

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

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO SANGA DOS BOIS, NA CACHOEIRA
DO BOM JESUS, EM FLORIANÓPOLIS – (SC)**

Paulo Rubens Martins Araújo Filho

FLORIANÓPOLIS, (SC)
NOVEMBRO/2008

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

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO SANGA DOS BOIS, NA CACHOEIRA
DO BOM JESUS, EM FLORIANÓPOLIS – (SC)**

Paulo Rubens Martins Araújo Filho

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

**Orientadora
Prof. Dra. Catia Regina Silva de Carvalho Pinto**

**FLORIANÓPOLIS, (SC)
NOVEMBRO/2008**

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA NA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO SANGA DOS BOIS, NA CACHOEIRA DO BOM
JESUS, EM FLORIANÓPOLIS – (SC)**

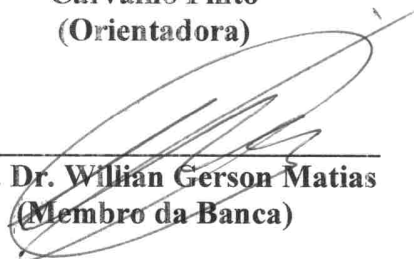
PAULO RUBENS MARTINS ARAÚJO FILHO

**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. Catia Regina Silva de
Carvalho Pinto
(Orientadora)**



**Prof. Dr. Willian Gerson Matias
(Membro da Banca)**



**Bióloga Mônica Gomes
(Membro da Banca)**

**FLORIANÓPOLIS, (SC)
NOVEMBRO/2008**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus pela força e proteção em todos momentos da minha vida;

Aos meus pais, Paulo e Elizabete, pelo apoio incondicional e pela confiança demonstrada ao longo de minha formação pessoal e profissional;

À professora Catia Regina Silva de Carvalho Pinto pela orientação no presente trabalho, e;

Às biólogas Mônica Gomes e Marília Medina e ao colega Abel Silveira pelo trabalho em equipe realizado junto à AMANGUE, na localidade de Cachoeira do Bom Jesus e Ponta das Canas.

RESUMO: Assim como ocorre em grande parte do município de Florianópolis, no distrito de Cachoeira do Bom Jesus não há rede coletora e posterior tratamento de esgoto. A disponibilidade de serviços de saneamento básico no local não acompanhou o crescimento urbano ocorrido nas últimas décadas. Tal fato tem contribuído para a deterioração da qualidade da água nos corpos hídricos locais, que sofrem com o lançamento de despejos domésticos sem o devido tratamento, colocando em risco a saúde da comunidade local e dos frequentadores da praia.

No presente trabalho foi realizado um monitoramento da qualidade da água na bacia hidrográfica do Rio Sanga dos Bois, na localidade da Cachoeira do Bom Jesus, no norte da Ilha de Santa Catarina, através da análise da água em 21 pontos amostrais, em três fases distintas de coletas, num período de seis meses. Os resultados obtidos puderam ser relacionados com a situação atual da ocupação do solo e falta de saneamento, bem como da utilização indevida de canais e tubulações de drenagem pluvial como sistema de esgotamento para os efluentes domésticos no local.

ABSTRACT: As in much of the city of Florianopolis, in the district of Cachoeira do Bom Jesus there is no collector of sewer network and subsequent treatment of the waste water. The availability of basic sanitation services in place did not follow the urban growth occurred in recent decades. This fact has contributed to the deterioration of water quality in local water bodies, which are suffering with the launch of domestic sewage without proper treatment, putting at risk the health of the local community and visitors of the beach.

In the present study was conducted a monitoring of water quality in the basin of the Rio Sanga dos Bois, in the town of Cachoeira do Bom Jesus, in the north of the island of Santa Catarina, by analyzing the water in 21 points in three distinct phases of collections, over a period of six months. The results could be related to the current situation of land occupation, lack of sanitation, and the misuse of drainage canals and rain drainage pipes as a drainage system for domestic waste at the local.

Lista de Figuras

Figura 1 - Área de estudo. Fonte: Google Earth®.....	21
Figura 2 - Laguna de Ponta das Canas em formação no ano de 1957. Fonte: IPUF.....	22
Figura 3 - Retificação do rio na planície após a nascente. Fonte: Google Earth®.....	23
Figura 4 - Canais de drenagem e valas na área de estudo. Fonte: Google Earth®.....	25
Figura 5 - Pontos de coleta de água. Fonte: Google Earth®.....	27
Figura 6 - Ponto P1 após ser aterrado.....	36
Figura 7 – Local de coleta do ponto P2.....	37
Figura 8 – Local de coleta do ponto P3.....	39
Figura 9 – Local de coleta do ponto P13.....	39
Figura 10 - Pontos P4, esquerda e P5, direita.....	41
Figura 11 – Local de coleta do ponto P6.....	42
Figura 12 - Localização do Ponto P7 em relação ao P6 (Fonte: Google Earth®) e local de coleta do P7.....	43
Figura 13 - Localização do Ponto P8 (Fonte: Google Earth®) e local de coleta.....	45
Figura 14 - Localização dos pontos P9 e P21. Fonte: Google Earth®.....	46
Figura 15 - Coleta de amostra no ponto P9.....	47
Figura 16 - Local de coleta dos Pontos P9 (à esquerda) e P21, à direita.....	47
Figura 17 - Ponto P19 e local onde o canal apresenta seção em concreto.....	49
Figura 18 - Ponto P20 e o canal com excesso de macrófitas entre esse ponto e o P19.....	49
Figura 19 - Localização dos Pontos P19 e P20 em relação aos pontos P9 e P21. Fonte: Google Earth®.....	50
Figura 20 - Canal onde localiza-se o P10 e lançamento irregular de esgoto doméstico no canal.....	52
Figura 21 - Localização do ponto P10 na área de estudo. Fonte: Google Earth®.....	52
Figura 22 - Ponto de possível influência da ETE sobre a bacia do Rio Sanga dos Bois. Fonte: Google Earth®.....	55

Figura 23 - Á partir da foto à esquerda: Corpo receptor do efluente da ETE e canal em que o mesmo deságua, mais ao fundo; local da confluência entre os três canais; canal que segue para a Serte.....	55
Figura 24 - Local de coleta do ponto P12	56
Figura 25 – Local de coleta do ponto P14.....	58
Figura 26 - Local de coleta do ponto P15	59
Figura 27 - Coleta de amostra no ponto P16 na terceira fase de coletas.	61
Figura 28 - Ponto de coleta P17 durante a primeira fase de coletas, à esquerda e terceira fase, à direita.	63
Figura 29 - Local de coleta do P18 e sua saída no manguezal	65

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Resultado das análises para coliformes fecais	32
Tabela 2 - Resultado das análises para pH, Salinidade, Oxigênio Dissolvido e D.B.O.....	33
Tabela 3 - Resultado das análises para Nitrogênio Amoniacal e Fósforo Total.....	34
Tabela 4 - Padrões aplicáveis à cursos d'água de classe 1, previstos na resolução CONAMA N° 357/2005.....	35

Sumário

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	8
2. OBJETIVOS	10
2.1 Objetivo Geral	10
2.2 Objetivos Específicos	10
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
3.1 Poluição hídrica de corpos d'água	11
3.2 Parâmetros de qualidade da água	13
3.3 Legislação	17
3.4 Descrição do local de estudo.....	20
4. METODOLOGIA.....	26
4.1 Levantamento de campo e coleta das amostras	26
4.2 Análise dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos	29
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	31
5.1 Considerações Iniciais	31
5.2 Pontos Analisados	36
6. CONCLUSÕES.....	67
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	71

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O distrito de Cachoeira do Bom Jesus, localizado no norte da ilha de Santa Catarina, teve o início de sua ocupação devido à presença de índios *itararés* e posteriormente de índios *carijós*. A ocupação posterior se deu devido à presença de comunidades de pescadores que fixaram moradia no local, ainda no início do século XVIII. Nesse período, as principais atividades econômicas praticadas na área estavam ligadas ao setor primário, diversificadas entre a pesca, a criação de gado e a agricultura comercial e de subsistência. A partir da década de 60 a região começou a ser explorada por turistas e por veranistas que residiam no centro da cidade, sendo hoje em dia um dos principais destinos de veraneio em Florianópolis (CCEA/ FNMA, 1996).

Assim como ocorreu em boa parte da cidade, o crescimento urbano e a ocupação do solo no distrito se deram de forma desordenada e sem um devido planejamento urbano, o que tem gerado uma série de impactos ambientais sobre a região. Construções foram sendo feitas sem a necessária infra-estrutura, como rede coletora de esgotos e sistema de abastecimento de água, o que sobrecarregou qualitativa e quantitativamente os corpos d'água locais. Ainda hoje é inexistente uma rede coletora de esgotos no distrito, o que agrava a situação dos rios que cortam a Cachoeira do Bom Jesus. Em alguns pontos ocorre o lançamento de esgotos *in natura* nos mesmos.

Os rios Sanga dos Bois e Tomé e os canais de drenagem que contribuem a esses cursos d'água apresentam evidente contaminação por esgotos domésticos provenientes de lançamento direto ou de sistemas sépticos mal projetados e mal executados. Em muitos pontos dos mesmos pode-se observar a eutrofização devido a um excesso de nutrientes na água, e uma conseqüente proliferação de algas. A ocupação desordenada na região também é responsável pelo desmatamento das matas ciliares dos cursos d'água locais e pelas modificações na hidrografia local.

Os dois rios citados anteriormente desembocam na Laguna de Ponta das Canas, localizada entre as praias de Cachoeira do Bom Jesus e Canasvieiras. A laguna apresenta uma formação sedimentar recente e apresenta uma vegetação característica de manguezal, sendo habitat de diversas espécies de aves e peixes. A restinga de Ponta das Canas, que se encontra adjacente à laguna, é considerada Área de Preservação Permanente (APP), sendo tombada como patrimônio natural e paisagístico do Município de Florianópolis pelo Decreto nº 216/85, porém encontra-se ameaçada com a poluição proveniente de esgoto doméstico local.

Preocupada com as condições ambientais no local e com o agravamento da situação ao longo dos anos, a comunidade local se organizou em uma ONG (Associação dos Amigos do Manguezal da Cachoeira do Bom Jesus) que defende e representa o interesse dos moradores no que diz respeito às questões ambientais e qualidade de vida. A AMANGUE afim de um embasamento técnico-científico para solicitar providências governamentais para a implantação de sistema de coleta de esgotos, fiscalização e punição de responsáveis, realizou um estudo na bacia do Rio Sanga dos Bois, que nasce e deságua no distrito.

O presente trabalho envolve um levantamento dos pontos de poluição na bacia hidrográfica em questão e análise de água em pontos estratégicos ao longo de um período de seis meses. Com isso, realizar avaliar a qualidade da água no corpo hídrico e relacionar a mesma com as condições sanitárias no distrito.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a qualidade da água na bacia do Rio Sanga dos Bois, no distrito de Cachoeira do Bom Jesus, em Florianópolis.

2.2 Objetivos Específicos

1. Avaliar parâmetros físico-químicos e biológicos da água em 21 pontos amostrais, localizados estrategicamente na bacia;
2. Identificar pontos de contaminação fecal na bacia;
3. Levantar, dentre os pontos amostrados, aqueles provenientes de lançamento de galeria pluvial no rio e na Laguna que apresentam contaminação por esgoto doméstico.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Poluição hídrica de corpos d'água

A água é um elemento fundamental à manutenção da vida e é o constituinte inorgânico mais abundante na matéria viva, sendo responsável por mais de 60% do peso do homem. De toda água disponível na Terra, 97% é água do mar, 2,2% está em geleiras e apenas 0,8% é água doce. Dessa quantia, 97% está em aquíferos e apenas 3% em mananciais superficiais (Sperling 2005). Como se pode observar, apesar de ser um elemento essencial, a água é um bem finito e limitado.

Esse quadro sofre agravos quantitativos e qualitativos com o passar do tempo e com a aglomeração de pessoas em centros urbanos. O consumo crescente e inconsciente tem levado a várias situações de escassez em diversos países, inclusive no Brasil, onde já ocorrem conflitos pelo direito de uso da água. Ao se analisar qualitativamente, percebe-se que essa disponibilidade é menor ainda, tendo em vista que diversos mananciais utilizados para abastecimento apresentam problemas de poluição em suas águas.

A Política Nacional de Meio Ambiente, através da Lei 6.938/81 define poluição como sendo a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população, criem condições adversas às atividades sociais e econômicas, afetem desfavoravelmente a biota, afetem as condições estéticas e sanitárias do ambiente ou lancem matérias ou energias em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos. Para Braga *et al* (2005) esse conceito deve ser associado às alterações indesejáveis provocadas pelas atividades e intervenções humanas no ambiente.

Entende-se por poluição da água a alteração de suas características por quaisquer ações ou interferências, sejam elas naturais ou provocadas pelo homem. (Braga *et al.*, 2005). Para Sperling (2005), poluição hídrica é a adição de substâncias ou de formas de energia que, direta ou indiretamente, alterem a natureza do corpo d'água de uma maneira tal que prejudique os legítimos usos que dele são feitos.

O fato de haver poluição não significa necessariamente em prejuízo à saúde dos organismos que utilizam essa água. A noção de poluição deve estar associada ao uso que se faz da água. Uma água imprópria para determinado uso, como consumo humano, pode ser apropriada para outro, como a dessedentação de animais, por exemplo.

É comum se associar a poluição hídrica às modificações na qualidade das águas provenientes de ações antrópicas. Diz-se que um curso d'água está poluído quando a composição e o estado de suas águas estão, direta ou indiretamente, modificados pela ação do homem, a ponto de apresentarem restrições quanto a seus usos potenciais (Pesson *et al*, 1979).

O homem é o principal responsável por esse quadro de deterioração da qualidade da água nos rios, lagos e mares do planeta e é ele quem arca com as maiores conseqüências. Devido ao descaso com o meio ambiente, incluindo-se com os recursos hídricos, países têm gastado quantias enormes de dinheiro para despoluir a água que abastecerá as pessoas, que será utilizada nas indústrias, nas criações e nas plantações. Na maioria dos grandes centros, os mananciais de abastecimento estão poluídos e a água necessita de tratamento para ser distribuída às pessoas.

Segundo Fellenberg (1980), a poluição das águas se processa num ritmo muito mais assustador que a poluição da atmosfera. O número de compostos nocivos lançados nas águas é muito maior do que o número de poluentes encontrados no ar. A Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que 25 milhões de pessoas no mundo morram por ano em virtude de doenças transmitidas pela água. Segundo a UNESCO, 35% da população mundial não têm acesso à água tratada e 43% não contam com serviços de saneamento básico. De acordo com dados da Companhia Estadual de Águas e Saneamento (CASAN), apenas 30% da população residente na Ilha de Santa Catarina é atendida com rede coletora de esgotos.

Esse quadro de falta de saneamento está diretamente relacionado à quantidade de esgoto doméstico despejado nos rios. E é esse um dos principais responsáveis pela poluição de corpos d'água em áreas urbanas. Os esgotos urbanos contêm, além de detritos orgânicos, restos de alimentos, sabões e detergentes, logo, contêm carboidratos, gorduras, material protéico, detergentes, fosfatos e bactérias (Fellenberg, 1980). Segundo a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável (2007), a maior parte dos esgotos gerados nos núcleos urbanos de Santa Catarina não tem tratamento e nem a destinação adequada, sendo uma das principais fontes de poluição e contaminação de mananciais superficiais e subterrâneos, com conseqüente surgimento de doenças de veiculação hídrica.

Os principais problemas da poluição hídrica por esgotos domésticos são a ocorrência de bactérias patogênicas, excesso de substâncias orgânicas biodegradáveis, alto consumo de oxigênio e excesso de nutrientes na água. Para Sperling (2005), o maior problema da poluição por esgotos domésticos é o consumo de oxigênio dissolvido. A alteração da qualidade da água em corpos d'água, proveniente de despejo de esgoto doméstico pode trazer uma série de inconvenientes à população, tais como a proliferação de doenças de transmissão hídrica, proliferação de insetos, ocorrência de maus odores e outros.

Além da contaminação das águas por esgoto doméstico, devem-se considerar também os poluentes provenientes de atividade agropecuária. Criações de animais contribuem com despejo de grandes quantidades de dejetos orgânicos em corpos d'água, aumentando o teor de nutrientes na água. A utilização de fertilizantes e pesticidas/praguicidas em lavouras também contribui de forma significativa para a poluição hídrica em geral. Esses produtos apresentam uma alta concentração de compostos nitrogenados como amônia, nitrito e nitrato, além de fósforo e potássio.

A atividade industrial é responsável pelo lançamento de diversas substâncias tóxicas na água. A composição do efluente lançado varia de acordo com a atividade industrial desenvolvida, porém em geral tem-se a ocorrência de matéria orgânica não biodegradável e compostos inorgânicos, podendo também ocorrer compostos orgânicos biodegradáveis.

Além do lançamento de efluentes nos corpos d'água, os mesmos apresentam degradação de sua qualidade devido ao uso e ocupação irregulares do solo, retirada das matas ciliares e alterações nas características físicas, como retificações e canalizações.

3.2 Parâmetros de qualidade da água

A água, devido às suas propriedades de solvente e à sua capacidade de transportar partículas, incorpora a si diversas impurezas, que definirão sua qualidade. Esta qualidade é resultante de fenômenos naturais e da atuação do homem. De maneira geral, pode-se dizer que a qualidade de uma água é função das condições naturais e da interferência dos seres humanos (Sperling, 2005).

Os poluentes, ao atingir os corpos d'água, sofrem a ação de diversos mecanismos físicos, químicos e biológicos existentes na natureza, que alteram seu comportamento e suas respectivas concentrações. Dentre os mecanismos físicos, destaca-se a diluição, a ação hidrodinâmica, a gravidade, a temperatura e a luz. Dentre os mecanismos bioquímicos, destaca-se a capacidade de degradação da matéria orgânica por parte de microorganismos e organismos presentes na água (Braga *et al.*, 2005).

A qualidade da água de um rio varia em relação a outro independente de ocorrência ou não de poluição. Fatores como tipo de solo, cobertura vegetal, presença de mata ciliar e características hidrodinâmicas fazem com que a água apresente variações em sua composição, sem necessariamente estar poluída. A qualidade da água em um corpo hídrico é denominada de qualidade existente e varia conforme as características do rio e o uso e ocupação do solo na bacia.

A qualidade desejável para uma água é aquela que deve ser mantida, variando conforme o uso previsto para a mesma.

Em rios localizados na faixa litorânea, a qualidade da água é influenciada pela variação das marés. Na maré baixa, o escoamento no sentido do mar resulta em fenômenos físicos de transporte comum. Na maré alta, devido à redução da velocidade de escoamento dos cursos d'água, os processos naturais de autodepuração de poluentes são influenciados (Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável, 2007).

Para a representação da qualidade da água, utilizam-se diversos parâmetros que representam suas principais características. Esses parâmetros podem ser físicos (cor, turbidez, sabor e odor e temperatura), químicos (pH, alcalinidade, acidez, dureza, ferro, cloretos, nitrogênio, fósforo, oxigênio, indicadores de matéria orgânica, micropoluentes inorgânicos e micropoluentes orgânicos) e biológicos (microorganismos e indicadores de contaminação fecal). Abaixo segue uma caracterização e descrição dos principais parâmetros de qualidade da água, segundo Sperling (2005):

a) Cor

Responsável pela coloração da água. Apresenta origem natural (decomposição de matéria orgânica, presença de ferro e manganês) e antrópica (resíduos industriais e esgotos domésticos). Sua ocorrência natural, em geral, não apresenta riscos diretos à saúde. Entretanto, a cloração de águas com muita matéria orgânica dissolvida, responsável pela cor, pode gerar produtos com potencial cancerígeno (trihalometanos).

Existe a cor aparente e a cor verdadeira. A cor aparente apresenta parcela relativa à turbidez. A cor verdadeira é obtida através da remoção da turbidez por centrifugação. É medida através de unidades de cor.

b) Turbidez

Representa o grau de interferência com a passagem de luz através da água, conferindo uma aparência turva à mesma. Seus constituintes responsáveis são os sólidos em suspensão. Apresenta origem natural (partículas de rochas, silte e argila, algas e outros microorganismos) ou antrópica (despejos domésticos, despejos industriais, microorganismos e erosão). Sua origem natural não apresenta inconvenientes sanitários, exceto esteticamente. Sua origem antrópica pode estar associada a compostos tóxicos e organismos patogênicos. Por reduzir a penetração de luz, prejudica a fotossíntese em corpos d'água. É medida através de unidades de turbidez.

c) Temperatura

A temperatura pode ser definida como a medição da intensidade de calor. Apresenta origem natural da transferência de calor por radiação, condução e convecção. Sua origem antrópica deve-se principalmente aos despejos industriais.

Elevações de temperatura aumentam a taxa das reações físicas, químicas e biológicas e diminuem a solubilidade dos gases. É medida em °C.

d) pH

Potencial hidrogeniônico, representa a concentração de íons H^+ , dando uma condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A faixa de pH é de 0 a 14. O constituinte responsável pelo pH ocorre na forma de sólidos dissolvidos e gases dissolvidos.

Sua origem natural deve-se à dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, à oxidação da matéria orgânica e à fotossíntese. Já sua origem antropogênica deve-se à despejos domésticos (degradação de matéria orgânica) ou industriais (lavagem ácida de tanques, por exemplo). Não apresenta riscos em termos de saúde pública, a menos que seu valor seja muito baixo ou muito alto, podendo causar irritações nos olhos e na pele. Os valores afastados da neutralidade podem afetar a vida aquática. Valores muito altos podem estar associados à proliferação de algas.

A neutralidade ocorre com pH igual a 7,0. Valores abaixo disso causam condições ácidas e valores acima condições básicas.

e) Nitrogênio

Dentro do ciclo do nitrogênio na biosfera, este se altera entre várias formas e estados de oxidação. No meio aquático o nitrogênio pode ser encontrado sob a forma molecular (N_2), como amônia (livre NH_3 e ionizada NH_4^+), nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-). A forma do constituinte responsável pela ocorrência do nitrogênio na água são os sólidos em suspensão e os sólidos dissolvidos.

Sua origem natural é devido ao mesmo ser constituinte de proteínas e vários outros compostos biológicos, além de ser constituinte da composição celular de microrganismos. Sua origem antropogênica deve-se a despejos domésticos, despejos industriais, uso de fertilizantes e excrementos de animais.

O nitrogênio é um elemento indispensável para o crescimento de algas, podendo conduzir a processos de eutrofização do corpo hídrico em algumas ocasiões. A eutrofização é o crescimento excessivo de plantas aquáticas, tanto planctônicas quanto aderidas, em níveis tais que sejam consideradas como causadores de interferências com os usos desejáveis de corpos d'água (Thomann e Mueller, 1987). Nos processos bioquímicos de conversão da amônia a nitrito e deste a nitrato, tem-se o consumo de oxigênio dissolvido no meio, podendo afetar a biota local.

A forma encontrada do nitrogênio no corpo d'água pode fornecer indicações sobre o estágio da poluição provocada por despejo doméstico no mesmo. Em caso de poluição recente, o nitrogênio encontra-se basicamente sob a forma de nitrogênio orgânico ou amônia e em caso de poluição antiga, basicamente sob a forma de nitrato. Nos esgotos domésticos brutos predominam as formas orgânica e amônia.

f) Fósforo

O fósforo na água apresenta-se principalmente nas formas de ortofosfato, polifosfato e fosfato orgânico. Os ortofosfatos são diretamente disponíveis para o metabolismo biológico, sem a necessidade de conversão a formas mais simples. Os ortofosfatos mais encontrados na água são o PO_4^{3-} , HPO_4^{2-} , H_2PO_4^- e H_3PO_4^- . Deve-se à presença de sólidos em suspensão e sólidos dissolvidos.

Tem sua origem natural devido à dissolução de compostos do solo e decomposição da matéria orgânica. Sua origem antropogênica deve-se aos despejos domésticos, despejos industriais, detergentes, excrementos de animais e uso de fertilizantes.

Assim como ocorre com o nitrogênio, o fósforo é um elemento indispensável ao crescimento de algas e, em grande quantidade pode ocasionar processo de eutrofização do corpo d'água. É um elemento fundamental também para o crescimento dos microrganismos que estabilizam a matéria orgânica.

g) Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido (OD) é de essencial importância para os organismos aeróbios (que vivem na presença de oxigênio). Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução na sua concentração no meio. Esse fenômeno pode levar a mortalidade de organismos, inclusive de peixes. Se todo oxigênio dissolvido for consumido, tem-se uma condição anaeróbia, com possível geração de maus odores. É um dos principais parâmetro de caracterização dos efeitos da poluição das águas por despejos orgânicos.

h) Indicadores de matéria orgânica

A matéria orgânica presente na água apresenta origem natural devido a vegetais, animais e microrganismos. Sua origem antropogênica ocorre devido a despejos domésticos e industriais. É um parâmetro de primordial importância, pois está diretamente ligada ao consumo de oxigênio dissolvido no sistema, conforme citado anteriormente. A matéria orgânica carbonácea divide-se em fração biodegradável e fração não biodegradável.

Para quantificação da matéria orgânica e seu potencial poluidor utiliza-se métodos indiretos. Essa quantificação pode ser feita a partir da medição do consumo de oxigênio

(Demanda Bioquímica de Oxigênio, DBO e Demanda Química de Oxigênio, DQO) ou através da medição do carbono orgânico (COT).

A DBO e a DQO retratam de forma indireta o teor de matéria orgânica no sistema, sendo, portanto, uma indicação do potencial de consumo de oxigênio dissolvido. A DBO representa a quantidade de oxigênio necessária para estabilizar bioquimicamente a matéria orgânica carbonácea, sendo realizada inteiramente por microrganismos. A DQO representa o consumo de oxigênio ocorrido em função da oxidação química da matéria orgânica.

i) Indicadores de contaminação fecal

Os microrganismos desempenham diversas funções de transformação de matéria dentro dos ciclos biogeoquímicos, apresentando fundamental importância ao ambiente. Também são de fundamental importância no tratamento biológico de esgotos, sendo responsáveis pela conversão da matéria orgânica e inorgânica. Entretanto, existem microrganismos presentes na água que são responsáveis pela transmissão de doenças vinculadas à circulação hídrica, os microrganismos patogênicos.

A determinação da potencialidade de uma água transmitir doenças pode ser feita indiretamente através dos organismos indicadores de contaminação fecal, como os coliformes, que estão presentes em abundância nas fezes humanas. Esses microrganismos são predominantemente não patogênicos, mas dão uma satisfatória indicação de quando uma água apresenta contaminação por fezes humanas ou de animais, e conseqüentemente sua potencialidade de transmitir doenças.

Dentro do grupo dos coliformes, apenas os fecais são provenientes do trato intestinal humano e de outros animais, os coliformes totais podem ser entendidos, de forma simplificada, como “coliformes ambientais”, dada sua possível incidência em águas e solos não contaminados, representando assim organismos de vida livre e não intestinal.

3.3 Legislação

A Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentada pelo Decreto nº 99.274, de 6 de junho de 1990, que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, institui o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Dentre as atribuições do CONAMA, apresentadas no artigo 8º da presente Lei, está a de estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos.

A Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997, prevê o enquadramento dos corpos d'água em classes, segundo os usos preponderantes da água. Esse enquadramento, segundo o artigo 9º, visa assegurar às águas uma qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes. As classes de corpos d'água são estabelecidas pela legislação ambiental competente, podendo ser federal, estadual ou municipal, devendo prevalecer a mais restritiva.

O CONAMA, através da Resolução 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. Segundo esta resolução, enquadramento é o estabelecimento da meta ou objetivo da qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo. As águas são classificadas em doces (salinidade <0,5‰), salobras (salinidade entre 0,5‰ e 30‰) e salinas (salinidade >30‰).

As águas doces são classificadas em classe especial, 1, 2, 3 ou 4, as águas salobras e salinas, de especial a 3. A classe especial é a aquela em que a água deve apresentar as melhores condições, sendo a mais restritiva entre as classes, podendo ser destinada ao abastecimento humano mediante processo de cloração. A classe 4 é a menos restritiva e cujas águas não podem ser destinadas a consumo humano. Para cada classe existem limites de concentração de diversos parâmetros, como matérias flutuantes, óleos e graxas, coliformes, DBO, DQO, oxigênio dissolvido, pH, compostos nitrogenados, fósforo, dentre outros.

A Resolução 357 também estabelece condições e padrões para o lançamento de efluentes em corpos d'água. No Art. 28º, estabelece-se que os efluentes não poderão conferir ao corpo d'água características em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e finais de seu enquadramento. As metas obrigatórias são estabelecidas mediante parâmetros. No Art. 32º fica estabelecida a proibição de lançamento de efluentes em corpos d'água classe especial. Nas demais classes, o lançamento de efluentes deve atender aos padrões e condições de lançamento de efluentes e não ocasionar a ultrapassagem das condições e padrões de qualidade da água, estabelecidos para as respectivas classes, nas condições de vazão de referência. No art. 34º § 4º e 5º, são estabelecidas condições e padrões para o lançamento de efluentes.

Cabe ressaltar ainda a resolução 397/08 do CONAMA, que altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § 5º, ambos do art. 34 da Resolução nº357. Chama atenção o artigo 1º, § 7º, o qual indica que o parâmetro nitrogênio amoniacal total não será aplicável em sistemas de tratamento de

esgotos sanitários. Tal fato se deve à dificuldade das Estações de Tratamento de Esgotos em atingir a eficiência de remoção de nitrogênio exigida pela legislação federal.

É pertinente citar ainda, no âmbito federal, Resolução nº 396/08 do CONAMA, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento de águas subterrâneas. Esta Resolução classifica as águas subterrâneas de Classe especial à Classe 5. É importante citar que, segundo o Art. 27, a aplicação e disposição de efluentes e de resíduos no solo deverão observar os critérios e exigências definidos pelos órgãos competentes e não poderão conferir às águas subterrâneas características em desacordo com o seu enquadramento.

No que se refere ao âmbito estadual, em Santa Catarina, tem-se o Decreto Nº 14.250, de 5 de junho de 1981, que regulamenta os dispositivos da Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1980, referentes à Proteção e à Melhoria da Qualidade Ambiental. Esse decreto classifica as águas interiores, situadas no território do Estado, em classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4. Assim como ocorre com a Resolução 357 do CONAMA, a classe 4 é a menos restritiva. Segundo o Art. 11º, nas águas de classe 1 não serão tolerados lançamentos de efluentes, mesmo que tratados, já que essas águas podem ser destinadas ao consumo humano sem tratamento prévio, ou mediante à simples desinfecção. Nos Art. 12º, 13º e 14º são estabelecidos limites e padrões de qualidade, conforma a classe do corpo hídrico. O Art. 19º estabelece os padrões para lançamento de efluentes nos corpos d'água.

No que se refere ao município de Florianópolis, segundo a Resolução 003/2007 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos, Art. 1º, § XXXVI, todos os cursos d'água da Ilha de Santa Catarina são de classe especial, exceto o Rio Tavares a jusante da quota 2 (dois). Tal classificação é de certa forma contraditória, tendo em vista o lançamento de efluentes de estações de tratamento de esgoto em corpos hídricos e a situação de degradação em que se encontram diversos rios da cidade. Tal situação se comprova através da Resolução nº001/2008 que revoga a resolução nº003/2007.

O Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina (CERH) aprovou em julho de 2008 a Resolução nº 001/2008, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água de Santa Catarina e dá outras providências. Nessa resolução fica instituído que cabe ao CERH estabelecer o enquadramento dos corpos de água de Santa Catarina, enquanto não houver o Plano Estadual e os Planos de Bacias definidos, que é o caso dos rios de Florianópolis. Nessa resolução é adotada a classificação estabelecida pela Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, enquanto não aprovado o novo enquadramento dos corpos d'água superficiais do Estado de Santa Catarina, baseado em estudos técnicos específicos. Os

enquadramentos originados das propostas constantes dos Planos de Bacias existentes, e já aprovados pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CERH permanecem inalterados.

A Lei Municipal Nº 4565/94, que dispõe sobre normas relativas à saúde e à vigilância sanitária no município de Florianópolis, no Art. 17º determina que toda pessoa deve preservar o ambiente evitando por meio de suas ações ou omissões, que ele se polua e/ou contamine, se agravem a poluição ou a contaminação existente. Segundo o Art. 18º, toda pessoa está proibida de descarregar ou lançar ou dispor de qualquer resíduo, industrial ou não, sólido, líquido ou gasoso, que não tenha recebido adequado tratamento determinado pela autoridade de saúde, em especial do órgão responsável pelo meio ambiente. No Art. 23º é determinado que toda pessoa é obrigada a dar escoamento das águas servidas ou residuárias, oriundas de qualquer atividade, e das pluviais, em sua propriedade, conforme as disposições regulamentares, normas e instruções da autoridade de saúde. A pessoa é proibida de lançar as águas servidas ou residuárias, sem tratamento prévio, em mananciais de superfície ou subterrâneos, como em quaisquer outras unidades de sistema de abastecimento de água, assim como no mar, lagoas, sarjetas e valas, provocando ou contribuindo para a poluição e/ou contaminação destes.

3.4 Descrição do local de estudo

3.4.1 Histórico

A Ilha de Santa Catarina apresenta uma ocupação relativamente recente em relação ao restante do continente americano. A região da Praia de Ponta das Canas e da Cachoeira do Bom Jesus foi inicialmente ocupada por índios *itararés* e posteriormente pelos índios *carijós*. Os primeiros imigrantes a aportarem na Ilha foram os que vieram das Ilhas dos Açores e da Madeira, no período de 1748 a 1756. Por volta de 1835, o crescimento populacional exigiu desmembramentos em freguesias, como a freguesia de São Francisco de Paula de Canasvieiras (CCEA/ FNMA, 1996).

O Distrito de Cachoeira do Bom Jesus foi fundado em 1916 e está situado no Norte da Ilha de Santa Catarina, a 30 km do centro da cidade. Segundo relatos de moradores, a denominação “Cachoeira” vem de sua realidade geográfica, que começa num morro – Morro da Cachoeira, onde nasce uma cachoeira. A denominação “Bom Jesus” é em reverência ao Senhor Bom Jesus, santo de invocação do lugar. Era formada por uma população muito pequena que se dedicava ao

cultivo da terra e à pesca artesanal, produzindo gêneros para subsistência e para geração de pequenos excedentes.

A partir da década de 60 a atividade turística se iniciou na região, substituindo a atividade pesqueira e de agricultura de subsistência como principal atividade econômica no local. O abandono das atividades econômicas tradicionais foi consequência da venda e desmembramento das propriedades rurais, que deram lugar a loteamentos, edifícios e condomínios. Com intensidade cada vez maior, a área em referência vem sofrendo o impacto da urbanização e do crescimento urbano, principalmente pelo incremento da atividade turística. (Várzea, 1995).

3.4.2 Caracterização da área

A área de estudo situa-se entre os paralelos $27^{\circ} 23' 44''$ e $27^{\circ} 26' 19''$ de latitude sul e os meridianos $48^{\circ} 26' 01''$ e $48^{\circ} 25' 04''$ de longitude oeste. Seu limite norte é a Ponta das Canas e o limite sul em uma área de várzea, próxima à estação de tratamento de esgotos de Canasvieras. Tem como limite oeste a baía de Canasvieras e como limite leste o Morro da Cachoeira, que separa o bairro de Cachoeira do bom Jesus da ponta norte do bairro dos Ingleses. A área engloba a nascente do Rio Sanga dos Bois e todo seu percurso até seu deságüe na Laguna de Ponta das Canas e, posteriormente, no mar. Na Figura 1 pode-se visualizar a localização da área de estudo.

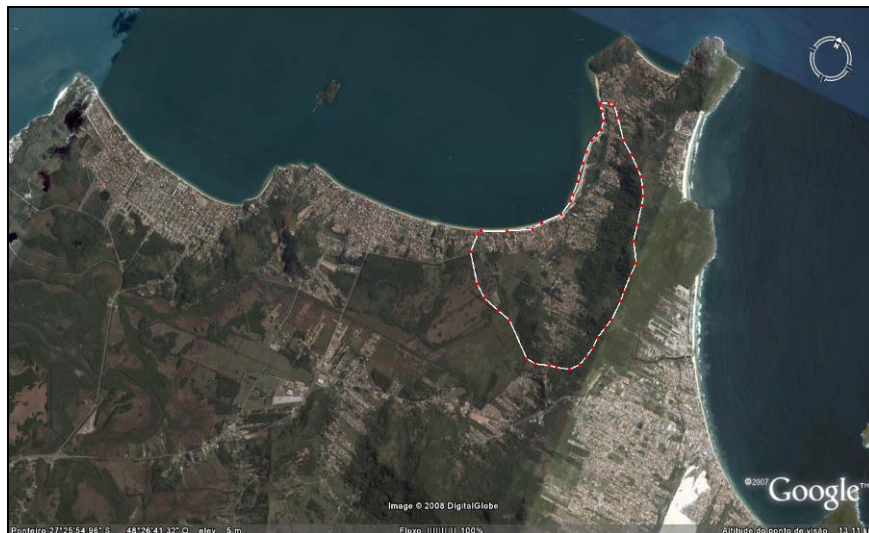


Figura 1 - Área de estudo. Fonte: Google Earth®

O morro da Cachoeira possui altitude máxima de 249 m. Segundo Fidélis (1998), as Serras Litorâneas apresentam em geral morfologia com aspecto de crista, dada sua posição alongada e acentuado declive de encostas. As encostas apresentam declividade de aproximadamente 45° ou mais, dissecadas por uma drenagem incipiente, com vales geralmente

encaixados, pouco profundo e em forma de “V”. No morro da Cachoeira existe a presença de algumas nascentes de água que vertem para a bacia do rio Sanga dos Bois, incluindo aí a própria nascente do curso d’água supracitado. Muitos desses cursos d’água são perenes, só havendo escoamento durante o período de maior precipitação. A cobertura vegetal do morro caracteriza-se por ser de floresta ombrófila densa submontana, que segundo Fidélis (1998), são áreas florestais ao longo da Costa Atlântica, ocorrendo em altitudes que vão de 30 a 40m acima do nível do mar. A principal característica desta floresta são árvores de grande porte e densa ocorrência de epífitas, bromeliáceas e lianas.

A Laguna de Ponta das Canas, como se pode observar em fotografias aéreas, apresenta uma formação sedimentar recente e apresenta uma vegetação característica de manguezal, sendo habitat de diversas espécies de aves e peixes. O Pontal de Ponta das Canas, que isola do mar um dos poucos corpos lagunares encontrados no setor norte da ilha de Santa Catarina, se formou nas últimas 5 décadas (Mendonça *et al*, 1998). Abaixo segue com fotografia aérea do local, datada de 1957.

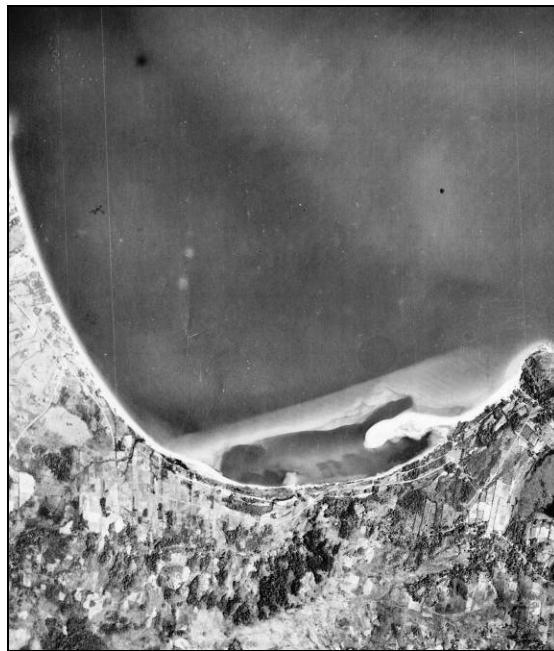


Figura 2 - Laguna de Ponta das Canas em formação no ano de 1957. Fonte: IPUF

A restinga de Ponta das Canas, que se encontra adjacente à laguna, é considerada Área de Preservação Permanente (APP), com uma área de 22,8 há, sendo tombada como patrimônio natural e paisagístico do Município de Florianópolis pelo Decreto nº 216/85. Tal ecossistema se encontra ameaçado em função do crescimento desordenado, uso indevido do solo e despejo provenientes da rede pluvial e também de esgotos domésticos na laguna e nos rios que deságuam

na mesma. Segundo Fidélis (1998), as formações sedimentares como dunas e os manguezais estão sujeitas à constante invasão de águas de preamar máxima, tendo dificuldades de drenagem.

O rio Sanga dos Bois, que como foi citado anteriormente, nasce no morro da Cachoeira e deságua na Laguna de Ponta das Canas, tem comprimento de aproximadamente 2,07 km e caracteriza-se por apresentar pouquíssima cobertura de mata ciliar e encontrar-se retificado por cerca de 400m, após descer do morro e atingir a planície onde está sendo construído um condomínio de alto padrão, o Jardim Nova Cachoeira, conforme pode-se observar na Figura 3.



Figura 3 - Retificação do rio na planície após a nascente. Fonte: Google Earth®

Toda área adjacente à laguna e inserida na bacia hidrográfica do rio Sanga dos Bois não conta com rede coletora de esgotos, prevalecendo os sistemas individuais de tratamento. Entretanto, em muitas vezes esse tratamento é ineficiente, ou até mesmo inexistente, havendo ocorrência de lançamento de esgoto *in natura* nos corpos d'água, inclusive na laguna. Pode-se observar também a presença da saída de tubulações provenientes do sistema de drenagem pluvial tanto na laguna, quanto ao longo do curso do rio. Em muitos pontos essas saídas pluviais apresentam água com característica de esgoto, levantando a suspeita de ligação de esgoto doméstico na rede pluvial. A situação dos corpos hídricos no local torna evidente a urgência de implantação de rede coletora que atenda toda a população local.

A bacia hidrográfica é um elemento essencial da paisagem que por suas implicações ecológicas, refletem diretamente na degradação do solo, requerendo atenção especial na análise ambiental (Fidélis, 1998). Pode-se observar nas Figuras 1 e 3 as profundas modificações antrópicas ocorridas na bacia hidrográfica em questão. O crescimento urbano, intensificado nas últimas 4 décadas, é responsável pela mudança da ocupação característica no local. A ocupação

atualmente é caracterizada pela presença de residências unifamiliares, residências multifamiliares, hotéis de grande porte e condomínios residenciais de alto padrão.

Aliado a esse crescimento, houve impermeabilização do solo em grande parcela da bacia e retirada das coberturas vegetais ao longo dos rios e nos pés de morros, aumentando o escoamento superficial de água e tornando necessária a construção de rede de drenagem pluvial, que escoar as águas para os cursos d'água da bacia.

As construções na beira dos rios, conforme citado anteriormente, fizeram com que a cobertura vegetal de mata ciliar fosse retirada, deixando os cursos d'água expostos a um maior assoreamento. Entretanto, não foram apenas as construções que influenciaram na qualidade e na dinâmica das águas na área de estudo. Ao final da década de 1940, objetivando sanear a Bacia do Rio Ratonés, “considerada naquele momento perdida pela invasão da maré e pela falta de escoamento das águas acima da zona de influência da maré”, autoridades públicas reivindicavam do extinto Departamento Nacional de Obras e Saneamento – DNOS, a retificação dos principais rios, abertura de novos canais e valas de drenagem, assim como a instalação de comportas sob as duas principais pontes da futura SC 402, de forma a evitar o avanço constante das águas de marés sobre aquelas terras. (Fidélis, 1998). Essas obras objetivavam uma otimização da agricultura local e a possível fixação de colonos vindos do oeste do estado no local.

Essas alterações na bacia do Ratonés também ocorreram em menor escala na região de Canasviera (bacias dos rios Papaquara e Bráz) e da Cachoeira do Bom Jesus, onde tem-se a presença de diversos canais, valas de drenagem e rios retificados. A Figura 4 mostra alguns canais de drenagem no bairro. Segundo Fidélis (1998), tais obras provocaram significativas alterações nos cursos d'água naturais das bacias e destruição de grande parte dos ecossistemas de manguezal, além de influenciar no modo de vida dos agricultores e pescadores locais. Essas alterações também influíram significativamente no equilíbrio morfodinâmico à jusante. Devido à baixa declividade desses canais e valas, o escoamento superficial é lento, havendo assim menor oxigenação da água e, em muitos casos, ocorrência de eutrofização dos mesmos em função do excesso de nutrientes na água.

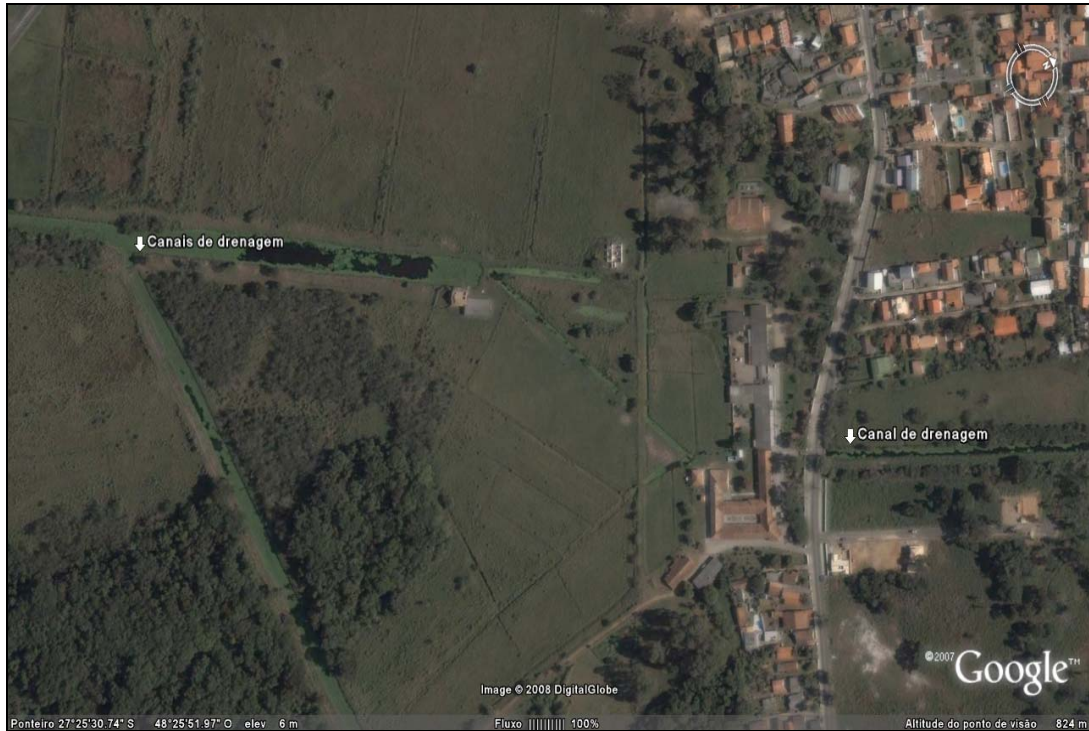


Figura 4 - Canais de drenagem e valas na área de estudo. Fonte: Google Earth®

Todas essas transformações físicas, aliadas ao crescimento desordenado, à falta de saneamento básico, aos despejos irregulares de esgoto doméstico e a uma inexistente ação do poder público vem colocando em risco os processos ecológicos fundamentais à manutenção da qualidade ambiental na Bacia Hidrográfica e, conseqüentemente, à saúde ambiental da comunidade local.

4. METODOLOGIA

4.1 Levantamento de campo e coleta das amostras

Para a realização do presente trabalho, primeiramente foi feito um levantamento em campo da situação atual da em que se encontra a bacia do rio Sanga dos Bois e a Laguna de Ponta das Canas, para posterior decisão sobre os pontos de coleta na mesma. Nessa etapa foram identificados os pontos onde o rio apresenta sinais de degradação e onde havia desconfiança de contaminação específica de algum contribuinte.

De posse de carta topográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, de levantamento fotogramétrico do Instituto de Planejamento urbano de Florianópolis – IPUF e de imagens de satélite do software Google Earth[®], foi feito estudo localizando a nascente do rio, seus principais contribuintes (sejam canais de drenagem ou cursos d'água naturais) e seu curso até o deságüe na Laguna de Ponta das Canas. Além disso, foram localizados outros cursos e canais que deságuam na Laguna e apresentam potencial de alterar sua qualidade. A partir de fotografias aéreas tiradas ao longo de mais de 50 anos pode-se observar o crescimento urbano na bacia, a ocupação e uso do solo, bem como as profundas modificações físicas sofrida pela mesma.

Paralelamente, foi procurada a Associação dos amigos do manguezal de Cachoeira e Ponta das Canas – AMANGUE para informação sobre possíveis pontos a serem analisados, de interesse da comunidade local, onde há suspeita de lançamento de efluentes domésticos nos rios, ou na rede pluvial.

De posse de todas essas informações, foram determinados os 21 pontos amostrais na bacia do rio Sanga dos Bois para análise de parâmetros físico-químico e biológicos da água. Esses pontos foram considerados estratégicos para uma adequada amostragem e posterior monitoramento da qualidade da água na bacia. A Figura 5 abaixo mostra os pontos de coleta na bacia.



Figura 5 - Pontos de coleta de água. Fonte: Google Earth®

Os pontos de coleta e sua descrição são apresentados a seguir:

- Ponto 1: Tubulação de drenagem pluvial que desemboca na praia, ao lado do Hotel Costa Norte.
- Ponto 2: Tubulação que canaliza Rio Thomé, onde intercepta Av. Luiz Boiteux Piazza.
- Ponto 3: Rio Thomé, a montante das residências da rua Franklin Caescaes, próximo à nascente.
- Ponto 4: Tubulação de drenagem pluvial que passa pelo Condomínio Bom Abrigo e deságua no manguezal.
- Ponto 5: Tubulação que deságua no manguezal, próxima à piscina de um condomínio ao lado do Condomínio Bom Abrigo.
- Ponto 6: Rio Sanga dos Bois, quando cruza com a Av. Luiz Boiteux Piazza, próximo do “Auto Lavação Cachoeira”.

- Ponto 7: Curva do Rio Sanga dos Bois quando chega na praia.
- Ponto 8: Junção do Rio Sanga dos Bois com o canal da Serte, atrás do Condomínio Jardim Nova Cachoeira.
- Ponto 9: Canal da Serte quando cruza com a R. Leonel Pereira, onde confluem 3 tubulações. Coletado no cano mais a direita.
- Ponto 10: Valão em alto estágio de eutrofização, no final da Rua Maria Serafina de Oliveira.
- Ponto 11: Tubulação de drenagem da garagem/ subsolo do Condomínio Puerto Ribeiro (Rua Dep. Otacílio Costa).
- Ponto 12: Saída do efluente final da ETE-Canasvieiras, no ponto de mistura em canal de drenagem receptor.
- Ponto 13: No morro, próximo à nascente do Rio Sanga dos Bois (onde a montante não existem residências).
- Ponto 14: Tubulação que passa dentro do condomínio Vereda Tropical, em frente ao Resort Praias Brancas, na Av. Luiz Boitex Piazza.
- Ponto 15: Extremo norte da Laguna de Ponta das Canas, no manguezal, em frente a residências e ao lado do Hotel Costa Norte.
- Ponto 16: Laguna de Ponta das Canas, entre área de restinga e manguezal (ponto mais a oeste do corpo d'água da Laguna, próximo ao condomínio Vivendas de Mallorca).
- Ponto 17: Saída do manguezal para o mar.
- Ponto 18: Tubulação de drenagem pluvial que passa dentro do camping do SINDPREVS e cai no manguezal.
- Pontos de coleta adicionais:
- Ponto 19: Rio canalizado que atravessa a Serv. Gervásio Manuel da Cunha (parte do Canal que é paralelo a Rua Leonel Pereira).
- Ponto 20: Caixa coletora atrás da Serte, que recebe 3 canais. Coleta feita na continuação do canal da coleta 19.
- Ponto 21: Tubulação de drenagem pluvial que desemboca no canal da Serte, ao lado do ponto de coleta 9, na Rua Leonel Pereira.

Foram feitas 3 coletas distintas, ao longo do primeiro semestre de 2008. O período de coleta foi escolhido objetivando abranger o fim da temporada de verão, no período próximo ao carnaval, de forma a retratar um possível aumento da poluição por despejos domésticos

ocasionada pela população flutuante e a situação inversa, no inverno, optando abranger dados que retratem influência da população fixa local.

A primeira fase de coletas foi realizada nos dias 7 de fevereiro, 12 e 26 de março de 2008. Na ocasião, só haviam sido determinados os 18 primeiros pontos amostrais e, devido às questões referentes ao laboratório que analisou as amostras, não foi analisado DBO e Salinidade.

A segunda fase foi realizada nos dias 13 e 14 de maio, sendo coletadas águas em mais dois pontos no dia 16 de junho de 2008. Os pontos adicionais foram levantados em posteriores visitas de campo e considerados de relevante importância na qualidade das águas da bacia estudada. Esses pontos foram o P19 e P20.

A terceira fase de coletas foi realizada no dia 15 de julho de 2008. Nessa fase foi adicionado mais um ponto de análise, o ponto 21.

Os parâmetros escolhidos para serem analisados são: pH, coliformes fecais, temperatura, fósforo total, amônia, oxigênio dissolvido e DBO.

4.2 Análise dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos

As análises físico-químicas e bacteriológicas das amostras coletadas na primeira fase foram realizadas no Laboratório Integrado do Meio Ambiente (LIMA). As amostras coletadas na segunda e terceira fase foram analisadas no laboratório QMC Saneamento, no INTEC – Instituto Tecnológico e Científico. Ambos laboratórios procedem as análises de acordo com o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, 1998).

Tratando-se de cada parâmetro individualmente e a metodologia aplicada para mensurá-los temos então:

Coliformes Fecais

O método utilizado para análise de coliformes fecais é o do Colilert.[®] Neste método nutrientes indicadores (ONPG e MUG) identificam as bactérias coliformes totais e fecais (*E. Coli*). Os coliformes totais metabolizam o ONPG, e com isso a amostra incolor passa a amarela, enquanto que os coliformes fecais utilizam o MUG para gerar fluorescência quando a amostra é exposta à luz UV.

pH

Este parâmetro foi mensurado com auxílio de um pH-metro, um instrumento baseado no método potenciométrico e utilizado “*in situ*”.

Demanda Bioquímica de Oxigênio₅ (DBO₅)

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) traduz indiretamente a quantidade de matéria orgânica presente no corpo de água. Nesse parâmetro é calculada a quantidade de oxigênio necessária para oxidar bioquimicamente a matéria orgânica presente na água. Esse valor é padronizado para uma oxidação de 5 dias, observando-se o oxigênio consumido em amostras do líquido, à temperatura de 20°C.

Série Nitrogenada

Para quantificar as espécies de nitrogênio foram utilizados três métodos: Nitrogênio Kjeldal, Nitrito e Nitrato. O primeiro fundamenta-se em três etapas (digestão, destilação e titulação) para mensuração da quantidade de nitrogênio orgânico e amoniacal. Já as análises de nitrito e nitrato serão realizadas através dos métodos colorimétricos integrados à espectrofotometria para completar a proporção mg/L de nitrogênio total na amostra.

Fósforo Total

O fósforo apresenta-se incorporado no ecossistema sob diversas formas, e para quantificar a sua totalidade, foi utilizado um método que mensura a concentração de ortofosfatos na amostra, após transformar qualquer espécie de fósforo à PO_4^{3-} através de diversos reagentes, método conhecido como Método Colorimétrico Ácido Vanadomolibdofosfórico.

Temperatura

O índice de qualidade das águas não considera a temperatura em si, mas sim a variação da mesma dentro de um curso d'água (nascente e estuário). Com um peso relativamente baixo e uma variação considerada desprezível foi considerada uma variação de temperatura nula para todos os meses e pontos de coleta.

Oxigênio Dissolvido (OD)

O valor do OD foi medido por uma sonda específica “*in situ*”.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Considerações Iniciais

Alguns pontos de coleta determinados não foram analisados nas três fases de coleta. Para os pontos P19, P20 e P21 isso se deve ao fato de que foram levantados como significativos em visitas de campo realizadas posteriormente à primeira fase de coletas, conforme citado anteriormente. Já para os pontos P1, P4, P5 e P11 isso se deve a motivos referentes à pequena, ou até inexistente vazão de água. O ponto P1 foi lacrado, sendo aterrado e não possibilitando ser amostrado nas segunda e terceira fase de coletas. O ponto P5 estava seco na segunda e na terceira fase de coletas e o ponto P4, seco na terceira fase. Para o ponto P11, não foi feita uma repetição, pois se trata de água proveniente da drenagem do lençol situado sob a garagem de um edifício e, no momento, das segunda e terceira fase de coletas não apresentava vazão.

No que se refere às características relacionadas com as fases de coletas, na primeira fase pode-se destacar as altas temperaturas, em torno de 30°C e alta pluviosidade do período, inclusive com a ocorrência de chuvas intensas, alagamentos e uma alta descarga de esgoto na baía de Ponta das Canas proveniente do rompimento da barreira de areia que impedia a foz do Rio do Bráz de encontrar o mar. Outro fato que pode ser destacado nessa fase foi a ocorrência de marés altas durante as coletas nos pontos na Laguna de Ponta das Canas.

Pode-se destacar na segunda fase de coletas novamente a ocorrência de maré alta durante coleta em diversos pontos próximos ao mar, entretanto, ao contrário da primeira fase, a precipitação no período foi relativamente pequena, com baixa intensidade.

Na terceira fase optou-se por realizar a coleta dos pontos que podem ser influenciados pela maré no período da manhã, quando a maré encontrava-se seca. Cabe ressaltar que nessa fase a precipitação ocorrida no período foi muito baixa, sendo caracterizado como um período de seca.

As Tabelas 1, 2 e 3 abaixo mostram os resultados das análises físico-químicas e biológicas das três fases de coletas, realizadas nos 21 pontos amostrais previamente determinados.

Os resultados das análises de coliformes fecais podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultado das análises para coliformes fecais

Pontos	CF (NMP/100ml)		
	1ª Fase	2ª Fase	3ª Fase
P1	870.000	-	-
P2	1.200.000	300	24.000
P3	960	0	30
P4	3.900	400	-
P5	48.000	-	-
P6	9.600.000	300	24.000
P7	9.100.000	2.200	21.000
P8	8.200.000	1.300	9.000
P9	7.700.000	900	300.000
P10	29.000.000	3.500	50.000
P11	6	-	-
P12	2.000	1.400	90.000
P13	200	2	14
P14	78.000	22.000	50.000
P15	76.000	210.000	300.000
P16	2.000	17	500
P17	5.000	50	900
P18	120.000	90.000	500.000
P19	-	1000	11.000
P20	-	110	50.000
P21	-	-	30.000

Conforme pode-se observar na Tabela 1, os maiores valores de coliformes fecais foram encontrados na primeira fase de coletas, período esse que abrangeu a temporada de verão, sofrendo, provavelmente, influência da população flutuante. Na segunda fase houve uma significativa redução desses valores. Como essa etapa foi realizada nos meses de maio e junho, esses resultados podem estar relacionados com a diminuição da população flutuante. Já na terceira fase de coletas os valores de coliformes fecais encontrados voltaram a ser elevados, muito provavelmente em função da baixa precipitação e conseqüente menor diluição encontrada e, além disso, para os pontos associados ao sistema lagunar, da maré que encontrava-se seca.

Os valores encontrados nos pontos serão discutidos separadamente adiante.

A Tabela 2 apresenta os resultados das análises para pH, salinidade, oxigênio dissolvido e D.B.O.

Tabela 2 - Resultado das análises para pH, Salinidade, Oxigênio Dissolvido e D.B.O

Parâmetro	pH			Salinidade ‰			OD (mg/L)			D.B.O.(5) (mg/L)		
	1ª Fase	2ª Fase	3ª Fase	1ª Fase	2ª Fase	3ª Fase	1ª Fase	2ª Fase	3ª Fase	1ª Fase	2ª Fase	3ª Fase
P1	6,95	-	-	-	-	-	0,9	-	-	-	-	-
P2	6,82	7,06	7,07	-	0,2	0,04	2,7	4,7	< 0,01	-	1,63	45,92
P3	5,52	6	6,14	-	0,1	0,04	3,8	5,7	4,9	-	0,35	0,92
P4	6,77	7,7	-	-	35,3	-	6,4	5,5	-	-	0,52	-
P5	6,43	-	-	-	-	-	7,3	-	-	-	-	-
P6	6,79	6,63	7,01	-	0,3	3	1,1	3,2	1,55	-	0,93	3,52
P7	6,81	7,19	7,08	-	0,5	3	0,9	3,1	1,8	-	1,06	6,67
P8	6,63	6,73	7,2	-	0,4	0,07	1	2,2	1,3	-	0,88	4,29
P9	6,9	6,7	7,04	-	0,3	0,11	2,1	3,4	< 0,01	-	1,7	20,42
P10	6,92	7,15	7,27	-	0,4	0,7	0,8	0,2	0,4	-	2,33	12,42
P11	6,68	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
P12	6,53	7,2	7,52	-	0,2	0,13	3,2	1	2	-	4,75	15,63
P13	6,53	6,95	7,38	-	0,1	0,03	6,8	7,8	6,63	-	0,38	2,47
P14	6,7	6,83	7,08	-	0,2	0,06	5	4,2	0,88	-	5,7	11,22
P15	6,72	7,28	7,42	-	5,2	6	2,3	1,4	< 0,01	-	4,83	10,42
P16	8,05	8,2	8,3	-	35	31	8	3,9	4,37	-	0,43	4,53
P17	7,43	8,24	7,88	-	35,5	22	5,5	6,7	4,86	-	0,46	0,81
P18	6,4	7,2	7,01	-	5,1	2	3,2	1,9	0,33	-	1,76	43,17
P19	-	7,12	7,03	-	1	0,06	-	3,4	2,3	-	6,58	27,28
P20	-	7,24	7,05	-	4	0,11	-	3,3	1,98	-	0,87	8,72
P21	-	-	7,45	-	-	0,17	-	-	< 0,01	-	-	42,78

O pH, dos pontos amostrados, está dentro da faixa estabelecida pela legislação, com exceção do ponto 3, localizado próximo à nascente do Rio Thomé, que na primeira fase apresentou um valor abaixo do estabelecido pela Resolução 357 do CONAMA para Classe 1. O valor encontrado foi de 5,52 e o mínimo estabelecido pela legislação é 6,0.

A maioria dos pontos foi considerado como sendo de água doce, entretanto devido à salinidade em alguns pontos, os mesmos foram definidos como de água salobra ou salgada, conforme estipulado pela referida resolução (Tabela 4). Nesses casos alguns limites estabelecidos são diferentes e assim serão discutidos no presente trabalho.

Os mais baixos valores de OD encontrados aconteceram na terceira fase, sendo inclusive próximos do indetectável pelo método utilizado. Assim como citado anteriormente, a baixa precipitação e a maré seca podem ter contribuído para tal fato. Nas demais fases, em alguns pontos, também foram encontrados baixos valores. As variações das concentrações encontradas nas diferentes fases, para alguns pontos, serão discutidas mais adiante

Conforme citado anteriormente, o parâmetro DBO só foi analisado nas duas últimas fases de coletas. Os valores encontrados na terceira fase foram superiores aos encontrados na segunda em todos os pontos analisados, evidenciando novamente a provável influência da baixa precipitação no período e da maré seca no momento de coleta, nos pontos associados ao sistema lagunar.

A Tabela 3 abaixo apresenta os resultados das análises para nitrogênio amoniacal, e fósforo total.

Tabela 3 - Resultado das análises para Nitrogênio Amoniacal e Fósforo Total

Parâmetro Pontos	NH3 (mg/L)			PO4 (mg/L)		
	1ª Fase	2ª Fase	3ª Fase	1ª Fase	2ª Fase	3ª Fase
P1	25	-	-	8,4	-	-
P2	4	2,11	4,01	0,6	0,47	0,3
P3	0,6	0,07	< 0,01	0,3	0,01	< 0,01
P4	4,6	0,3	-	1,1	0,12	-
P5	2,7	-	-	0,9	-	-
P6	4,3	3,4	25,33	2,7	0,88	0,83
P7	21,6	3,32	26,67	2,3	0,34	1,13
P8	23	4	28,08	2,5	0,68	0,8
P9	22	2,87	29,48	1,3	0,13	0,91
P10	21	11,7	24,57	2,8	0,1	1,89
P11	6	-	-	0,3	-	-
P12	1,1	9,06	47,03	1,7	0,95	1,9
P13	0,2	0,3	< 0,01	0	1,22	< 0,01
P14	3,8	3,02	11,23	0	0,01	< 0,01
P15	9,1	11,32	15,44	1,2	0,89	0,6
P16	0,2	0,38	0,27	0	0,27	< 0,01
P17	0,3	0,07	6,06	0	0,06	0,07
P18	3,4	4,38	14,67	1,9	0,2	1,74
P19	-	9,69	20,36	-	0,34	0,79
P20	-	5,81	31,59	-	0,13	1,36
P21	-	-	22,46	-	-	1,66

Os valores encontrados de amônia não demonstraram sofrer a mesma influência da população flutuante sofrida pelos valores de coliformes fecais, tendo em vista que os valores de amônia encontrados na terceira fase, na maioria dos pontos, foram superiores aos da primeira. Nesse caso, a maior influência possivelmente foi proveniente da baixa precipitação ocorrida na terceira fase e, no caso dos pontos sob influência do mar, da maré seca.

Quanto às concentrações de fósforo encontradas, o inverso ocorreu, havendo a ocorrência de maiores valores na primeira fase.

A Tabela 4 abaixo apresenta os padrões aplicáveis às águas doce, salgada e salobra, segundo a qualidade exigida por seus usos preponderantes em águas de classe 1, previstos na resolução CONAMA N° 357/2005

Tabela 4 - Padrões aplicáveis à cursos d'água de classe 1, previstos na resolução CONAMA N° 357/2005.

	Salinidade ‰	NH3 (mg/L)	CF (NMP/100ml)	PO4 (mg/L)	OD (mg/L)	D.B.O.(5) (mg/L)	pH
Doce		≤ 3.7 (pH ≤ 7.5)	< 200 (80% em seis amostras durante o ano)	≤ 0.02 (Lêntico)	≥ 6	≤ 3 (20°C)	≤ 9
	≤ 0.5	≤ 2.0 (7.5<pH ≤ 8.0)	≤ 2500 (amostra única)	≤ 0.1 (Lótico)			≥ 6
		≤ 1.0 (pH ≥ 8.0)		≤ 0.025 (Intermediário)			
Salgada		≤ 0.4	< 1000 (80% em seis amostras durante o ano)	≤ 0.062	≥ 6	≤ 3 (20°C)	≤ 8.5
	≥ 30		≤ 2500 (amostra única)				≥ 6.5
Salobra	≥ 0.5	≤ 0.4	< 1000 (80% em seis amostras durante o ano)	≤ 0.124	≥ 5	≤ 3 (20°C)	≤ 8.5
	≤ 30		≤ 2500 (amostra única)				≥ 6.5
Lançamento		≤ 20.0	≤ 2500 (amostra única)				≤ 9
							≥ 5

Utilizou-se como padrão de comparação os limites estabelecidos pela resolução n°357/2005 do CONAMA, de modo a definir os locais na bacia hidrográfica que estão em desacordo com os limites estabelecidos por lei para corpos hídricos da mesma classe. Ainda no que se refere ao padrão de comparação para os limites estabelecidos na legislação, considerou-se todos os corpos d'água onde foram coletadas amostras como sendo de Classe 1.

Tal consideração foi tomada tendo em vista que a Resolução n° 001/2008 do CERH-SC revoga a Resolução n°003/2007, resolução esta que classificava todos os cursos d'água da Ilha de Santa Catarina como sendo de classe especial, exceto o Rio Tavares a jusante da quota 2 (dois). Segundo informações do CERH (julho de 2008), está sendo feito um estudo visando

um novo enquadramento dos rios da Ilha de Santa Catarina e enquanto não é finalizado, os rios de Florianópolis são mantidos como Classe 1.

De acordo com que é estabelecido na Resolução nº357/2005, as águas de Classe 1 podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado, à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho (conforme Resolução CONAMA nº 274 de 2000), e à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película. Também são destinadas à proteção das comunidades aquáticas.

A discussão dos resultados apresentada a seguir será feita por pontos, separadamente.

5.2 Pontos Analisados

Ponto 1

No ponto P1 - Tubulação de drenagem pluvial que desembocava na praia, ao lado do Hotel Costa Norte, próximo a Ponta das Canas só ocorreu coleta na primeira fase, pois entre os meses de março e maio o mesmo foi aterrado, não desembocando mais na praia. A responsabilidade pela obra foi da Prefeitura Municipal de Florianópolis, com o intuito de evitar que houvesse despejo na praia, entretanto, desconhece-se maiores informações a respeito da obra. Através da Figura 6 pode-se observar o ponto P1 após ser aterrado.



Figura 6 - Ponto P1 após ser aterrado

A análise feita para esse ponto na primeira fase de coletas (Tabela 1), apresentou uma concentração de coliformes fecais cerca de 350 vezes acima do permitido pela legislação (≤ 2500 NMP/100ml –Tabela 4). Tal concentração indica que a tubulação em questão recebia esgoto doméstico proveniente de ligação clandestina, colocando em risco os banhistas e pescadores que freqüentam aquela localidade.

Os resultados de fósforo e amônia obtidos (Tabela 3) também foram altos, superiores ao exigido pela legislação, muito provavelmente também provenientes de contribuição irregular de esgoto doméstico na rede pluvial. Cabe ressaltar que a concentração de fósforo encontrada nesse ponto foi a maior encontrada em todo o estudo. O valor de oxigênio dissolvido encontrado (Tabela 2) ficou abaixo do mínimo determinado pela legislação.

Ponto 2

O ponto P2 - Tubulação que canaliza Rio Thomé, onde intercepta Av. Luiz Boiteux Piazza, localiza-se próximo á saída do Rio para a Laguna, após passar por uma área ocupada por residências, localizada a jusante da nascente. O local apresenta visível contribuição para a poluição da Laguna de Ponta das Canas, apresentando um aspecto de esgoto bruto, com alta concentração de sólidos suspensos, conforme pode-se visualizar na Figura 7 abaixo. Essa foto foi tirada durante a terceira fase de coleta, com baixo índice de precipitação e maré seca no momento da coleta.



Figura 7 – Local de coleta do ponto P2

Os valores para Coliformes Fecais encontrados para esse ponto (Tabela 1) foram superiores ao limite estabelecido pela legislação (Tabela 4) na primeira e na terceira fase de

coletas. Na primeira fase, inclusive a concentração de Coliformes encontrada foi de aproximadamente 450 vezes superiores ao estabelecido por lei. Tal nível de poluição tem alto potencial de contribuição parasitária para a Laguna de Ponta das Canas e pode afetar de forma direta a saúde da população local.

Na segunda fase, a concentração de Coliformes Fecais encontrada foi inferior ao limite estabelecido pela legislação, entretanto, esse fato não deve ser considerado tão relevante, pois no momento de coleta a maré encontrava-se cheia, provavelmente diluindo a concentração real no Rio.

Para o parâmetro Nitrogênio Amoniacal, a lógica é a mesma. Na primeira e na terceira fases de coleta, as concentrações encontradas (Tabela 3), foram as maiores, superando o limite estabelecido pela legislação ambiental. Como não há indústrias a montante e as criações de animais e lavouras são inexpressivas, entende-se como proveniente de esgoto doméstico a concentração de Amônia encontrada.

No que se refere ao outro nutriente analisado, o Fósforo, as concentrações encontradas (Tabela 3) foram superiores ao estabelecido por lei nas três fases de coleta, tomando como válida a mesma análise feita para a Amônia.

Para os resultados encontrados para Oxigênio Dissolvido e DBO, conforme pode-se visualizar na Tabela 2, tem-se o pior quadro na terceira fase de coletas. Nessa fase o valor de DBO encontrado, 45,92 mg/l, supera o estabelecido pela legislação (Tabela 4) em mais de 15 vezes, ao mesmo tempo que a concentração de OD encontrada fica extremamente inferior ao estabelecido pela lei, aproximando-se de zero. A partir desses valores, entende-se que praticamente todo oxigênio encontrado na água é utilizado na estabilização da matéria orgânica, sendo ainda assim, insuficiente.

Na segunda fase de coleta a concentração de DBO encontrada foi inferior ao estabelecido pela legislação, porém tal fato provavelmente ocorreu em função da alta maré encontrada no momento de coleta.

Pontos 3 e 13

Os pontos P3 e P13 localizam-se próximos às nascentes dos Rios Thomé e Sanga dos Bois, respectivamente. Em ambos não há ocorrência de residências à montante, apenas ocorrência de pequena criação de animais, no caso da nascente do Rio Thomé. A Figura 8 mostra o ponto P3 a Figura 9 e a mostra o ponto P13.



Figura 8 – Local de coleta do ponto P3



Figura 9 – Local de coleta do ponto P13

As análises para coliformes fecais nos dois pontos próximos as nascentes, a montante de residências, dos rios Sanga dos Bois e Thomé (P3 e P13), mostraram que as águas possuem concentrações de coliformes fecais baixas (Tabela 1). Estes pontos atenderam os limites estabelecidos por lei (Tabela 4), apresentando baixas concentrações de Coliformes Fecais nas três etapas de coleta. Na terceira fase de coleta, inclusive, aproximando-se a valores não detectáveis pelo método utilizado.

Tais resultados já eram esperados para estes pontos, pois os mesmos foram tomados como referência por não apresentarem possibilidade de contaminação por esgoto doméstico, sendo que os baixos valores encontrados podem estar associados a dejetos de quaisquer animais de sangue quente, como bovinos, por exemplo.

Para as concentrações de nutrientes (NH_3 e PO_4), os valores encontrados, conforme pode-se visualizar na Tabela 3, foram em geral inferiores ao estabelecido pela legislação ambiental (Tabela 4), aproximando-se de zero em algumas análises. Entretanto, as concentrações de fósforo encontradas na primeira fase de coleta no ponto P3 e na segunda fase no ponto P13 foram superiores ao estabelecido pela legislação.

Devido à ausência ou baixa concentração de coliformes fecais e de amônia nos pontos localizados próximos às nascentes e da inexistência de residências à montante, entende-se que as duas altas concentrações de fósforo descritas anteriormente não são proveniente de esgoto doméstico. Possivelmente as concentrações inadequadas de fósforo nas nascentes destes rios estão associadas a outros fatores, tais como: queimadas no topo do morro da região destas nascentes, lixiviação do solo e matéria húmica dentro dos corpos de água, ou ainda, cultivo no entorno da nascente que utilize insumo químico. Entretanto, para uma conclusão mais precisa seriam necessários mais estudos e, conseqüentemente, mais coletas.

Na nascente do Rio Thomé (P3), apesar das concentrações de OD encontradas não estarem com valores muito baixos (Tabela 2), o nível de oxigênio foi abaixo do estabelecido por lei nas 3 fases de coleta. No P13, nascentes do rio Sanga dos Bois, a concentração adequada de OD é relacionada à boa condição ambiental do entorno. Os valores encontrados de DBO foram baixos para todas as análises, em todas as fases, para os dois pontos.

Pontos P4 e P5

Ambos os pontos caracterizam-se por serem tubulações de drenagem pluvial que deságuam no manguezal da Laguna de Ponta das Canas, ao lado do condomínio Bom Abrigo. Em ambos os pontos não foram realizadas coletas na terceira fase, sendo que no P5 só foi realizada coleta na primeira fase. Tal fato ocorreu devido à inexistência de escoamento nas tubulações, impedindo a coleta. A Figura 10 mostra os pontos de coleta secos, sendo o P4 a fotografia da esquerda e o P5 a fotografia da direita.



Figura 10 - Pontos P4, esquerda e P5, direita

Os valores das concentrações de coliformes fecais encontrados na primeira fase de coleta (Tabela 1), fim da temporada de verão, para os dois pontos foram superiores ao estabelecido pela legislação (Tabela 4). Tal fato indica que durante a alta temporada, com o aumento da população, pode haver despejo clandestino de esgoto nas tubulações pluviais.

Os valores encontrados para Fósforo (Tabela 3) nos dois pontos foram superiores ao estabelecido pela legislação, podendo ser provenientes da utilização de detergentes e possível descarte do efluente nas tubulações em questão.

Devido a pouca quantidade de análises, fica evidente uma maior necessidade de estudos mais aprofundados nesses pontos para se chegar a uma conclusão mais precisa.

Ponto P6

O ponto P6, quando o Rio Sanga dos Bois cruza com a Av. Luiz Boiteux Piazza, apresenta constantes problemas nos períodos de maior precipitação, onde não é rara a ocorrência de alagamentos. O acúmulo de resíduos sólidos e de construções nas margens são característica desse ponto, conforme pode-se visualizar na Figura 11.

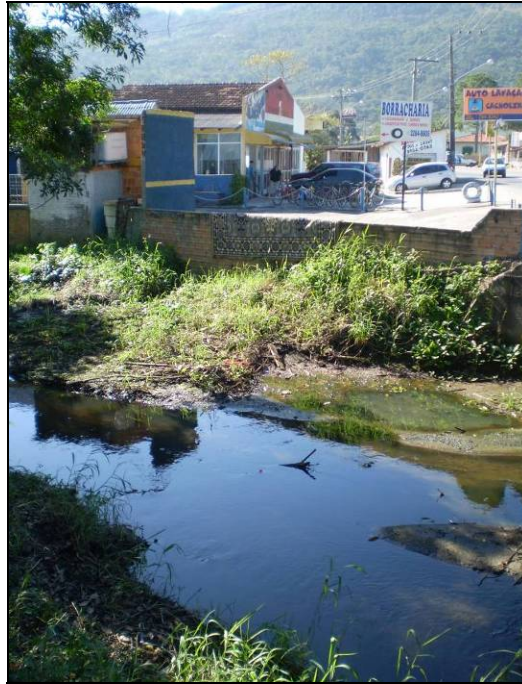


Figura 11 – Local de coleta do ponto P6

A qualidade da água do Rio Sanga dos Bois nesse ponto reflete esse quadro de degradação. Com exceção da segunda fase, onde os valores encontrados dos parâmetros coliformes, NH_3 e DBO (Tabelas 1, 3 e 2, respectivamente) estavam em acordo com os limites estabelecidos pela Resolução 357/05 do CONAMA (Tabela 4), as análises em sua totalidade apresentaram valores em desacordo do estabelecido por lei para um rio de classe 1.

As concentrações de coliformes fecais encontradas na primeira e na terceira fase de coletas indicam forte contaminação fecal da água nesse ponto. O valor encontrado na primeira fase de coletas foi superior ao limite estabelecido pela resolução em 3.840 vezes, e na terceira fase em quase 10 vezes. Tais valores oferecem sérios riscos à população local, bem como aos freqüentadores da praia da Cachoeira do Bom Jesus no ponto localizado alguns metros a jusante, na foz do rio.

Para o parâmetro oxigênio dissolvido, conforme pode-se visualizar na Tabela 2, os resultados de todas as fases foram inferiores ao limite de 6 mg/l estabelecido pela legislação. Os valores das concentrações de oxigênio dissolvido obtidos indicam que o consumo de oxigênio, quer por parte de microrganismos quer por parte das macrófitas existentes, foi superior à produção do mesmo. Para o parâmetro DBO, o valor obtido na segunda fase foi inferiores ao limite legal, o que leva a crer que o consumo de oxigênio nesse ponto do rio, no dia da coleta, não era exclusivamente proveniente da degradação de matéria orgânica por parte de microrganismos aeróbios. Na terceira fase, devido à salinidade ter sido característica

de águas salobras, o limite para DBO fica mais restritivo, sendo $\leq 3,0$ mg/l. Com isso, a concentração de DBO obtida na terceira fase está em desacordo com o estabelecido na resolução.

Para os parâmetros NH_3 e PO_4 os resultados obtidos (Tabela 3) estiveram em desacordo com a legislação em todas as análises, com exceção do parâmetro NH_3 na segunda fase, que foi inferior ao limite legal. Cabe ressaltar que na terceira fase de coleta a concentração de amônia foi de 25,33 mg/l, sendo que o limite estabelecido na Resolução nº 357/2005 é $\leq 3,7$ mg/l. Essas altas concentrações de nutrientes podem estar associadas ao consumo de oxigênio e conseqüente baixa disponibilidade de oxigênio dissolvido no rio. Esses valores das concentrações de nutrientes somados aos valores das concentrações de coliformes fecais indicam contaminação por esgoto doméstico.

Ponto P7

O ponto P7 localiza-se na curva do Rio Sanga dos Bois quando chega ao manguezal em frente à praia, imediatamente à jusante do ponto P6. A Figura 12 abaixo mostra o ponto P7, bem como sua localização em relação ao ponto P6.

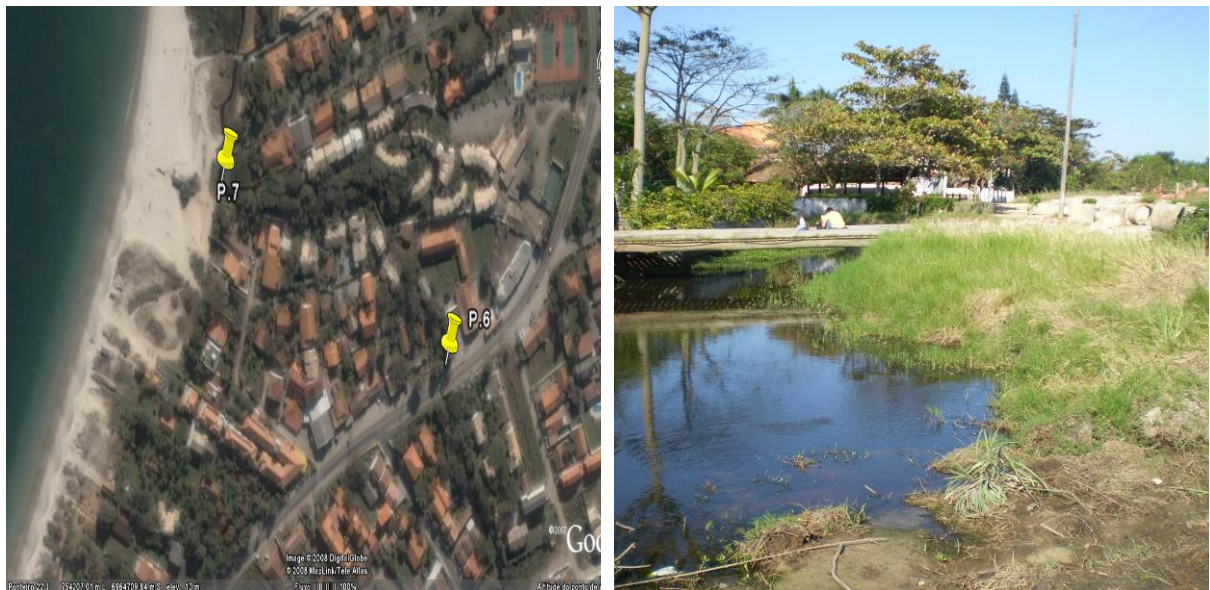


Figura 12 - Localização do Ponto P7 em relação ao P6 (Fonte: Google Earth®) e local de coleta do P7

Em geral, os valores das concentrações dos parâmetros analisados nesse ponto foram similares às concentrações encontradas no ponto P6. Alguns valores, entretanto, se diferenciaram.

É pertinente citar que, em decorrência dos valores de salinidade encontrados nesse ponto (Tabela 2), o mesmo enquadra-se como água salobra. Conforme apresentado na Tabela

4, as concentrações dos parâmetros analisados permitidas pela legislação para corpos hídricos salobros são mais baixas do que as permitidas para rios de água doce, com exceção do valor estipulado para coliformes fecais e para DBO, que é o mesmo para ambas as salinidades.

As concentrações de coliformes fecais no ponto P7 (Tabela 1) continuam superiores ao limite estabelecido pela legislação (Tabela 4) na primeira e na terceira fase de coletas. Os valores obtidos, porém, foram inferiores aos obtidos para o ponto P6, à montante. Tal fato pode ser devido à capacidade de autodepuração do rio e também, no caso em especial da primeira fase, devido à diluição proveniente da maré alta, mais influente no local de coleta do ponto P7 do que no ponto P6. Na terceira fase a maré encontrava-se seca.

Os valores encontrados para amônia (Tabela 3) também continuam acima do permitido por lei na primeira e na terceira fase de coleta e apresentam valores superiores do que os encontrados no ponto P6. As concentrações de fósforo encontradas (Tabela 3) também ficaram acima do permitido por lei nas três fases de coleta, sendo semelhantes às encontradas no ponto P6, apresentando pouca redução na primeira e na segunda fase de coletas e pequeno aumento na terceira.

No que se refere aos parâmetros OD e DBO, os valores são semelhantes aos apresentados no ponto P6 (Tabela 2). As concentrações de oxigênio dissolvido continuam abaixo do estabelecido pela legislação. Para DBO o valor encontrado na segunda fase de coletas foi ligeiramente inferior ao encontrado no ponto P6. Já na terceira fase, a concentração de DBO encontrada foi superior ao limite legal, apresentando 6,67 mg/l, sendo superior também ao valor encontrado no ponto P6. Tal diferença pode ser devido à despejo de esgoto *in natura* no rio, no trecho entre os dois pontos.

Ponto P8

O ponto de coleta P8 localiza-se na junção do Rio Sanga dos Bois, após passar por um trecho retificado no condomínio Jardim Nova Cachoeira, com o Canal que vem da Serte. Esse ponto de coleta fica à montante do ponto P6. Uma constante característica do ponto é a grande concentração de plantas aquáticas, o que indica que há excesso de nutrientes na água. Outra característica que pode ser observada no local é a inexistência de mata de galeria no rio. A Figura 13 mostra a localização do ponto P8 e o local de coleta.

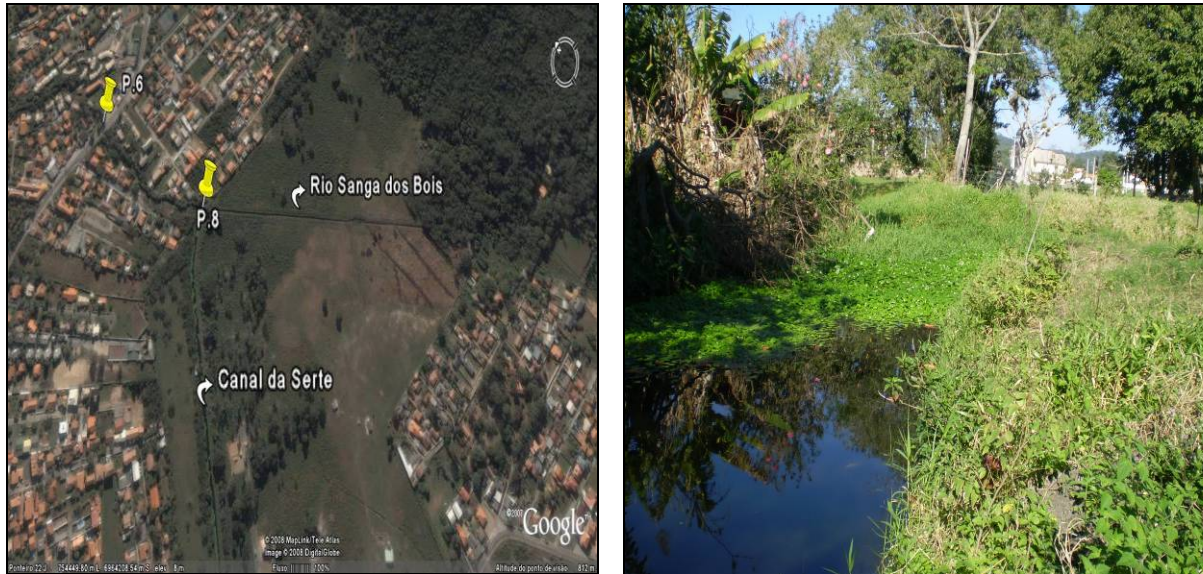


Figura 13 - Localização do Ponto P8 (Fonte: Google Earth®) e local de coleta

A ocorrência de concentrações mais elevadas dos parâmetros, em geral superiores ao limite estabelecido pela Resolução 357/05 do CONAMA (Tabela 4), na primeira e na terceira fase observados nos pontos próximos (P6 e P7), se manteve nesse ponto. Houve algumas diferenças de concentrações, mas a lógica observada foi a mesma.

As concentrações de coliformes fecais na primeira e na terceira fase de coletas, conforme pode-se visualizar na Tabela 1, foram superiores ao limite estabelecido pela legislação, chegando a superar o limite legal de 2.500 NMP/100ml em 3.280 vezes durante a temporada de verão, na primeira fase de coletas. Devido à pouca incidência de residência nos trechos de montante do Rio Sanga dos Bois, subentende-se que a contribuição parasitária é proveniente do canal da Serte, à montante do ponto de coleta P8.

As concentrações de nutrientes na água se refletem na excessiva concentração de macrófitas no local de coleta e no canal da Serte. Tal quadro é uma evidência da eutrofização do corpo hídrico em questão. Para amônia e fósforo os valores encontrados conforme pode-se visualizar na Tabela 3, foram superiores ao limite legal (Tabela 4) em 100% das coletas. Em nenhuma fase houve concentrações desses parâmetros inferiores ao limite da legislação. A origem desse excesso de nutrientes muito provavelmente é de despejos de esgoto doméstico no rio e no canal, já que não há ocorrência de agricultura intensiva na região.

A grande concentração de nutrientes e de macrófitas acarretam em um excessivo consumo de oxigênio dissolvido no ponto. Os valores de OD encontrados (Tabela 2), em todas as fases, foram inferiores ao limite legal. As concentrações de DBO encontrada na

segunda fase não estava em desacordo com a legislação, sendo inferior a 3,00 mg/l, porém na terceira fase, o valor encontrado foi de 4,29 mg/l, superando o limite legal.

Pontos P9 e P21

Os pontos P9 e P21 localizam-se no canal da Serte, quando cruza com a Av. Leonel Pereira, que liga a Cachoeira do Bom Jesus ao bairro dos Ingleses, onde confluem 3 tubulações. As coletas do ponto P9, feitas nas três fases, foram no cano mais a direita, quando de frente para o canal e de costas para a rua. O ponto P21 compreende a tubulação da esquerda, tomando-se o mesmo referencial anterior e só foi coletado na terceira fase. Esses pontos localizam-se à montante do ponto onde o canal se junta com o Rio Sanga dos Bois (P8), conforme pode-se visualizar na Figura 14.

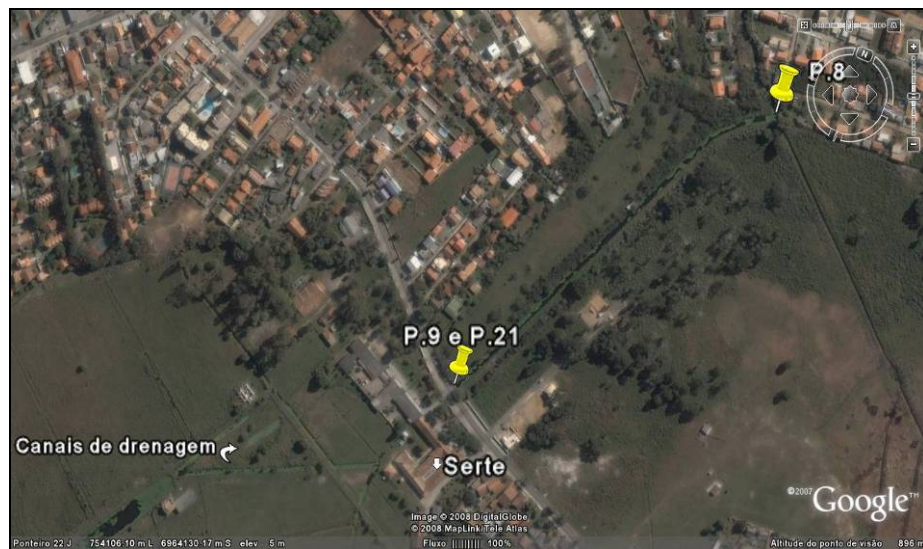


Figura 14 - Localização dos pontos P9 e P21. Fonte: Google Earth®

A Figura 15 mostra o técnico coletando amostra no ponto P9 e a Figura 16 mostra a tubulação, mais à direita na foto, onde foi coletada a amostra do ponto P21.



Figura 15 - Coleta de amostra no ponto P9



Figura 16 - Local de coleta dos Pontos P9 (à esquerda) e P21, à direita

A tubulação onde foi feita a coleta do ponto P9 drena a água proveniente dos canais de drenagem do DNOS, localizados atrás da sede da Serte (Figura 14). Esses canais tem ligação com a bacia do Sanga dos Bois justamente no ponto de coleta e apresentam indícios de contaminação por esgoto doméstico, com alta concentração de coliformes fecais e nutrientes, além de sinais de eutrofização, com excesso de crescimento de macrófitas. A tubulação onde foi feita a coleta do ponto P21 está ligada à drenagem urbana.

Os valores encontrados para as análises de coliformes no ponto P9 foram semelhantes aos valores encontrados nos três pontos anteriores (Tabela 1), ficando acima do permitido por lei nas coletas da primeira e terceira fase. Entretanto, a concentração de coliformes encontrada

na terceira fase neste ponto foi muito superior à encontrada nos anteriormente citados, ficando 120 vezes acima do permitido por lei (Tabela 4), enquanto que nos demais variou em torno de 8 vezes. No ponto P21, proveniente de drenagem pluvial da Avenida Leonel Pereira não deveria haver contaminação fecal, ainda mais em um período de seca, como estava o tempo na época da terceira coleta, entretanto, os valores encontrados foram de 30.000 NMP/100ml, superando os 2.500 NMP/100ml estabelecidos pela legislação em 12 vezes. Entende-se como havendo ligação irregular de esgoto na rede pluvial em algum ponto próximo, já que nem mesmo vazão essa tubulação deveria apresentar no momento de coleta.

As concentrações de amônia encontradas no ponto P9 (Tabela 3) na primeira e terceira fase de coletas foram superiores ao estabelecido pela legislação, e assim como citado anteriormente, tem-se a proliferação de algas e eutrofização do canal. Para a coleta do ponto P21, a alta concentração de amônia também é mais um indício de presença de esgoto doméstico na rede pluvial. O mesmo aconteceu para o fósforo, que teve concentrações acima do estabelecido pela legislação nas três coletas do ponto P9 e na coleta do ponto P21.

Os valores de OD, conforme pode-se visualizar na Tabela 2, foram inferiores ao limite legal em todas as análises nos dois pontos, sendo que na terceira fase, para os dois pontos, o valor se aproximou do indetectável pelo equipamento utilizado na medição. Para a DBO (Tabela 2), a situação crítica também foi na terceira fase, onde superou o estabelecido pela legislação em ambos os pontos. A alta carga orgânica nessa fase, aliada à grande presença de nutrientes pode ser associada ao consumo excessivo de oxigênio dissolvido, levando a uma situação de anóxia no corpo hídrico. Toda essa água irá desaguar na Laguna de Ponta das Canas, contribuindo para a poluição da mesma e conseqüentemente da baía de Canasvieras.

Pontos P19 e P20

Os pontos P19 e P20 foram incluídos no monitoramento posteriormente à primeira fase de coletas. A inclusão dos mesmos se deu por interesse em conhecer a diferença de concentração dos parâmetros analisados entre os dois pontos.

O ponto P19 localiza-se em um canal paralelo à Avenida Leonel Pereira, que atravessa a Serv. Gervásio Manuel da Cunha. Nesse local existe uma grande concentração de residências e o canal apresenta seções em concreto. A Figura 17 mostra o local de coleta e o canal retificado em concreto.



Figura 17 - Ponto P19 e local onde o canal apresenta seção em concreto

O Ponto P20 localiza-se à jusante, após o canal percorrer um trecho de aproximadamente 1,2 km altamente eutrofizado, com uma altíssima concentração de macrófitas, formando uma espécie de “tapete verde”. A localização exata do ponto P20 é uma caixa coletora que recebe 3 canais, atrás das construções da sede da Serte. A coleta foi feita na continuação do canal em que foram coletadas as amostras do P19. A Figura 18 mostra o local de coleta do P20 e o “tapete de macrófitas” localizado entre os dois pontos.



Figura 18 - Ponto P20 e o canal com excesso de macrófitas entre esse ponto e o P19

A Figura 19 abaixo mostra a localização dos pontos P19 e P20, apresentando também a localização dos pontos P9 e P21 mais a jusante como referência.



Figura 19 - Localização dos Pontos P19 e P20 em relação aos pontos P9 e P21. Fonte: Google Earth®

No que se refere ao parâmetro coliforme fecais, um fato interessante ocorreu. Na segunda fase de coletas, a concentração deste parâmetro foi reduzida em 9 vezes no trecho entre o ponto P19 e o P20 (Tabela 1). O valor encontrado para o P19 foi de 1000 NMP/100 ml de Coliformes Fecais e, no segundo, 110 NMP/100ml. Tal redução era esperada, devido à alta concentração de macrófitas entre os trechos, que subentendia-se, removeriam parte dos microorganismos patógenos. Entretanto, na terceira fase de coleta, observou-se o inverso. A concentração de coliformes fecais encontrada no ponto P20 foi superior em 4,5 vezes do que a concentração encontrada no ponto P19, ficando muito acima do permitido pela legislação (Tabela 4) nos dois pontos, durante essa fase.

Essa inversão pode ter ocorrido devido ao fato do canal onde se localizam o ponto P19 e o P20, estar interligado ao corpo hídrico que recebe os efluentes da ETE-Canasvieiras (local do P12, discutido adiante no trabalho) por uma vala de macrodrenagem, que encontra o canal entre os dois pontos. Possivelmente, esse corpo receptor do efluente da ETE contribuiu para o aumento na concentração de coliformes no ponto P20, entretanto, para se chegar a uma conclusão mais precisa, são necessários mais estudos no local.

No que se refere à concentração de nutrientes, a mesma lógica foi observada, havendo uma redução da concentração dos parâmetros entre o P19 e o P20 na segunda fase de coletas e o inverso na terceira, onde as concentrações de NH_3 e PO_4 encontradas foram inferiores no P19 e superiores no P20 (Tabela 3). Em ambas as fases, para ambos os parâmetros relacionados à concentração de nutrientes, as concentrações encontradas foram superiores ao limite legal estabelecido na Resolução 357/05 do CONAMA. Também há, para esses

parâmetros, a possibilidade de ter ocorrido contribuição do corpo hídrico que recebe o efluente da ETE, à concentração encontrada no ponto P20, durante a terceira fase de coletas.

Para os parâmetros OD e DBO, ocorreu a redução esperada entre os dois pontos em ambas as fases onde foram realizadas coletas nos pontos (Tabela 2). As concentrações de oxigênio dissolvido encontradas foram inferiores ao limite legal nos dois pontos em ambas as fases e a concentração de DBO encontrada nas duas fases foi superior ao determinado pela legislação, nos dois pontos de coleta, com exceção do P20 na segunda fase.

Houve redução das concentrações de OD entre os dois pontos nas duas fases de coleta (Tabela 2), muito provavelmente associadas à alta concentração de macrófitas entre os pontos, que consomem oxigênio e, associadas às altas concentrações de nutrientes e de matéria orgânica, caracterizam um quadro de eutrofização do corpo hídrico em questão.

Quanto à DBO, a redução de concentração entre os pontos foi significativa em ambas as fases de coleta (Tabela 2). Essa redução pode ser associada à redução de concentração de OD, pois as plantas aquáticas existentes nesse trecho, consomem oxigênio e nutrientes para degradar a matéria orgânica presente na água.

Ponto P10

O P10 caracteriza-se por ser um canal de macrodrenagem, pertencente ao sistema de canais de drenagem do DNOS. Apresenta grande concentração de algas, tem baixa mobilidade das águas e recebe, perceptivelmente, lançamento irregular de esgoto doméstico proveniente de residências localizadas em sua margem. O local exato de coleta é o fim da Rua Maria Serafina de Oliveira. A Figura 20 abaixo mostra o local de coleta do ponto P10, bem como o lançamento de esgoto doméstico, ao lado do ponto, no canal.



Figura 20 - Canal onde localiza-se o P10 e lançamento irregular de esgoto doméstico no canal

Teoricamente, o canal onde é coletada a amostra do P10 não tem influência sobre a qualidade da água no Rio Sanga dos Bois, já que seu sentido de escoamento é no sentido inverso, tendendo a desaguar no Rio do Brás, na praia de Canasvieiras. Porém, foi considerado importante no presente estudo tendo em vista que percorre uma extensão relativamente grande no distrito de Cachoeira do Bom Jesus e apresenta visível comprometimento da qualidade de suas águas, podendo causar risco à saúde pública. A Figura 21 abaixo mostra a localização do P10 em relação aos pontos analisados no Rio Sanga dos Bois, bem como a localização do Rio do Brás, na divisa entra as praias de Cachoeira e Canasvieiras.



Figura 21 - Localização do ponto P10 na área de estudo. Fonte: Google Earth®

Os valores das concentrações de coliformes fecais encontrados no ponto P10 (Tabela 1) foram superiores ao limite estabelecido pela Resolução n° 357/05 do CONAMA para os corpos d'água de classe 1 (Tabela 4) em todas as fases de coleta, sendo que a concentração encontrada na primeira fase de coletas foi o valor mais alto encontrado em todo o estudo. Nessa fase a concentração de coliformes fecais foi de 29.000.000 NMP/100ml, superando o estabelecido por lei em 11.600 vezes. Na segunda fase ocorreu significativa redução, muito provavelmente fruto da redução de população flutuante proveniente do verão, porém continuou acima do limite legal. Na terceira fase os valores encontrados voltaram a crescer, superando o limite estabelecido na resolução em 20 vezes. Tais concentrações são claros indícios do despejo clandestino de esgoto doméstico no corpo d'água.

Assim como ocorreu para o parâmetro coliforme fecais, para amônia e fósforo os valores encontrados (Tabela 3) em 100% das coletas ficaram acima do estabelecido pela legislação (Tabela 4), evidenciando novamente a contaminação por esgoto doméstico. Cabendo ressaltar que a concentração de NH_3 encontrada na segunda fase foi a mais alta entre os pontos analisados. Os valores encontrados para fósforo, na primeira e na terceira fase, foram os segundo piores entre os pontos analisados, ficando consideravelmente acima dos demais. A alta disponibilidade de nutrientes se reflete na excessiva proliferação de algas no canal, conforme pode-se visualizar na Figura 20.

Com relação ao oxigênio dissolvido, os valores encontrados nesse ponto (Tabela 2), quando analisados em conjunto, caracterizam-no como o que apresenta maior déficit entre todos os pontos analisados mais de uma vez. Em 100% das coletas os valores encontrados estiveram em desacordo com a legislação, sendo inclusive, inferiores a 1 mg/l. Associada à alta proliferação de algas e às altas concentrações de nutrientes, também tem-se um quadro de eutrofização nesse corpo hídrico.

Quanto à demanda bioquímica de oxigênio, durante a segunda fase de coletas, conforme pode-se visualizar na Tabela 2, encontrou-se uma concentração abaixo do limite estabelecido por lei (Tabela 4). Tal baixa concentração pode ser relacionada ao alto consumo de oxigênio por parte das algas para degradar a matéria orgânica presente na água. Durante a terceira fase de coleta o valor de DBO encontrado, 12,42mg/l foi superior ao estabelecido pela legislação, não sendo possível a biodegradação da matéria orgânica por parte dos organismos presentes na água.

Ponto P11

O ponto P11 corresponde a coleta feita na drenagem de garagem/ subsolo do Condomínio Puerto Ribeiro. Esse ponto só apresentou vazão durante a primeira fase de coletas e será discutido brevemente.

Os valores encontrados para o parâmetro coliformes fecais (Tabela 1) foram muito inferiores ao limite estabelecido por lei, entretanto, os valores de amônia e fósforo encontrados foram altos (Tabela 3). Considerando que a resolução que trata de águas subterrâneas (Nº396/08) não menciona Amônia e sim as concentrações máximas de nitratos e nitritos, nem Fósforo, conclui-se que seria pouco provável encontrar concentrações elevadas desses parâmetros e que a presença de nitrogênio estaria convertida nas formas mencionadas. Usualmente, a concentração de amônia é reduzida em águas subterrâneas devido à sua fácil adsorção por partículas do solo ou à oxidação para nitrito e nitrato. Existe grande possibilidade das altas concentrações de Amônia e de Fósforo neste ponto estarem relacionada à grande vazão de efluentes domésticos proveniente da saturação das fossas sépticas presentes em grande quantidade na região.

Ponto P12

O ponto P12 localiza-se no ponto de mistura entre o lançamento do efluente final da ETE de Canasvieiras, com um canal de drenagem que funciona como corpo receptor. Esse canal possui baixa vazão, tendendo a escoar no sentido sudoeste, rumo ao Rio Papaquara, que por sua vez, deságua no Rio Ratoles, em outra bacia hidrográfica, a bacia do Rio Ratoles. Porém, devido à grande eutrofização e assoreamento, esse canal encontra-se obstruído, não permitindo que a água chegue ao Rio Papaquara. Atualmente ele escoar no sentido Norte, desaguando em um canal paralelo à estrada de acesso à ETE, que depois deságua em um canal paralelo à Av. Luiz Boitex Piazza, passando na frente do complexo Sapiens Parque e por fim desaguando no Rio Papaquara.

Nas visitas de campo à área de estudo, verificou-se a possibilidade de haver uma ligação entre as bacias do Rio Ratoles e a bacia do Rio Sanga dos Bois, pois há um ponto, localizado ao lado do portão de acesso à ETE e onde o canal que recebe o efluente deságua no canal paralelo à estrada que dá acesso à estação, em que há um contato dessas águas com um canal que segue para a Serte, conforme mostram as Figuras 23 e 24. Nesse ponto onde há essa confluência de canais de drenagem tem-se uma baixa vazão e o sentido de escoamento da

água é praticamente imperceptível. Tal fato se deve à grande eutrofização e baixa declividade desses canais.



Figura 22 - Ponto de possível influência da ETE sobre a bacia do Rio Sanga dos Bois. Fonte: Google Earth®



Figura 23 - À partir da foto à esquerda: Corpo receptor do efluente da ETE e canal em que o mesmo deságua, mais ao fundo; local da confluência entre os três canais; canal que segue para a Serte

A Figura 24 abaixo mostra o local de coleta do ponto P12.



Figura 24 - Local de coleta do ponto P12

Tendo em vista que na Resolução nº 357/05 do CONAMA não é estabelecido um limite para o lançamento de efluentes, no que se refere à coliformes fecais, utilizou-se como comparação o mesmo limite de 2.500 NMP/100ml utilizado anteriormente. As análises das amostras coletadas na primeira e na segunda fase (Tabela 1) indicam valores iguais ou abaixo do limite estabelecido, sendo 2.000 NMP/100ml na primeira fase e 1.400 NMP/100ml na segunda fase. O valor encontrado na terceira fase, entretanto, foi muito superior, apresentando uma concentração de 90.000 NMP/100ml. Cabe ressaltar, porém, que as coletas foram feitas no ponto de mistura do efluente no corpo receptor, havendo assim uma diluição da concentração.

O grande aumento da concentração de coliformes fecais na terceira fase de coleta pode ser resultado da baixa precipitação ocorrida no período e conseqüentemente, menor vazão no corpo receptor e menor diluição do efluente final também. Fatores relacionados com a operação da ETE também podem ter acarretado nesse aumento expressivo ocorrido.

No que se refere ao parâmetro amônia, segundo a Resolução CONAMA 397/08, o mesmo não será aplicável em sistemas de tratamento de esgotos sanitários, tendo em vista da dificuldade dos sistemas em atender a eficiência exigida. As concentrações desse parâmetro encontradas no ponto P12 (Tabela 3), com exceção da primeira fase, apresentaram valores altos e, assim como ocorreu com o parâmetro coliformes fecais, o valor encontrado na terceira fase (47,03 mg/l) foi o mais alto. No caso da amônia sendo inclusive, o valor mais alto encontrado no estudo.

A baixa concentração de amônia encontrada na primeira fase pode ser em função de parte do nitrogênio estar sob formas oxidadas de nitrito e nitrato, formas essas mais associadas a “esgoto antigo”. Essas reações de oxidação ocorrem de forma mais fácil no verão, devido às altas temperaturas. A alta diluição em função da alta precipitação no período também pode ser uma explicação para essa baixa concentração na primeira fase. Assim como discutido para coliformes, as baixas precipitações ocorridas na segunda e terceira fase podem ter contribuído para uma maior concentração da amônia, principalmente na terceira fase, quando a precipitação foi menor.

Na Resolução nº357/05 do CONAMA não há referência para lançamento no que diz respeito ao parâmetro Fósforo. Segundo a presente resolução, os padrões de qualidade a serem obedecidos serão os que constam na classe na qual o corpo receptor estiver enquadrado. No caso dos corpos d'água da área de estudo, classe 1. Nas três fases de coleta as concentrações de fósforo encontradas foram superiores ao limite estabelecido para rios de classe 1. Assim como discutido para amônia e coliformes fecais, a maior concentração encontrada foi na terceira fase de coletas.

Os resultados das análises mostram valores baixos de oxigênio dissolvido nas três fases de coleta (Tabela 2), em desacordo com o padrão estabelecido para um corpo de classe 1. Da mesma forma ocorreu com a DBO, que apresentou valores altos, principalmente na terceira fase, onde a concentração encontrada foi de 15,63 mg/l, superando em mais de 5 vezes o limite estabelecido pela legislação. O excesso de matéria orgânica e nutrientes encontrado está diretamente relacionado com o consumo de oxigênio dissolvido e as baixas concentrações desse parâmetro apresentadas no ponto, além disso, a baixa mobilidade da água no canal também pode influir para tal situação. Esse quadro de baixa oxigenação e alta carga orgânica e de nutrientes é extremamente indesejável para a autodepuração no corpo hídrico que é o receptor do efluente final de uma estação de tratamento de esgotos.

Por conta da ligação do canal receptor do efluente da estação com o canal que segue para a Serte, onde é coletado o ponto P20, pode haver uma influência negativa sobre a qualidade da água na bacia do Rio Sanga dos Bois e, conseqüentemente, na qualidade da água da Laguna de ponta das Canas. Tal hipótese foi levantada na discussão dos pontos P19 e P20, porém, devido á complexidade hidrodinâmica desse conjunto de canais, para uma conclusão mais precisa tem-se a necessidade de uma pesquisa mais aprofundada sobre essa situação.

Ponto P14

O ponto P14 localiza-se em uma tubulação de drenagem pluvial que passa dentro do condomínio Vereda Tropical, em frente ao Resort Praias Brancas, na Av. Luiz Boitex Piazza. Essa tubulação segue perpendicular à avenida, cruzando-a e posteriormente desaguando no manguezal, à jusante do ponto P7. A Figura 25 mostra o ponto de coleta P14.



Figura 25 – Local de coleta do ponto P14

Por ser uma tubulação que teoricamente só deveria escoar a água proveniente do morro e transportá-la até o mar, não eram esperados valores tão altos quanto os encontrados. Também não era esperada vazão significativa na terceira fase de coleta, quando o índice pluviométrico foi muito baixo, porém havia um significativo volume de água saindo da tubulação, com aparente contaminação por despejos domésticos, conforme Figura 25 acima.

No que se refere à concentração de coliformes fecais, os valores encontrados foram altos nas três fases de coletas (Tabela 1), sendo totalmente impróprias para contato primário. As concentrações encontradas superaram o limite legal utilizado como comparação neste trabalho (Tabela 4) em 31 vezes na primeira fase de coleta, aproximadamente 8,8 vezes na segunda e 20 vezes na última fase de coleta. Valores tão elevados em um trecho que percorre apenas uma zona residencial indicam possível ligação irregular de esgoto doméstico na rede pluvial.

No que se refere à concentração de amônia, o valor encontrado na segunda fase de coletas (Tabela 3) foi inferior ao estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 para cursos d'água de classe 1. Na primeira fase de coleta o valor encontrado, 3,8 mg/l, ficou muito

próximo do estabelecido pela referida legislação, 3,7 mg/l. Na terceira fase de coletas, porém, a concentração encontrada foi superior ao limite legal em 3 vezes.

Por outro lado, as concentrações de fósforo encontradas estiveram abaixo do estabelecido pela legislação nas três fases de coleta, sendo próximas do indetectável pelo método utilizado. Tal motivo pode ser devido à ação de consumidores primários que utilizam fósforo no seu metabolismo.

Os valores de OD e DBO, conforme apresentados na Tabela 2, estiveram em desacordo com a legislação em todas as coletas realizadas, sendo encontrados os piores valores na terceira fase, quando a diluição oriunda de uma maior precipitação foi praticamente inexistente. Nessa fase o baixo valor de oxigênio dissolvido, inferior a 1 mg/l, pode estar relacionado à grande quantidade de matéria orgânica presente na água, caracterizada através de uma DBO de 11,22 mg/l. Assim como discutido anteriormente, esses valores não são característicos da água proveniente de uma tubulação pluvial, mas sim característicos de ligações clandestinas de esgoto doméstico.

Ponto P15

O ponto de coleta P15 corresponde ao extremo norte da Laguna de ponta das Canas, num local que apresenta baixa circulação e onde existem diversas residências localizadas nas margens da mesma. A Figura 26 abaixo mostra o local ponto de coleta P15 na Laguna de ponta das Canas.



Figura 26 - Local de coleta do ponto P15

De acordo com os valores de salinidade encontrados para esse ponto, o mesmo enquadra-se como **água salina**, sendo discutido a seguir como tal.

Para as três fases de coleta a concentração de coliformes encontrada (Tabela 1) foi superior ao limite de 2500 NMP/100ml estabelecido pela Resolução nº357/05 do CONAMA para Classe 1, sendo 30 vezes maior do que esse limite na primeira, 84 vezes na segunda e 120 vezes na terceira fase de coletas. É pertinente citar inclusive, que a concentração de coliformes fecais encontrada na segunda fase neste ponto foi a maior encontrada entre os pontos analisados no referido período. Essas concentrações extremamente elevadas nas três fases de coletas são indícios de despejo clandestino de esgoto no corpo lagunar e nas tubulações de drenagem pluvial que deságuam no mesmo, tornando totalmente impróprio o contato primário das pessoas com a água no local.

Quanto aos parâmetros nitrogênio e fósforo (Tabela 3), ambos também estiveram em desacordo com o estabelecido pela legislação (Tabela 4) nas três fases de coleta. A alta concentração desses nutrientes pode ser associada ao fato de haver possível aporte de esgoto doméstico na laguna e de a circulação da água proveniente das oscilações de maré no local ser pequena. Há de se pensar também, que mesmo essas altas concentrações encontradas, no caso da amônia, podem estar sendo mascaradas devido à oxidação da amônia a formas de nitrito e nitrato ser mais acelerada em ambientes salobros e salinos.

Também no que se refere aos parâmetros oxigênio dissolvido e DBO (Tabela 2), os valores encontrados nas três fases de coletas foram inadequados para corpos hídricos de água salobra Classe 1, segundo a referida resolução (Tabela 4). As concentrações de oxigênio dissolvidas mostraram-se muito baixas, sendo que na terceira fase, quando a maré e a precipitação no período estavam baixas, o valor encontrado ($<0,01$ mg/l) praticamente não foi detectado pelo equipamento de análise utilizado. Associados a esses valores tem-se os altos valores das concentrações de DBO e de amônia encontrados, permitindo deduzir que provavelmente a anóxia apresentada pelo corpo hídrico nesse ponto pode ser relacionada ao consumo de oxigênio por parte de microrganismos aeróbios para degradar a matéria orgânica e oxidar a amônia, além da baixa circulação de água no local.

Conforme apresentado, em todas as análises realizadas na água deste ponto, para todos os parâmetros analisados, as concentrações estiveram em desacordo com o limite legal estabelecido pela referida resolução, descaracterizando um corpo hídrico enquadrado como Classe 1.

Ponto P16

O ponto de coleta P16 está localizado no extremo oeste da laguna de Ponta das Canas, em uma área entre a restinga próxima à faixa de areia da praia e o manguezal. Esse local recebe muita influência de maré e a circulação da água é grande, havendo também grande variação da morfologia local ao longo do período de estudo. A Figura 27 abaixo mostra o local de coleta do ponto P16 durante a terceira fase de coletas, com a maré vazia.



Figura 27 - Coleta de amostra no ponto P16 na terceira fase de coletas.

De acordo com os valores de salinidade, superiores a 30‰, apresentados no ponto (Tabela 2), a água do mesmo é enquadrada como salina e será utilizado como comparação os padrões apresentados para águas salinas de Classe 1 da Resolução nº 357/05 do CONAMA, apresentados na Tabela 4.

No que se refere às concentrações de coliformes fecais encontradas nas análises das amostras coletas no ponto (Tabela 1), em todas as fases de coletas os valores foram inferiores ao limite estabelecido na referida legislação. Tais valores podem ser devido à grande diluição que ocorre no local, diluição essa em função da alta mobilidade das águas no estuário. A concentração mais elevada na primeira fase (2000 NMP/100ml) em relação às demais pode ser oriunda do aumento do aporte de esgoto doméstico sem tratamento na Laguna, proveniente da população flutuante no período de alta temporada. Comparando-se o valor da segunda fase (17 NMP/100ml) com o valor encontrado na terceira (500 NMP/100ml), pode-se associar a uma maior concentração na última em decorrência de a coleta ter sido feita durante a maré seca, havendo assim uma menor diluição.

No que se refere às concentrações de nitrogênio e fósforo (Tabela 3), os valores encontrados foram inferiores ao estabelecido na legislação nas três fases de coletas, com exceção da concentração de fósforo na segunda etapa, que superou o limite legal em aproximadamente 4,5 vezes. É importante citar que a concentração de amônia encontrada na referida fase (0,38 mg/l) foi muito próxima ao limite estabelecido na resolução (0,40 mg/l). Para fósforo, na primeira e terceira fase de coletas foi praticamente indetectado a ocorrência desse elemento nas amostras.

As baixas concentrações desses parâmetros apresentadas no ponto P16 podem estar associadas à grande diluição da água no local, ao consumo de nutrientes por produtores primários encontrados em estuários e também, no caso da amônia, da oxidação da mesma à formas de nitrito e posteriormente nitrato.

Com exceção da primeira fase, quando a circulação de água proveniente da maré alta pode ter influenciado no resultado (8mg/l), os valores de oxigênio dissolvido (3,9 e 4,37 mg/l) estiveram em desacordo com o estabelecido pela legislação (6 mg/l). Isso mostra um consumo excessivo do elemento por parte de microrganismos nos processos de oxidação de matéria orgânica e nitrogênio.

A demanda bioquímica de oxigênio encontrada na segunda fase de coletas (Tabela 2) esteve significativamente abaixo do limite estabelecido por lei (Tabela 4), demonstrando que o aporte de carga orgânica na Laguna foi menor nesse período do que na terceira fase. O valor mais elevado encontrado na terceira fase pode ser proveniente da menor diluição no momento da coleta, em que a maré encontrava-se seca.

Devido à complexa dinâmica envolvida nas variações de maré e formação de bancos de areia no local de coleta do ponto P16, pode ocorrer a saída de nutrientes e um menor acúmulo de poluentes orgânicos no local em alguns períodos. Com isso, alguns parâmetros podem ter tido suas concentrações influenciadas, o que torna precipitado considerar a qualidade da água no ponto como satisfatória.

Ponto P17

O ponto de coleta P17 corresponde à exutória da Laguna de Ponta das Canas, no local de saída do manguezal para o mar da baía de Canasvieiras. Nesse local é constante o contato primário das pessoas com água, principalmente durante as temporadas de veraneio. Abaixo

segue a Figura 28, com o local de coleta do ponto P17 durante a primeira fase com a maré cheia, à esquerda e durante a terceira fase de coletas com a maré seca, à direita.



Figura 28 - Ponto de coleta P17 durante a primeira fase de coletas, à esquerda e terceira fase, à direita.

A salinidade encontrada no ponto (Tabela 2) foi compatível com o definido para águas salgadas na segunda fase e com o definido para águas salobras na terceira fase (Tabela 4). Como não foi feita análise da salinidade na primeira fase, considerou-se que água como salgada na mesma, tendo em vista a ocorrência de maré alta no período.

A diferença entre ambas, para efeito de comparação com o determinado para corpos de classe 1 pela Resolução n°357/05 do CONAMA, está nos limites estabelecidos para os parâmetros de OD e PO₄. Para águas salgadas os limites determinados pela respectiva legislação para fósforo é 0,062 mg/l e para oxigênio dissolvido é 6 mg/l e para águas salobras 0,124 mg/l e 5mg/l, respectivamente.

Conforme o esperado, os valores das concentrações de coliformes encontrados na primeira fase de coletas foram os maiores em relação às três fases (Tabela 1), já que foi a fase onde teve-se a ocorrência de uma população flutuante e conseqüente aumento de aporte de esgoto doméstico na laguna. Nessa fase em questão o valor encontrado, 5000 NMP/100ml, foi o dobro do permitido por lei para corpos hídricos da mesma classe. Nas demais fases os valores estiveram em acordo com a legislação. Esses baixos valores podem ser provenientes da grande circulação e penetração de água do mar no ponto, conforme mostra os valores de salinidade encontrados no ponto.

As concentrações dos parâmetros amônia e fósforo encontradas nesse ponto, conforme apresentado na Tabela 3, foram inferiores ao limite estabelecido pela legislação para corpos hídricos de classe 1 (Tabela 4), com exceção da concentração de amônia encontrada na terceira fase de coletas, que superou o limite legal em mais de 15 vezes. Tal valor elevado, se

comparado ao apresentado nas outras fases pode ser proveniente da pouca diluição em função da maré seca no momento da coleta. É pertinente citar que o valor apresentado para fósforo na segunda fase de coletas (0,06mg/l) aproximou-se muito do limite legal (0.063 mg/l) e, por ser um ponto em que a influência da maré é muito presente, se considera tal valor como relativamente elevado.

Assim como o discutido para o ponto P16, por haver demasiada influência das variações de maré e por haver uma considerável penetração de água do mar no estuário onde localizam-se os pontos, as baixas concentrações dos parâmetros relacionados com os nutrientes apresentadas no presente ponto podem estar associadas à grande diluição da água no local, ao consumo de nutrientes por produtores primários encontrados em estuários e também, no caso da amônia, da oxidação da mesma à formas de nitrito e posteriormente nitrato.

Em relação à carga orgânica encontrada no ponto, os valores das análises de DBO indicam valores baixos (Tabela 2), em acordo com o estabelecido pelo CONAMA através da Resolução 357/05 (Tabela 4). Novamente subentende-se que a penetração de água do mar e também a influência das variações de maré tenham contribuído para a diluição da concentração deste parâmetro no ponto em questão.

Associados às baixas concentrações de DBO no ponto de coleta P17, conforme pode-se visualizar na Tabela 2, tem-se valores de oxigênio dissolvido adequados ou muito próximos do que a legislação referida estabelece como adequado (Tabela 4). O valor encontrado na terceira fase de coletas, 4,86 mg/l, foi inferior ao limite estabelecido pela legislação, 5mg/l para águas salobras. Os valores encontrados na primeira e na terceira fase foram adequados ao estabelecido pela legislação.

A baixa demanda bioquímica de oxigênio e a alta mobilidade das águas no ponto podem ter influenciado tais concentrações de oxigênio dissolvido encontradas. O valor mais baixo encontrado na terceira fase de coletas pode ser proveniente da maré baixa encontrada no período e conseqüente menor diluição e menor circulação da água.

Ponto P18

O ponto P18 corresponde à saída uma de tubulação de drenagem pluvial que passa dentro do camping do SINDPREVS e cai no manguezal. Essa tubulação tem a finalidade única de transportar a água escoada dos morros adjacentes para a Laguna de Ponta das Canas,

entretanto, no local de coleta apresenta evidente indício de contaminação por esgoto doméstico, tendo em vista os maus odores no local e aspecto apresentado pela água.

Pode-se visualizar a tubulação onde é feita sua coleta e sua saída no manguezal na Figura 29 abaixo.



Figura 29 - Local de coleta do P18 e sua saída no manguezal

Conforme a salinidade apresentada, 5 ‰ na segunda fase de coletas e 2 ‰ na terceira, a água do ponto é considerada salobra, sendo discutida como tal. Na primeira fase, como não houve medição de salinidade e a maré encontrava-se cheia, considerou-se também a mesma como salobra.

As análises feitas nas três fases de coletas indicam contaminação fecal na água proveniente das tubulações. As concentrações de coliformes fecais encontradas (Tabela 1) foram superiores ao limite de 2500 NMP/100 ml, estabelecido pela Resolução CONAMA nº357/05 (Tabela 4), em 48 vezes na primeira fase, 36 vezes na segunda e 200 vezes na terceira fase de coletas. O maior valor encontrado na terceira fase de coletas provavelmente se deve ao fato de a maré se encontrar seca no momento da coleta, sendo pertinente citar inclusive, que sua concentração foi extremamente maior do que todas as outras apresentadas nos demais pontos durante essa fase.

A mesma tendência se manteve para as concentrações de amônia e fósforo (Tabela 3), onde em todas as fases de coleta os valores apresentados estiveram em desacordo com o estabelecido pela referida legislação, respectivamente 0,4 mg/l e 0,124 mg/l .

As concentrações de amônia encontradas foram superiores ao limite legal em 8,5 vezes na primeira fase, aproximadamente 11 vezes na segunda e aproximadamente 37 vezes

na terceira. Assim como o anteriormente, a maior concentração encontrada na terceira fase de coletas se deve ao fato de que a maré estava vazante no período. Valores altos de amônia indicam uma contaminação por esgoto fresco, tendo em vista que a amônia ainda não foi oxidada às formas nitrito e nitrato.

As concentrações de fósforo encontradas foram superiores ao limite estabelecido pela legislação em aproximadamente 15 vezes na primeira fase de coletas, 1,6 vezes na segunda e 14 vezes na terceira fase.

No que se refere ao parâmetro oxigênio dissolvido (Tabela 2), novamente nas três fases de coleta os valores encontrados estiveram em desacordo com o estabelecido pela legislação (Tabela 4). Na terceira fase de coletas o baixo valor encontrado, 0,33 mg/l, pode ser em função da baixa diluição ocasionada pelo excessivo período de estiagens. A concentração de DBO encontrada nessa mesma fase no P18 também esteve em desacordo com o limite legal, superando-o em mais de 14 vezes. Pode-se relacionar o baixo valor de OD encontrado com a necessidade de consumo de oxigênio pelos microorganismos para degradar a grande quantidade de matéria orgânica encontrada na água.

Tais valores encontrados para os diversos parâmetros analisados são evidências de que diversos moradores localizados à montante do ponto, entre o SINDPREVS e o morro da Cachoeira do Bom Jesus, têm ligações clandestinas de esgoto doméstico na rede pluvial.

6. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nas análises da água nos 21 pontos amostrais permitem concluir que:

- As maiores concentrações de coliformes fecais encontradas (Tabela 1), em geral, coincidiram com a temporada de verão, evidenciando o aumento de despejos irregulares nos corpos d'água e a saturação de muitos dos sistemas de tratamento individuais existentes. Nessa primeira fase de coletas, apenas 4 pontos não estiveram em desacordo com o a Resolução CONAMA n°357/05 (Tabela 4). Na segunda fase, mesmo com a diminuição da população flutuante, em 5 pontos as concentrações encontradas estiveram em desacordo com a referida resolução. Na terceira fase de coletas, período de prolongada estiagem, novamente em apenas 4 pontos o limite legal não foi superado;
- A população flutuante se mostrou menos influente sobre as concentrações de amônia (Tabela 3). Para esse parâmetro em todas as fases foram encontradas concentrações em desacordo com a referida resolução, com destaque para a terceira fase de coletas, período de longa estiagem no mês de julho, onde foram encontrados os valores mais elevados do estudo e em apenas 3 pontos o limite legal não foi superado;
- Para o parâmetro fósforo total (Tabela 3), em todas as fases de coletas foram encontrados valores em desacordo com o estabelecido pela referida resolução. Parra esse parâmetro, em geral, os resultados encontrados na primeira fase foram os maiores. Tais valores, além dos apresentados para amônia contribuem significativamente para a eutrofização de diversos corpos d'água na área de estudo;
- Com exceção de alguns pontos, os mais baixos valores de oxigênio dissolvido aconteceram na terceira fase de coletas (Tabela 2), de acordo com o limite legal estabelecido em apenas 1 ponto. Na segunda fase em apenas 2 pontos os valores estiveram em acordo com a legislação e, na primeira fase, em 5 pontos. Tais concentrações caracterizam um déficit de oxigênio nos cursos d'água;

- Na terceira fase de coletas os valores de DBO encontrados foram significativamente superiores aos encontrados na segunda fase coletas (Tabela 2). Na última fase, os valores encontrados foram superiores ao estabelecido pela referida resolução em 14 dos 18 pontos analisados na ocasião e, na segunda fase de coletas em apenas 3 dos 18 pontos. Tal aumento no período de inverno pode ser associado à baixa precipitação no período e uma menor diluição dos despejos.

Os resultados demonstram a necessidade urgente de implantação de rede coletora e posterior tratamento do esgoto doméstico produzido no distrito de Cachoeira do Bom Jesus, cabendo ao poder público oferecer tal serviço à população de forma universal e eficiente. Urge também a necessidade de fiscalização quanto às ligações irregulares de esgoto doméstico na rede pluvial, aliado à ações de conscientização e educação ambiental da comunidade.

Tais ações acima propostas devem ser realizadas a fim de garantir que sejam mantidas as características previstas nos enquadramentos dos corpos hídricos em questão, garantindo à água, qualidade adequada com seus usos preponderantes e preservando assim a saúde ambiental da população como um todo.

Pode-se concluir também a necessidade de mais estudos na área em questão, principalmente no que se refere aos canais de drenagem do DNOS, suas dinâmicas e suas influências sobre a qualidade das águas na bacia estudada. Um período de seis meses de monitoramento, com três fases de coletas, apesar de possibilitar diversas conclusões, torna-se insuficiente para se aprofundar a discussão de algumas situações apresentadas.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por ser um balneário que recebe grande quantidade de turistas durante as temporadas de veraneio, o distrito de Cachoeira do Bom Jesus tem suas condições ambientais influenciadas por essa população flutuante e os resultados das análises apresentados na primeira fase de coletas comprovam isso.

Outro fator que tem influência sobre as concentrações apresentadas pelos corpos hídricos do local é a precipitação. Nos períodos de estiagem ocorre uma menor diluição e um conseqüente acúmulo de poluentes nos mesmos. Tal fato foi observado nos resultados da terceira fase de coletas.

Contribui de forma significativa para o estado de degradação apresentado pelos corpos hídricos analisados, o excesso de canais de drenagem indevidamente construídos e sem disporem de manutenção e limpeza adequada por parte da prefeitura. Tais canais encontram-se altamente eutrofizados e assoreados, recebendo, em muitos casos, despejos de esgoto doméstico “*in natura*”. Por apresentarem ainda baixa declividade, os mesmos apresentam água parada e é comum a ocorrência de maus odores e proliferação de insetos, o que apresenta risco para a saúde pública.

Ainda no que se refere aos canais de drenagem presentes no local de estudo, tem-se uma situação de alta complexidade na área próxima à ETE de Canasvieiras, pois, conforme discutido no ponto P12, pode haver influência do corpo receptor da estação sobre a qualidade da água na bacia do Rio Sanga dos Bois e, conseqüentemente, na Laguna de Ponta das Canas. Tal fato merece especial atenção por parte da CASAN e da prefeitura, pois são de extrema urgência a manutenção dos canais de drenagem e a correta destinação do efluente da estação.

Também merecem especial atenção do poder público as áreas de nascentes, as encostas e topos de morro, de forma a garantir que a água chegue na qualidade satisfatória à Laguna. Para isso, deve haver devida atenção no que se refere à rede de drenagem pluvial que, em geral, apresentou suspeita de contaminação por esgotos domésticos.

A Laguna de Ponta das Canas e o manguezal adjacente, por serem consideradas áreas de preservação permanente (APP), e por serem locais de contato direto das pessoas com a água, não deveriam apresentar as condições verificadas com a análise da água em alguns pontos pertencentes às mesmas, indicando o aporte irregular de esgoto doméstico no sistema lagunar e colocando em risco a saúde da comunidade e dos freqüentadores do local.

Para se remediar tal situação e reverter esse quadro é imprescindível a implantação de sistema de coleta e tratamento do esgoto sanitário do local. Apesar de diversas residências possuírem sistemas individuais de tratamento, como fossa-filtro, fossa-sumidouro e, possivelmente, fossas negras, em períodos de alta precipitação e aumento da população flutuante (verão), pode haver a saturação do solo e conseqüente contaminação das águas subterrâneas e superficiais da área.

É fundamental também, o fechamento das ligações clandestinas de esgoto na rede de drenagem pluvial e posterior fiscalização de possíveis contribuintes irregulares, de forma a evitar o aporte de contaminação fecal á Laguna.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASSO, C. C. **O rearranjo espacial da localidade de ponta das canas, Florianópolis – SC.** Dissertação de mestrado. Departamento de Geociências – UFSC. Florianópolis, 1997.

BRAGA,B; HESPANHOL,B.; CONEJO, J. G. L.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à Engenharia Ambiental.** São Paulo: Prentice Hall, 2002.

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento de águas subterrâneas e dá outras providências. Disponível em <http://www.mma.gov.br> .

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 396, de 03 de abril de 2008.** 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. Disponível em <http://www.mma.gov.br> .

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução nº 397, de 03 de abril de 2008.** Altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § 5º, ambos do art. 34 da Resolução nº 357/05 do CONAMA. Disponível em <http://www.mma.gov.br> .

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências. Disponível em <HTTP://www.planalto.gov.br> .

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em <HTTP://www.planalto.gov.br> .

CECCA/FNMA – Centro de Estudos, Cultura e Cidadania – Fundação Nacional do Meio Ambiente. **Uma cidade numa ilha: Relatório sobre os problemas sócio-ambientais da Ilha de Santa Catarina.** Florianópolis. Insular, 1996.

FELLENBERG, Gunter. **Introdução aos problemas de poluição ambiental.** Editora da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1980.

FIDÉLIS FILHO, N. L. **Uma abordagem sobre as profundas modificações na morfometria fluvial da bacia hidrológica do rio Ratonés – Florianópolis, SC – num período de 40 anos e suas possíveis conseqüência.** Dissertação de mestrado – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFSC. Florianópolis, 1998.

FLORIANÓPOLIS. **Lei Municipal 4565/1994**. Dispõe sobre normas relativas à saúde e à Vigilância Sanitária no município de Florianópolis, estabelece penalidades e dá outras providências.

MENDONÇA, M.; CARVALHO, L. R.; SILVA, A. D.; SLOMPO, C. T. J.; RIBEIRO, C. M. B.; FREITAS, J. O.; FILHO, O. R. ;FUCHS, R. B. H.; SOUZA, R. R.; FERREIRA, S. B.; MENDONÇA, S. **Estudo preliminar de geomorfologia costeira na Ilha de Santa Catarina: Daniela e Ponta das Canas**. Geosul – UFSC. Florianópolis, 1998.

MOTA, S. Introdução à Engenharia Ambiental, ABES, 1a. ed., 1997, 280p.

PESSON, P; RIVIÉRE J. ; CABRINDEC R. ; BOWARD P. ; VIVIER P. LAURENT P. ; ANGELI N. ; DESCY J. P. ; WATTEZ J. R. ; TUFFÉRY G. ; VERNEAUX J. . **La contamination de las aguas continentales**. Editora Mundi Prensa. Madrid, 1979.

SANTA CATARINA. **Decreto Nº 14.250, de 5 de junho de 1981**. Regulamenta dispositivos da Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1980, referentes à Proteção e a Melhoria da Qualidade Ambiental. Disponível em www.aguas.sc.gov.br .

SANTA CATARINA. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Resolução nº003/2007**. Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água em Santa Catarina e dá outras providências. Disponível em www.aguas.sc.gov.br .

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável. **Panorama dos Recursos Hídricos de Santa Catarina**. Governo de Santa Catarina, 2007. Disponível em www.aguas.sc.gov.br .

THOMANN, R. V. , MULLER, J. A. **Principles of surface water quality modeling and control**. Harper International Edition. 1987.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3ª Edição. Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Editora da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte, 2005.

VÁRZEA, V. **Santa Catarina – A Ilha**. Editora Lunardelli. Florianópolis, 1995.

