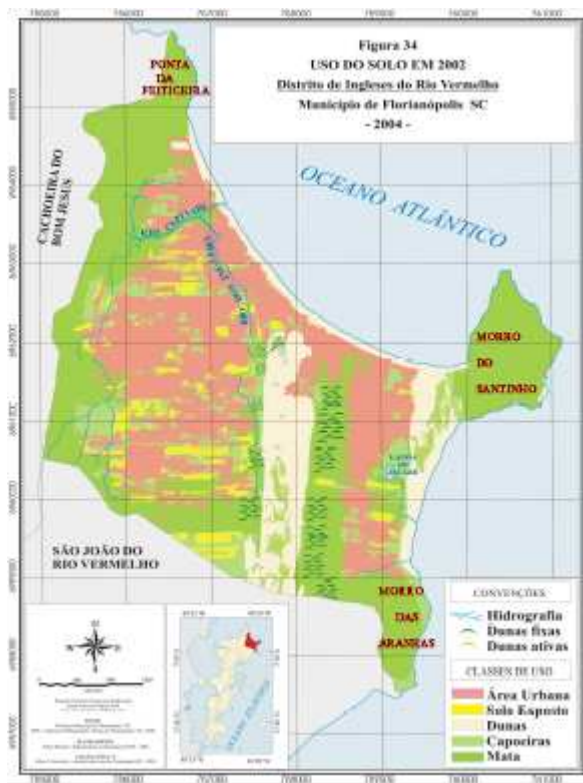
Ponto 4								
	Temperatura (°C)	Oxigênio dissolvido (mg/L)	pH	Salinidade (‰)	Cor (mg Pt-Co/L)	Turbidez (NTU)	Coliformes fecais (NMP/100 ml)	Clorofila (µg/L)
6/nov/07	20	2	6,17	0	387	5,53	231	0,0081
19/nov/07	24	4,8	6,61	0	211	4,41	-	-
4/dez/07	23	3	6,82	0	209	4,3	137,1	0,0766
18/dez/07	25	1,2	6,94	0	190	10,7	-	-
7/jan/08	25	-	6,92	1	215	6,2	2419,2	0,0125
22/jan/08	24	-	6,67	0	222	4,82	-	-
7/fev/08	25	1,6	6,76	0	318	8	9700	0,0048
22/fev/08	26	1,7	6,92	0	180	6,37	-	-
6/mar/08	25	2,5	6,71	0	390	7,06	2560	0,0048
25/mar/08	24	4,1	6,5	0	343	7,04	520	0,0016
28/abr/08	23	2,6	6,66	0	248	6,19	299	0,0319
Ponto 5								
	Temperatura (°C)	Oxigênio dissolvido (mg/L)	pH	Salinidade (‰)	Cor (mg Pt-Co/L)	Turbidez (NTU)	Coliformes fecais (NMP/100 ml)	Clorofila (µg/L)
6/nov/07	20	4,4	5,92	0	572	19,7	770,1	0,0226
19/nov/07	21,5	2,4	6,09	0	300	8,01	-	-
4/dez/07	22,5	1,5	6,57	0	286	18,5	2419,2	0,0197
18/dez/07	24	1,9	6,58	0	280	12,3	-	-
7/jan/08	22	-	6,43	0	438	12,4	13900	0,0076
22/jan/08	24	-	6,41	0	250	6,63	-	-
7/fev/08	23,5	1,9	6,47	0	342	7,11	6200	0,0016
22/fev/08	24	1,6	6,26	0	348	8,4	-	-
6/mar/08	24	1,8	6,48	0	394	8,49	4410	0,0024
25/mar/08	24	3,1	6,28	0	291	7,82	400	0
28/abr/08	21	2,5	6,35	0	296	7,48	1124	0,0086

Anexo 1: Resultados quinzenais obtidos nos cinco pontos de coleta entre 11/07 e 04/08.



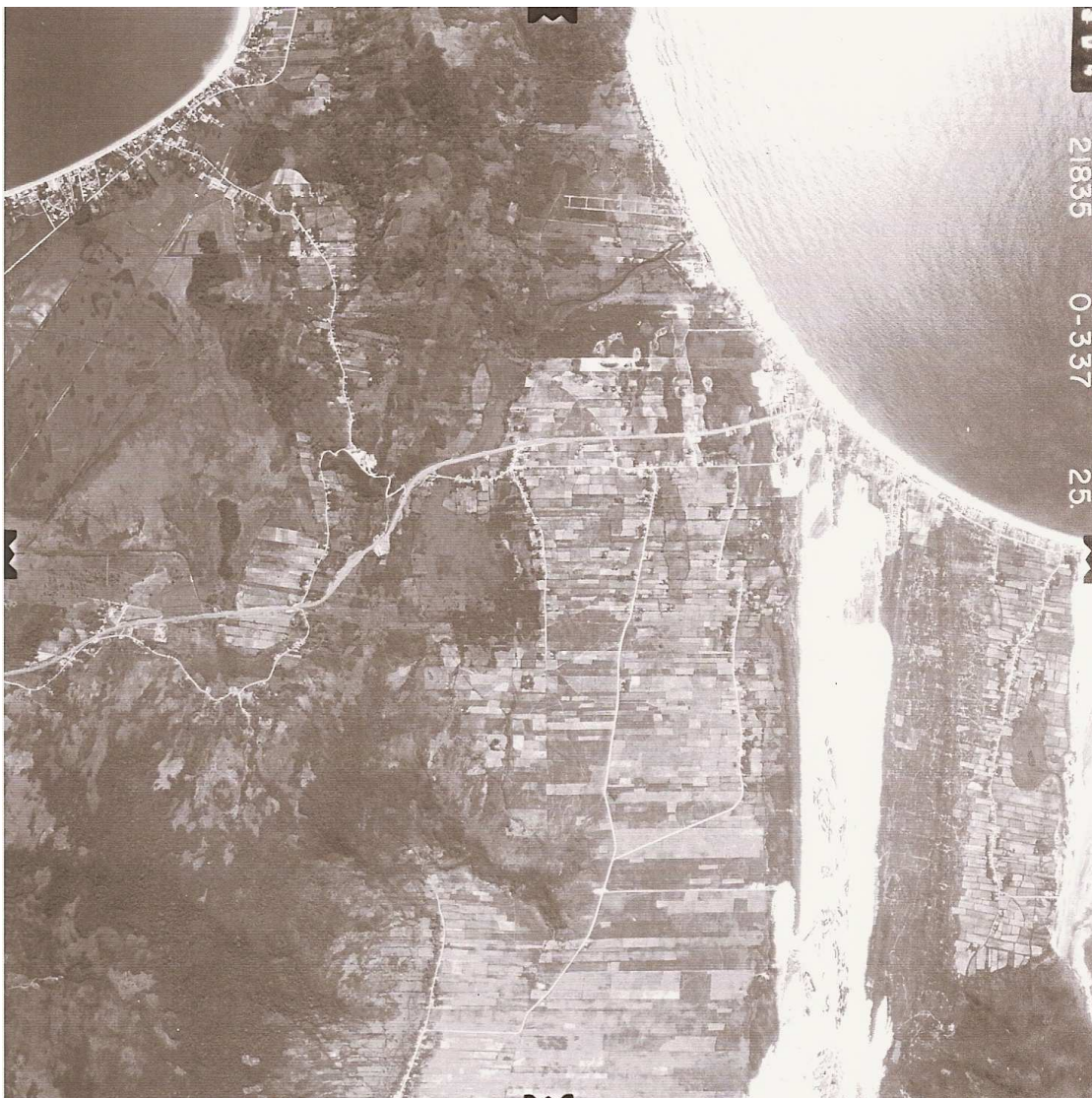
Anexo 2: Mapa de uso do solo em 1994 no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, Florianópolis, SC.

Fonte: WESTARB (2004).



Anexo 3: Mapa de uso do solo em 2002 no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho Florianópolis, SC.

Fonte: WESTARB (2004).



Anexo 4: Ocupação urbana no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, Florianópolis, SC – Aerofoto 1977
– Escala original 1:25.000. Fonte: IPUF/SC

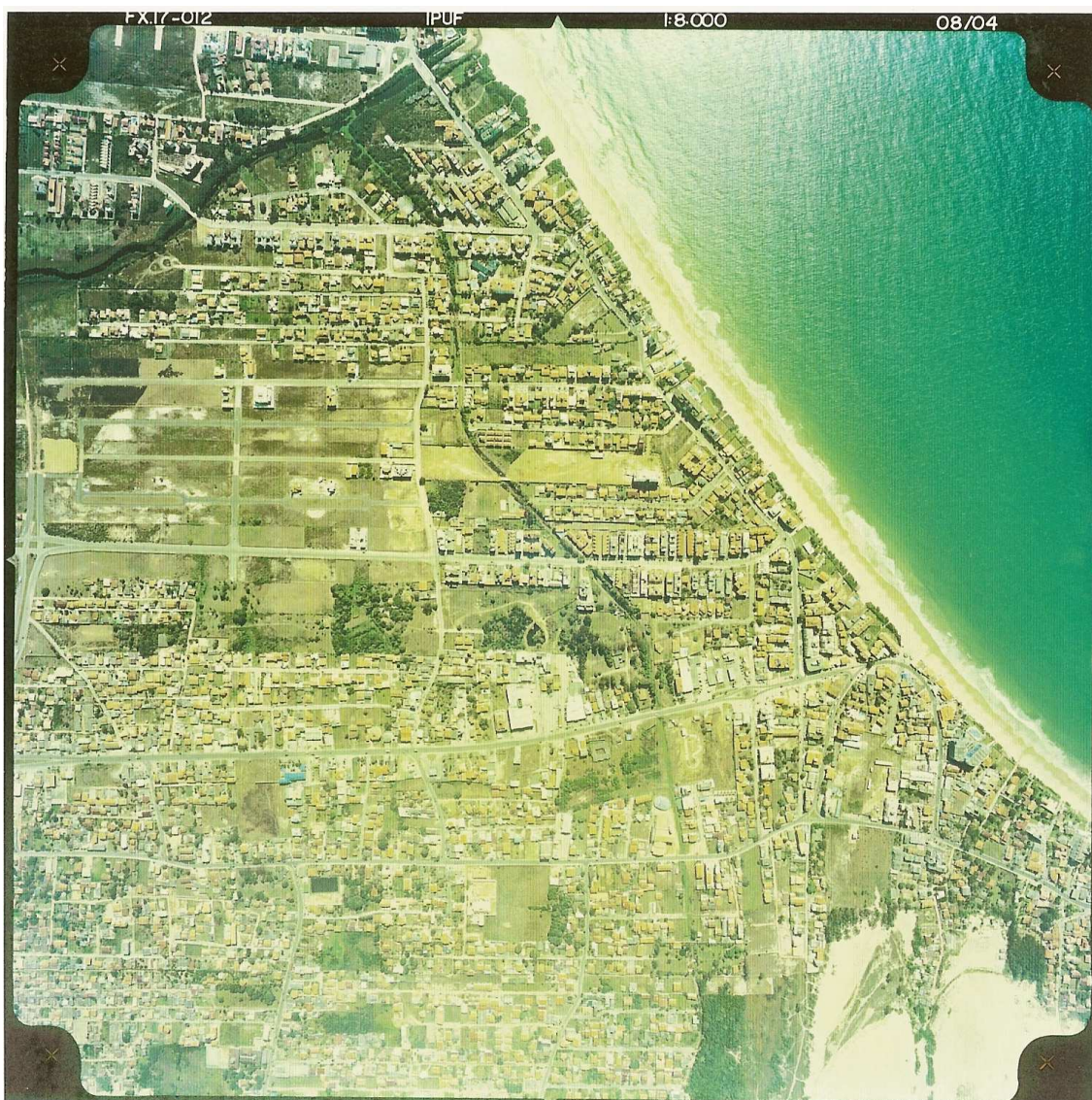


Anexo 5: Ocupação urbana no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, Florianópolis, SC – Aerofoto 1994
– Escala original 1:25.000. Fonte: IPUF/SC



Anexo 6: Ocupação urbana no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, Florianópolis, SC – Aerofoto 2004
– Escala original 1:8.000. Fonte: IPUF/SC

(Continuação Anexo 6)



Anexo 6: Ocupação urbana no Distrito de Ingleses do Rio Vermelho, Florianópolis, SC – Aerofoto 2004
– Escala original 1:8.000. Fonte: IPUF/SC



Anexo 7: Praia dos Ingleses, no local de desembocadura do rio Capivari, classificado como impróprio para banho – verão 2008. (foto: D. P. Tomazela)