

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
NÚCLEO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL – NEAMB

RELATÓRIO FINAL

**PROJETO “DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL PARA CRIAÇÃO DE UNIDADE
DE CONSERVAÇÃO EM ITAPEMA/SC”**

VOLUME 1

MEIO FÍSICO

Florianópolis, Março de 2010

DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL PARA CRIAÇÃO DE UNIDADE DE CONSERVAÇÃO EM ITAPEMA/SC

Organizadores e diagramação

**João Daniel Torres Simões Pires
Rodrigo Cesar Cordova Bicudo Merege**

Coordenador

Guilherme Farias Cunha

**Núcleo de Educação Ambiental do Centro Tecnológico da
Universidade Federal de Santa Catarina**

Florianópolis 2010

Diagnóstico Socioambiental do município de Itapema para a criação de

Unidades de Informação / Guilherme Farias Cunha (Coordenação) ;

João Daniel Torres Simões Pires, Rodrigo Cesar Cordova Bicudo

Merege (Organização). – Florianópolis: UFSC, 2010.

3 v.652f. ; 30 cm

Relatório de Projeto de Pesquisa – Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2010.

Conteúdo: v. 1. Meio físico – v. 2. Meio Biótico – v. 3. Socioeconômico.

Ficha Catalográfica elaborada pela Bibliotecária Halana Cristina Baldissera – CRB14/871

COORDENAÇÃO TÉCNICA E EXECUTIVA

Eng.º Civil e Professor Guilherme Farias Cunha, coordenador do Núcleo de Educação Ambiental (NEAmb) vinculado ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina Engenheiro Sanitarista e Ambiental João Daniel Torres Simões Pires, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da UFSC (PPGEA) e membro do Conselho Técnico do NEAmb.

Formando do curso de Ciências Biológicas (UFSC) Rodrigo Cesar Cordova Bicudo Merege, membro do Conselho Técnico do NEAmb

Formando do curso de Administração (UFSC) Rafael Dal Pont, membro Conselho Administrativo do NEAmb

RELATÓRIOS TEMÁTICOS

Responsáveis Técnicos

Volume 1 - Meio Físico

Geomorfologia, Geologia e Pedologia

Eng.ª Agrônoma e Geógrafa Dr.ª Angela da Veiga Beltrame, Professora do Dept. Geociências da UFSC (GCN) Geógrafa Cristina Covello, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFSC

Hidrologia e Climatologia

Eng.º Sanitarista e Ambiental João Daniel Torres Simões Pires, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da UFSC (PPGEA) e membro do Conselho Técnico do NEAmb

Eng.º Sanitarista e Ambiental Marcelo Pedro Cutarelli, mestrando do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

Formando do curso Engenharia Sanitaria e Ambiental (UFSC) Danilo Cunha de Alcantara, membro do Conselho Administrativo do NEAmb

Monitoramento da Qualidade das Águas Superficiais

Eng.º Sanitarista e Ambiental João Daniel Torres Simões Pires, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da UFSC (PPGEA) e membro do Conselho Técnico do NEAmb

Eng.º Sanitarista e Ambiental Marcelo Pedro Cutarelli, mestrando do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

Formando do curso Engenharia Sanitaria e Ambiental (UFSC) Danilo Cunha de Alcantara

Geoprocessamento e Produção de Mapas

Eng.º Sanitarista e Ambiental Marcelo Pedro Cutarelli, mestrando do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

Eng.º Sanitarista e Ambiental Frederico Genofre, bolsista do Grupo Transdisciplinar de Governança da Água e do Território da UFSC (GTHidro)

Volume 2 - Meio Biótico

Vertebrados terrestres

Biólogo Dr. Mauricio Eduardo Graipel, especialista responsável pela Mastofauna e Pesquisador do Departamento de Ecologia e Zoologia da UFSC (ECZ)

Biólogo Tobias Saraiva Kunz, especialista responsável pela Herpetofauna e mestrando do Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

Biólogo Ivo Rohling Ghizoni Jr, especialista responsável pela Avifauna

Formando do curso de Ciências Biológicas (UFSC) Rodrigo Cesar Cordova Bicudo Merege

Ictiologia

Bióloga Dr.ª Sonia Buck, Professora do Departamento de Ecologia e Zoologia da UFSC (ECZ) e coordenadora do Laboratório de Ictiologia da UFSC.

Bióloga Dr.ª Miriam Santana Ghazii, Pesquisadora Departamento de Ecologia e Zoologia da UFSC (ECZ)

Formandas do curso de Engenharia de Aquicultura (UFSC) Ana Paula Burigo e Aline Brum

Formando do curso de Ciências Biológicas (UFSC) Rodrigo Cesar Cordova Bicudo Merege

Culicídeos

Biólogo Dr. Carlos Brisola Marcondes, Professor do Departamento de Microbiologia e Parasitologia da UFSC (MIP) e coordenador Laboratório de Entomologia Veterinária da UFSC

Biólogo Marco Jacometto Marchi, bolsista do Laboratório de Entomologia Veterinária da UFSC.

Formando do curso de Ciências Biológicas (UFSC) Rodrigo Cesar Cordova Bicudo Merege

Flora

Biólogo Anderson Santos de Mello, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da UFSC

Biólogo Cássio Daltrini Neto, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da UFSC

Bióloga Tarsis de Aguiar, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal da UFSC

Formando do curso de Ciências Biológicas (UFSC) Rodrigo Cesar Cordova Bicudo Merege,

Volume 3 – Socioeconômico

Arqueologia

Historiador e Arqueólogo Rafael de Alcantara Brandi , Doutorando da Universidade de São Paulo (USP) e pesquisador Munseu

Socioeconomia e Saúde

Geógrafo Fabio Macedo, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFSC

Eng.º Civil Guilherme Farias Cunha

Eng.º Sanitarista e Ambiental João Daniel Torres Simões Pires mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da UFSC (PPGEA) e membro do Conselho Técnico do NEAmb

Formando do curso de Ciências Biológicas (UFSC) Rodrigo Cesar Cordova Bicudo Merege,

Educação Ambiental e Governança

Eng.º Sanitarista e Ambiental João Daniel Torres Simões Pires, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da UFSC (PPGEA) e membro do Conselho Técnico do NEAmb

Bióloga Maya Ribeiro Baggio, coordenadora da Agencia de Educação Ambiental (AGEA)

Formando do curso de Ciências Biológicas (UFSC) Rodrigo Cesar Cordova Bicudo Merege

Formando do curso Engenharia Sanitária e Ambiental Richard Smith, membro do Conselho Técnico do NEAmb e bolsista do Grupo Transdisciplinar de Gestão da Água e do Território da UFSC (GTHidro).

Equipe de Apoio da Fundação Ambiental da Área Costeira de Itapema (FAACI)

Biólogo Javier Toso – Chefe de Unidades de Conservação e Fiscalização Ambiental

Geógrafo Juaci do Amaral – Presidente da FAACI

Advogado e geógrafo Adilson Machiavelli – Ex-presidente da FAACI

Bióloga Aline Costa Feltrim – Técnica da FAACI

Eng.º Sanitarista Karlem B. Bunn e Paola Custódio Leal – Técnicos da FAACI

Capa

Rodrigo Cesar Cordova Bicudo Merege

AGRADECIMENTOS

O Núcleo de Educação Ambiental do Centro Tecnológico (NEAmb) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) agradece a oportunidade de realizar este projeto de extensão do qual este documento é um dos produtos finais. Também somos muito gratos à participação de diferentes órgãos, no âmbito federal, estadual e municipal, tais como o Ministério Público Federal da Comarca de Itajaí, Escritório Municipal da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), da Fundação Ambiental Área Costeira de Itapema (FAACI) e da Prefeitura Municipal de Itapema.

Agradecemos ao atual diretor-presidente da FAACI, Juaci do Amaral, ao anterior Adilson Machiavelli e ao amigo Biólogo e fiscal do município Javier Toso por sua infalível assistência durante esse ano de trabalho. Somos muito gratos à Secretária Municipal de Educação pelo apoio incondicional das atividades realizadas pelo NEAmb e a participação em todos os encontros realizados. Agradecemos aos extensionistas da EPAGRI, Wilmar Benjamim Schmitt e Maria de Fátima Stippe, pela assídua participação em todas as etapas do projeto. Com disposição e confiança, foram facilitadores fundamentais para o acesso a certas comunidades.

Agradecemos ao Restaurante Indaiá, no apoio das equipes de pesquisa envolvidas no projeto, na preparação das refeições durante os dias de trabalho em campo; ao acolhimento recebido pelas equipes do projeto das organizações da sociedade civil e aos demais moradores preocupados com o futuro da cidade, em particular aos participantes das oficinas realizadas pelo NEAmb, de maneira especial às associações de moradores e professores da rede pública municipal, que possibilitaram troca de experiências de vida, como ocorrido na Colônia de Pescadores Z-19, no Canto da Praia, na Escola Bento Eloi Garcia no Bairro Morretes.

Agradecemos à equipe de profissionais que foi responsável por realizar este projeto, pela agradável convivência, sugestões, troca de conhecimentos, auxílios na união e organização das atividades desenvolvidas possibilitando a reunião e comparação de dados e uma melhor compreensão dos fatores sociais, físicos e biológicos.

Agradecemos ao Coordenador-Geral Dr. Guilherme F. Cunha, responsável por diversas orientações e a própria viabilidade institucional do projeto de extensão. Agradecemos também ao Geógrafo Orlando Ferretti pelas valorosas contribuições e ponderações muito pertinentes à finalização deste projeto.

E finalmente agradecemos aos familiares da equipe de coordenação que com enorme paciência suportaram a ausência dos seus nos finais de semana e durante as longas noites de atualização das rotinas técnico-administrativas do projeto.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	12
INTRODUÇÃO.....	13
1. GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA E PEDOLOGIA.....	15
1.1 ÁREA DE ESTUDO	16
1.2 METODOLOGIA	17
1.2.1 LEVANTAMENTO GEOLÓGICO	17
1.2.2 LEVANTAMENTO GEOMORFOLÓGICO.....	17
1.2.3 LEVANTAMENTO PEDOLÓGICO	18
1.3.1 GEOLOGIA REGIONAL.....	19
1.3.2 GEOLOGIA LOCAL.....	23
1.3.2.1 EMBASAMENTO ROCHOSO	23
1.3.2.1.1 - COMPLEXO CAMBORIÚ - CC	23
1.3.2.1.3 - GRANITOIDES SINTECTÔNICOS.....	24
1.3.2.1.4 - GRANITO ITAPEMA.....	24
1.3.2.1.5 PLANÍCIE COSTEIRA	25
1.4.1 CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS	30
1.4.1.1 DOMÍNIO MORFOESTRUTURAL DOS EMBASAMENTOS EM ESTILOS COMPLEXOS	31
1.4.1.1.1 REGIÃO GEOMORFOLÓGICA SERRAS DO LESTE CATARINENSE	32
1.4.1.1.2 UNIDADE GEOMORFOLÓGICA SERRAS DO TABULEIRO/ITAJAÍ	32
1.4.1.1.2 DOMÍNIO MORFOESTRUTURAL DOS DEPÓSITOS SEDIIMENTARES.....	36
1.4.1.1.5 COMPARTIMENTO COLÚVIO-ALUVIONAL	44
1.4.2 TIPOS DE MODELADOS	45
1.4.2.1.2 MODELADO DE DISSECAÇÃO EM MORROS.....	46
1.4.2.2 MODELADO DE ACUMULAÇÃO	46
1.5 PEDOLOGIA	48
1.5.1 CARACTERÍSTICAS DOS TIPOS DE SOLO.....	48
1.5.1.1 ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO	48
1.5.1.2 CAMBISSOLO DISTRÓFICO	49
1.5.1.3 GLEISSOLO MELÂNICO DISTRÓFICO OU GLEI POUCO ÚMIDO	49
1.5.1.4 SOLO ORGÂNICO ÁLICO OU ORGANOSSOLO	50
1.5.1.5 SOLOS HALOMÓRFICOS OU INDISCRIMINADOS DE MANGUE.....	50
1.5.2 ANÁLISES	51
1.5.2.1 ANÁLISE DE SUCEPTIBILIDADE A RISCOS AMBIENTAIS.....	51
1.5.2.2 ANÁLISES DA SUSCEPTIBILIDADE A RISCOS AMBIENTAIS EM ITAPEMA	53
1.5.3 PONTOS DE INTERESSE	55
2. HIDROLOGIA E CLIMATOLOGIA	57
2.1 DIVISÃO HIDROGRÁFICA DE ITAPEMA	59
2.1.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DAS SUB-BACIAS	59
2.1.1.1 SUB-BACIA DO RIO MATA CAMBORIÚ	59
2.1.1.2 SUB-BACIA DO RIO PEREQUÊ.....	61
2.1.1.3 SUB-BACIA DO RIO AREAL.....	63
2.2 CARACTERIZAÇÃO PLUVIMÉTRICA.....	64
2.2.1 ESCOLHA DAS ESTAÇÕES PARA O ESTUDO.....	64

2.2.2 AQUISIÇÃO E ARMAZENAMENTO DOS DADOS DE CHUVA	66
2.2.3 ANÁLISE DOS DADOS – PREENCHIMENTO DE FALHAS.....	67
2.2.3.2 DISTRIBUIÇÃO SAZONAL.....	68
2.3 CARACTERIZAÇÃO FLUVIOMÉTRICA	70
2.3.1 VAZÃO MÉDIA DE LONGO PERÍODO (QMLP)	70
2.3.1.1 DISTRIBUIÇÃO SAZONAL DAS VAZÕES	71
2.4 CARACTERIZAÇÃO DA TEMPERATURA	72
2.4.1 TEMPERATURA MÁXIMA	73
2.4.2 TEMPERATURA MÍNIMA	74
2.5 UMIDADE RELATIVA DO AR.....	74
2.6 VENTOS.....	75
2.7 EVAPOTRANSPIRAÇÃO.....	76
3. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS	79
3.1 PARÂMETROS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS	79
3.1.1.OXIGÊNIO DISSOLVIDO	80
3.1.2. COLIFORMES FECAIS (TERMOTOLERANTES).....	80
3.1.3.POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)	80
3.1.4 CONDUTIVIDADE	81
3.1.5. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO 5,20)	81
3.1.6 DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO	82
3.1.7 NITROGÊNIO TOTAL KJELDHAL.....	82
3.1.8 FÓSFORO TOTAL.....	83
3.1.9 TURBIDEZ.....	83
3.1.10 SÓLIDOS TOTAIS.....	84
3.1.11 TEMPERATURA	84
3.2 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)	84
4. LEGISLAÇÃO BÁSICA	88
5. CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA	88
5.1 LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA.....	89
5.2 DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE COLETA.....	90
6.PLANO AMOSTRAL.....	93
6.1 PROCEDIMENTO DE COLETA	94
6.1.1 ANÁLISES.....	95
7. RESULTADO E DISCUSSÃO	98
7.1 COMPLEXO HIDROLÓGICO DO RIO MATA-CAMBORIÚ	98
7.1.1 RIO DA MATA-CAMBORIÚ	98
7.1.2 RIO PRAIA GROSSA	106
7.2 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO AREAL	110
7.2.1 RIO FABRÍCIO.....	110
7.2.2 RIO SÃO PAULINHO.....	116
7.2.3 RIO TABULEIRO DOS OLIVEIRAS	120
7.3 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PEREQUÊ.....	126
7.3.1 RIO PEREQUÊ.....	126
7.4 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)	131

8. CONCLUSÕES.....	133
ANEXOS.....	138
APÊNDICES.....	137

APRESENTAÇÃO

O Núcleo de Educação Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina (NEAmb/UFSC), no cumprimento de seus principais objetivos, tais como a realização de projetos de extensão universitária mediante a capacitação acadêmica, atendimento às carências da sociedade e defesa do meio ambiente, apresenta este trabalho. Foi aqui proposta a criação de duas Unidades de Conservação (UC) no município de Itapema, ambas devidamente enquadradas em categorias de acordo com a legislação federal pertinente. O estudo também foi acrescido de uma proposta preliminar de zoneamento ambiental. O NEAmb manifesta aqui sua satisfação por atuar de maneira efetiva na criação das UCs, com ampla participação do poder público regional e, principalmente, junto à comunidade itapemense e seu entorno.

Este trabalho reveste-se da maior importância do ponto de vista da conservação da natureza, pois foi concebido com o objetivo de proteger o rico patrimônio ambiental do município de Itapema. Essa região constitui-se num importante cinturão verde e em produtor de água para essa área de tão intensa urbanização do litoral Centro Norte de Santa Catarina.

O NEAmb estabeleceu importantes parcerias, em todos os níveis, na busca da efetividade deste trabalho, especialmente para o diagnóstico das áreas onde serão criadas as unidades de conservação. Foi neste sentido que o NEAmb juntou-se à Fundação Ambiental da Área Costeira de Itapema (FAACI), unindo esforços na elaboração desse diagnóstico e pré-zoneamento.

O convênio celebrado atribuiu à FAACI a responsabilidade de colaborar e apoiar os levantamentos em campo, além de trabalhar, em parceria com o NEAmb, o contato com a comunidade de Itapema. Essa parceria permitiu encarar o intenso desafio de conservar a natureza, especialmente em face das intervenções humanas por várias formas de exploração dos recursos naturais e, principalmente, da falta de planejamento em suas ações. Esse desafio foi aceito e as tarefas devidamente cumpridas pela parceria NEAmb/FAACI, com o apoio e participação de todos os segmentos sociais concernentes à Unidade de Conservação.

O NEAmb, ao apresentar este documento, vem, juntamente com a FAACI e Prefeitura de Itapema, justificar devidamente a necessidade de implementação de medidas preservacionistas e sobretudo disponibilizar ferramentas para uma melhor gestão das futuras UC's. Por meio desta publicação, pretende-se que todos os protagonistas envolvidos tenham acesso ao conhecimento produzido, permitindo ampla participação e efetividade na gestão dessas importantes Unidades de Conservação municipais.

Conselho Técnico do Núcleo de Educação Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade
Federal de Santa Catarina

INTRODUÇÃO

Este projeto surgiu do Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), firmado entre o Hotel Plaza Resort Spa e o Ministério Público de Santa Catarina, que tinha como diretriz a criação de Unidades de Conservação em Itapema. Este estudo foi fruto de uma parceria do Núcleo de Educação Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina (NEAmb-UFSC) e a Fundação Ambiental Área Costeira de Itapema (FAACI). O NEAmb elaborou uma proposta de projeto denominada “Diagnóstico Socioambiental para Criação de Unidade de Conservação (UC) em Itapema/SC”, a qual foi enviada para o Ministério Público Federal da Comarca de Itajaí no ano de 2008, sendo executado em 2009 com o suporte qualificado de professores, pesquisadores, acadêmicos e outros profissionais da UFSC.

O Projeto “Diagnóstico Socioambiental para Criação de Unidade de Conservação (UC) em Itapema/SC” consiste em uma série de levantamentos apresentados em três volumes dos meios físico, biótico e socioeconômico. Foram estudados os vertebrados terrestres e aquáticos, a vegetação, o clima, a geomorfologia e relevo, hidrografia e hidrologia, patrimônio cultural material e imaterial, a sociedade, a saúde e a economia. Com base nesses dados, foram elaborados relatórios e mapas temáticos para facilitar o entendimento. O objetivo foi comprovar a extrema relevância socioambiental em proteger áreas críticas de Itapema e futuramente em outros municípios vizinhos. A equipe técnica do projeto apresenta neste documento final os relatórios de cada área do conhecimento, para a descrição do que foi avaliado na área destinada à criação das Unidades de Conservação. Esses dados foram compilados em uma proposta de zoneamento ambiental do município, que se constitui essencialmente em instrumentos de apoio à tomada de decisões que sugerem a implantação de duas UCs no município.

Um destaque do Projeto que foi realizado no município de Itapema é a aplicação da Educação Ambiental e o moderno conceito de Governança da água e do território em escala municipal durante um período de oito meses antes da proposta de criação das UCs. A Educação Ambiental constitui-se em princípio básico e constante para a integração da sociedade de Itapema com os conhecimentos pertinentes à criação das UCs. Com este trabalho buscou-se a capacitação técnica e conceitual da comunidade de Itapema, visando à posterior manutenção e sustentabilidade das Unidades.

Após a audiência pública que irá preceder a provável implantação das UCs, a participação social e o poder público deverão ter como foco de atividade a criação dos conselhos gestores. Assim os conselhos podem solicitar o aprofundamento dos estudos nas áreas das futuras UCs, e a maior prioridade é a realização de um amplo levantamento fundiário nas áreas indicadas. Após esse detalhamento final das áreas das UCs, deve ser iniciada em um prazo máximo de um ano a construção dos Planos de Manejo das UCs.

As UCs a serem criadas têm um potencial formidável para gerar muitos benefícios para o município, como já acontece em diversas UCs do Brasil e do mundo, porém o investimento do município com relação à contratação de pessoal e fornecimento de infraestrutura de trabalho para a vasta gama de profissionais que podem exercer atividades nas UCs deve ser condizente com o potencial que elas apresentam. A busca da sustentabilidade econômica dessas UCs deve ser uma meta comum da sociedade civil organizada nos conselhos gestores e do poder público municipal, estadual e federal.

Essas UCs têm como principal objetivo a conservação da natureza. Os consequentes benefícios que são obtidos mediante a conservação serão desfrutados em Itapema por muitas gerações. Assim estará garantido um ambiente equilibrado, interligando corredores ecológicos na Mata Atlântica com água e outros recursos naturais abundantes para serem explorados de maneira racional e sustentável após a criação dessas UCs.

1. GEOMORFOLOGIA, GEOLOGIA E PEDOLOGIA

Esta pesquisa apresenta como objetivo realizar o levantamento de aspectos da geomorfologia, da geologia e dos tipos de solo (pedologia), que correspondem a uma parte do Diagnóstico Ambiental do Meio Físico do município de Itapema, para a criação de uma Unidade de Conservação. Para uma maior compreensão do que é, e da importância do conhecimento de cada tema pesquisado, estes terão seus conceitos explanados a seguir.

A Geomorfologia estuda as formas de relevo levando-se em conta sua natureza, origem, os processos que ocorrem no interior do planeta (forças endógenas – vulcanismo, terremotos, etc.) e aqueles externos (forças exógenas) vindos da atmosfera, além da composição dos materiais envolvidos (GUERRA e MARÇAL, 2006).

Os processos geomorfológicos são inter-relacionados e interdependentes aos demais componentes da natureza e, portanto, são dinâmicos. Logo, as formas de relevo vão sendo transformadas, alteradas, com o decorrer do tempo (anos ou mesmo milhões de anos). Contudo, o mau uso da terra pelas atividades humanas tem provocado uma aceleração desses processos, que, conseqüentemente, podem vir a causar danos ambientais, que repercutem em prejuízos para o homem ou mesmo em perdas de vidas humanas (GUERRA e MARÇAL, 2006).

Por isso é essencial o estudo geomorfológico para o entendimento dos ambientes naturais onde as sociedades humanas se estruturam, extraem os recursos para a sobrevivência e organizam o espaço físico-territorial (ROSS, 2003).

Algumas das formas do relevo podem ser explicadas mediante o estudo de seu embasamento, que é constituído por rochas, as quais fazem parte da área de estudo da geologia. A geologia, portanto, é o estudo dos agentes de formação e transformação das rochas, da composição e disposição destas na crosta terrestre, o que tem influência direta na dinâmica e forma do relevo e na composição dos solos. Além disso, o conhecimento da geologia tem uma grande importância na análise da qualidade da ocupação humana e aproveitamento dos recursos naturais, que compreendem desde os solos onde se planta e se constrói, até os recursos energéticos e matérias-primas industriais.

Conforme a EMBRAPA (2004), o solo é um material mineral ou orgânico inconsolidado na superfície da terra, que serve como meio natural para o crescimento e desenvolvimento de plantas terrestres. Este é considerado como um corpo dinâmico resultante dos processos de alteração e modificação (física, química, biológica ou antrópica) da rocha ou

sedimento. O solo é objeto de estudo da pedologia, ciência que estuda a pedogênese (formação do solo), a morfologia (forma) dos solos e sua classificação.

Segundo Lepsch (2002, p. 82) os levantamentos pedológicos “podem ser definidos como a aplicação sintética das informações pertinentes a formação e distribuição geográfica dos diferentes solos existentes em uma determinada localidade”.

O estudo dos solos é fundamental para o planejamento do uso das terras, pois estes são indicadores de estabilidade ambiental e, além disso, a maioria das atividades humanas tem seu desenvolvimento relacionado ao solo (habitação, agricultura, produção, etc.).

1.1 ÁREA DE ESTUDO

A área abrangida pela pesquisa corresponde ao município de Itapema, o qual faz parte da microrregião do Vale do Itajaí no estado de Santa Catarina, e localiza-se no litoral centro-norte do estado entre as coordenadas 27°05'25"S e 48°36'41"W. Limita-se ao norte com o município de Balneário Camboriú, ao sul com o município de Porto Belo, a oeste com Camboriú e a leste com o Oceano Atlântico, sendo cortado pela BR-101 no sentido norte-sul, e está localizado a 60 km ao norte de Florianópolis. A área municipal total é de 52 Km² e está contida na Carta Topográfica Camboriú, escala de 1:50.000, mapa elaborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), referente à Folha: SG.22-Z-D-II-2/III-1MI-2894-2/2895-1, publicado em 1983.

1.2 METODOLOGIA

1.2.1 Levantamento Geológico

A caracterização geológica foi realizada mediante levantamento bibliográfico e cartográfico da geologia da área de estudo: Rivera et al (2004), Silva e Bortoluzzi (1987), Scheibe (1986) e Caruso Jr. et al (2000), o que permitiu realizar a descrição da evolução geológica regional por meio de estudos sobre a litologia e sua distribuição no município onde será criada a Unidade de Conservação.

Para o mapeamento do embasamento rochoso foi utilizado o mapeamento geológico em escala 1:25000, realizado por alunos e professores do Curso de Geologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) nas folhas Camboriú e Itajaí (Projeto Camboriú - UFRGS 2000), o qual em parte é abordado pelo artigo de Rivera et al. (2004). As formações geológicas de Itapema contidas nesse mapa, no entanto, foram repassadas por fotointerpretação para as fotos aéreas de 1978 em escala 1:25.000, para a elaboração do mapa geológico através do *software* ArcGis 9.2. Já para o mapeamento da geologia costeira foram realizadas fotointerpretação nas fotos aéreas de 1978 e pesquisas de campo para o reconhecimento destes, e as etapas de trabalho consistem basicamente nas mesmas efetuadas para o mapeamento geomorfológico descrito no item abaixo.

1.2.2 Levantamento Geomorfológico

A cartografia (elaboração do mapa) e análise geomorfológica seguem os pressupostos das metodologias propostos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (1995), Herrmann e Rosa (1991) e Ross (2003). Baseou-se no levantamento bibliográfico e cartográfico da geomorfologia da área de estudo, em pesquisas de campo e na elaboração de mapa temático, que permitiu estabelecer análise do relevo em aspectos como: compartimentação topográfica; caracterização dos padrões de formas e das vertentes; classificação das formas de relevo quanto a sua gênese e dinâmica atual; classificação das formas de relevo quanto a sua fragilidade potencial e emergente.

Os materiais de pesquisa utilizados neste estudo geomorfológico foram: fotografias aéreas na escala 1:25.000 do ano de 1978; estereoscópio (aparelho que permite visualizar imagem tridimensional com base em pares de fotografias aéreas); parte da Carta Topográfica

do IBGE, folha Camboriú, na escala 1:50.000 de 1983; GPS (para a coletas de pontos), máquina fotográfica digital e uma pá.

As etapas de trabalho consistiram basicamente em:

- a) Levantamento de bibliografia e materiais cartográficos de apoio existentes sobre a área estudada;
- b) Fotointerpretação preliminar feita nas fotografias aéreas para analisar, interpretar e delimitar as diferentes formas do relevo;
- c) Atividades de campo ou saídas de campo, que consistem em trajetos terrestres. Estas visam a eliminar as dúvidas surgidas durante a fotointerpretação preliminar, acrescenta elementos sobre a descrição do relevo, bem como a tomada de fotografias;
- d) Os dados coletados em campo são incorporados ao mapeamento na etapa denominada reinterpretação;
- e) A última etapa é a elaboração do Mapa Geomorfológico na escala 1:25.000, por meio do software ArcGis 9.2, e da nota explicativa em que estão contidas informações sobre a composição do mapa e descritas as características geomorfológicas da área.

1.2.3 Levantamento Pedológico

Para a caracterização pedológica foi realizada revisão bibliográfica e cartográfica preexistente, EMBRAPA (2004) e Uberti (2005), além da fotointerpretação de fotografias aéreas (escala 1:25000) e coletas de informações em campo na planície costeira, e teve como objetivo caracterizar os principais tipos de solos presentes abordando as suas características físicas e químicas fundamentais. Os solos foram classificados segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos EMBRAPA (1998), vigente no território nacional.

1.3 RESULTADOS

1.3.1 Geologia regional

A crosta terrestre é formada por diferentes tipos de rochas e minerais, os quais possuem como principais componentes o oxigênio, silício, alumínio, ferro, magnésio, cálcio, potássio e sódio. As combinações químicas e os diferentes arranjos cristalinos desses elementos produzem essa grande diversidade de rochas e minerais. As rochas, portanto, formam os continentes e fundos dos oceanos, e registram os fenômenos de transformação da superfície e do interior da crosta terrestre. De acordo com o seu processo de formação, classificam-se em ígneas, sedimentares e metamórficas. Contudo, as rochas estão num processo constante de transformação.

Estas, uma vez expostas à atmosfera e à biosfera, passam a sofrer a ação do intemperismo por meio de reações de oxidação, hidratação, solubilização, ataques por substâncias orgânicas, variações diárias e sazonais de temperatura, entre outras. O intemperismo faz com que percam sua coesão, sendo erodidas, transportadas e depositadas em depressões ou planícies e terraços adjacentes ao embasamento, constituindo assim os depósitos sedimentares. Além disso, qualquer tipo de rocha (ígneas, sedimentar, metamórfica) que sofra a ação de altas pressões e temperaturas sofre transformações mineralógicas e texturais, tornando-se uma rocha metamórfica. Quando as condições de metamorfismo forem muito intensas, as rochas podem fundir-se, gerando magmas que, ao solidificar-se, darão origem a novas rochas ígneas. Esses processos ocorrem porque a crosta deste planeta está em constante transformação e evolução.

De acordo com Scheibe (1986) “De leste para oeste, afloram hoje no território catarinense os sedimentos recentes do litoral, uma faixa de rochas magmáticas e metamórficas mais antigas, a sucessão das rochas sedimentares gondwânicas e os derrames de lavas básicas, intermediárias e ácidas da Formação Serra Geral”.

Assim, a área de estudo quanto aos aspectos regionais corresponde aos sedimentos recentes do litoral (coberturas cenozoicas) depositados e ancorados no embasamento da porção nordeste da Província Mantiqueira, que compreende o Escudo Atlântico. Este é denominado de Escudo Catarinense no trecho que se estende pelo estado de Santa Catarina, e corresponde às rochas magmáticas e metamórficas mais antigas.

Logo, na região onde o município de Itapema está localizado, encontram-se rochas graníticas e metamórficas. As rochas graníticas são formadas de magma primário e de outras rochas que sofreram fusão, resfriamento e solidificação. Diferentes profundidades de resfriamento determinam a variabilidade granulométrica (tamanho dos cristais) apresentada pela rocha. Já as rochas metamórficas são formadas quando as rochas sedimentares, ígneas ou metamórficas são submetidas a pressões intensas ou altas temperaturas, e sofrem transformações e modificações mineralógicas, texturais e granulométricas, originando assim novas rochas.

Os metamorfismos causados nas rochas ígneas da região Nordeste da Província Mantiqueira, em uma pequena área no leste do estado de Santa Catarina, onde se situa o município de Itapema, são decorrentes do Cinturão de Cisalhamento Sul-brasileiro, denominado localmente como Sistema Dobrado Tijucas. Este é um importante sistema de cisalhamento com mais de 2400 km de extensão, que afeta os terrenos pré-cambrianos do Brasil e Uruguai, separando o cinturão de rochas Supracrustais (rocha magmática efusiva consolidada na parte superior da crosta terrestre) a NW, de um cinturão de rochas Granitoides (granitos com textura granular) a SE, enquanto a NE alcança a linha de costa atlântica. Esse Cinturão representa uma faixa metamórfica do Proterozóico Superior, e está totalmente incluso na unidade geomorfológica Serras do Tabuleiro/Itajaí.

O Cinturão de Cisalhamento Sul-brasileiro é compartimentado em duas grandes estruturas transcorrentes (falhas onde os blocos deslocam-se segundo a direção desta): a Zona de Cisalhamento Itajaí (ZCI) e a Zona de Cisalhamento Major Gercino (ZCMG) (Figura 1.1, (a) e (b)).

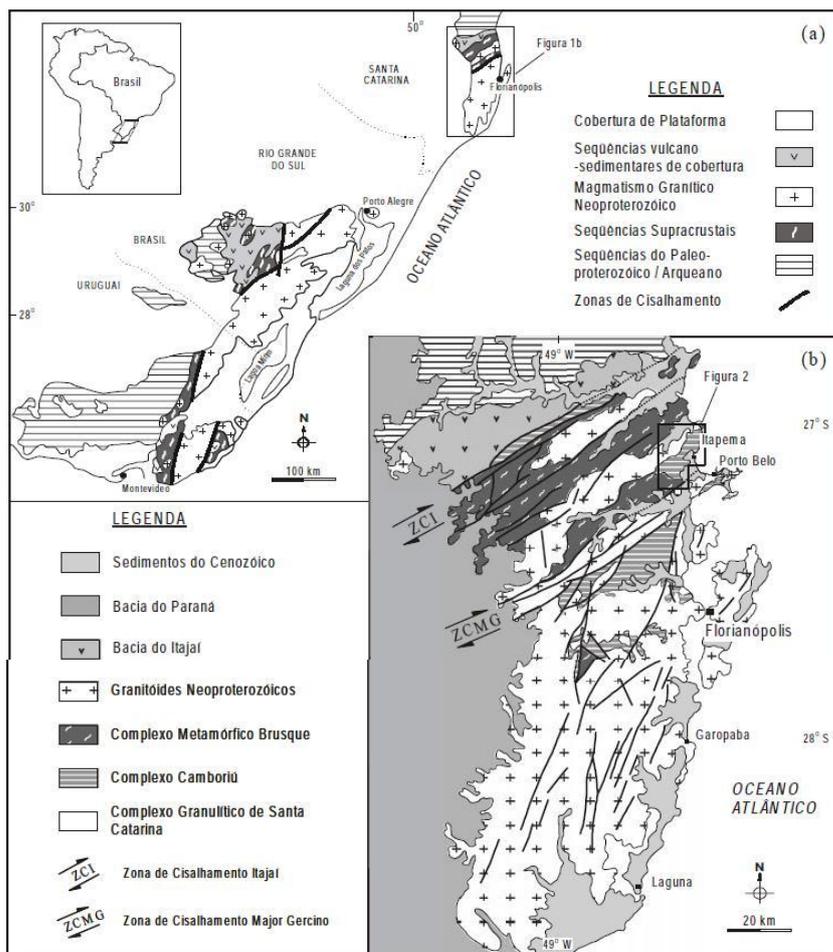


Figura 1.1 - Contexto geológico e geotectônico regional: (a) Compartimentação dos escudos Catarinense, Sul-rio-grandense e Uruguaio; (b) Compartimentação geológica e principais traços tectônicos de parte do Escudo Catarinense. Fonte: Riveira et al. (2004)

A ZCI tem 10 a 15 km de largura, direção NE, e sofreu movimento dextral. É formada por rochas miloníticas (rocha finamente triturada, laminada e recristalizada, formada pela moagem extrema devido a movimentos tectônicos) de foliação subvertical com direção aproximada de N45°E e apresenta estrutura em padrão entrelaçado. A norte essa zona limita-se com o Complexo Granulítico de Santa Catarina (CGSC) e com as seqüências vulcanosedimentares da Bacia do Itajaí. O CGSC é constituído principalmente por rochas gnaisses, mas também ocorrem calcissilicatadas, piroxênios, anortositos, anfíbolitos, quartzitos e silimanita gnaisses, que atingiram grau metamórfico de fácies granulítico, e possuem foliação metamórfica com direção NE. Dados geocronológicos de U-Pb obtidos por Hartmann et al. (2003) indicam dois eventos, um com idade 2.716 ± 12 Ma para a formação das rochas, e idades de 2.168 ± 18 Ma e 2.675 ± 12 Ma para o metamorfismo (SCHROEDER, 2006; RIVERA et al., 2004).

A ZCMG está localizada aproximadamente 50 km a sudeste da ZCI, possui direção NE, aproximadamente 20km de largura e sofreu movimento destal. Apresenta estruturas dúcteis-rúpteis (deformações e fraturas) e rochas miloníticas em formas alongadas que estão cisalhadas, deformadas devido a esforços tectônicos nas suas bordas. Essa zona separa duas áreas geologicamente diferentes, a sudeste o Domínio Interno do Cinturão Dom Feliciano, que corresponde aos granitoides, e a noroeste o Complexo Metamórfico Brusque, composto por rochas supracrustais.

O Complexo Metamórfico Brusque (CMB) é, portanto, formado por sequências supracrustais, cujo ambiente de deposição pode estar relacionado a uma margem continental passiva ou a um *rift* intracontinental. Esse Complexo está limitado pela ZCI e ZCMG, desde Itajaí até o município de Vidal Ramos, onde é coberto pelas litologias da Bacia do Paraná. O Complexo Camboriú (CC) também ocorre nessa região do Escudo Catarinense em quatro áreas sob diferentes designações locais, sendo composto por uma associação de gnaisses, migmatitos e granitos, com foliação subhorizontal.

Além das formações rochosas, como mencionado anteriormente, há também os depósitos sedimentares que formam a planície costeira, os quais são recentes, depositados no período terciário-quaternário pelas oscilações do nível do mar. Estes são classificados como depósitos litorâneos e continentais. Abaixo consta coluna estratigráfica com os sistemas mapeados no município de Itapema e suas respectivas idades (Quadro 1.1).

Sistema	Unidade litoestratigráfica	Idade		
		Período	Época	Anos (M.a)
Litorâneo	Depósito marinho praial	Quaternário	Holoceno	0,01
	Depósito paludial			
	Depósito lagunar		Pleistoceno	1,6
	Depósito eólico			
Continental	Depósito aluvial	Proterozóico ao Eo-Paleozóico	Plioceno (ao Holoceno)	5,3
	Depósito colúvio-aluvional			
Embasamento	Complexo Camboriú	Proterozóico ao Eo-Paleozóico	Indiferenciado	2500 a 286
	Complexo Metamórfico Brusque			
	Granitoides Sintectônicos			
	Granito Itapema			

Quadro 1.1 - Coluna estratigráfica dos sistemas mapeados no município de Itapema
 Fonte: Elaboração de Cristina Covello, 2009

1.3.2 Geologia Local

1.3.2.1 Embasamento Rochoso

O município de Itapema situa-se na região compreendida entre a ZCI e a ZCMG sendo, portanto, uma zona de baixa deformação transcorrente. Nos mapas geológicos de pequena escala, como o de Silva e Bortoluzzi (1987), consta que na área de estudo ocorre o predomínio do Complexo Camboriú. Contudo, o mapeamento geológico, em escala 1:25 000, realizado pelos alunos e professores do Curso de Geologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul nas folhas Camboriú e Itajaí (Projeto Camboriú - UFRGS 2000) desmembrou essa ocorrência em uma área gnáissica, na qual se manteve a denominação de Complexo Camboriú, e uma grande área granítica que antecede as suítes neoproterozoicas designada Granito Itapema. Ao norte e a sul dessa faixa central, ocorrem as rochas do CMB, além de vários corpos graníticos neoproterozoicos que foram intrudidos no conjunto (RIVERA et al., 2004).

1.3.2.1.1 - Complexo Camboriú - CC

Na área estudada, o Complexo Camboriú é formado por uma associação de orto- e paragneisses quartzo-feldspáticas e anfibolíticas (gneisses produzidas pela transformação da rocha ígnea e oriunda do metamorfismo de sedimentos respectivamente), subordinadamente pelíticos e calcissilicatados. Tem como estrutura principal um bandamento (estrutura de foliação metamórfica em bandas) regular e contínuo, ocasionado pela alternância de bandas máficas (mineral de cor escura com teores expressivos de Fe e de Mg) e félsicas (mineral de cor clara), da fácies anfibolito médio a superior acompanhado de migmatização (fusão parcial) e formação de leucogranitos. O bandamento possui geometria original sub-horizontal reconstituída apenas localizadamente devido à superposição de dobras isoclinais (dobras que se orientam com a mesma inclinação) e cisalhamento (fraturação das rochas), em condições de alta temperatura, seguidos por dobras abertas, em temperatura decrescente. As lineações minerais e de distensão tornam-se preferencialmente para NE a N (RIVERA et al., 2004; GUERRA, 1989).

1.3.2.1.2 Complexo Metamórfico Brusque – CMB

Esse complexo é composto por sequências metassedimentares clásticas (rocha metamórfica que deriva de rochas sedimentares composta por fragmentos desagregados) e químicas. Ocorrem também, mas em menor expressão, rochas metavulcânicas (rocha metamórfica que deriva de rochas vulcânicas). A xistosidade principal, orientação preferencial em planos ou linhas dos minerais recristalizados, mergulha com baixo a médio ângulo para SW ou NW. Segundo Rivera et al. (2004), na porção sul da área estudada, foi individualizada uma pequena ocorrência de milonitos quartzo-feldspáticos, os quais são bandados, com lineação de estiramento NW-SE. Os metamorfitos do CMB localizam-se estruturalmente acima e abaixo desses milonitos e possuem paragênese metamórfica (conjunto de minerais em rochas metamórficas que evoluíram associadamente em equilíbrio geoquímico e termodinâmico) de fácies xistos verdes a anfíbolito inferior, excetuando os efeitos de metamorfismo de contato nas bordas do complexo.

1.3.2.1.3 - Granitoides Sintectônicos

Os granitoides sintectônicos ou neoproterozoicos são correlacionados à Suíte Intrusiva Valsungana (SIVG), constituído principalmente por hornblenda-biotita monzogranitos porfiríticos (textura da rocha com cristais significativamente maiores do que os da matriz mais fina) de granulação grossa e biotita sienogranitos de equigranulares finos, intrusivos nos primeiros. As adjacências porfiríticas contêm xenólitos (fragmentos de rochas do teto ou das paredes da intrusão envolvidos pelo magma) centimétricos a métricos de rochas dos complexos Brusque e Camboriú e do Granito Itapema, desenvolvendo margem de resfriamento contra o último (RIVERA et al., 2004).

1.3.2.1.4 - Granito Itapema

O Granito Itapema (GI) é intrusivo nos gnaisses do CC, e possui orientação principal EW a NE-SW. Seu limite a oeste não é conhecido, mas provavelmente estende-se para a folha contígua (Folha Brusque). Os contatos do GI com os metamorfitos do CMB e com os gnaisses do CC são parcialmente suprimidos pelos granitoides sintectônicos, e parte da sua borda sudeste é recoberta por sedimentos cenozoicos.

A intrusão constitui-se de hornblenda-biotita, granodioritos a biotita monzogranitos de textura heterogranular média a fina, e contém os minerais alanita e titanita. Os minerais máficos (escuros) ocorrem em aglomerados alongados, de tamanho e teor variado e distribuição irregular. Além disso, o granito possui abundância de enclaves que foram reunidos em dois grupos: os xenólitos das encaixantes (fragmento de rocha preexistente que se encaixou na intrusão ígnea) angulosos ou arredondados, com contatos retos ou irregulares, e dimensões centimétricas a métricas; o outro grupo é composto pelos autólitos (fragmento magmático, já solidificado, envolvido por novos afluxos magmáticos do mesmo processo intrusivo) arredondados ou irregulares, de contatos nítidos ou difusos, e diferenciam-se pela textura equigranular média a grossa e ausência de bandamento metamórfico.

O GI, subordinadamente, possui área significativa de leucogranitos equigranulares finos a heterogranulares, com contatos nítidos ou gradacionais. Essas rochas contêm abundantes veios e bolsões irregulares aplítico-pegmatíticos e raramente possuem xenólitos ou autólitos. Em toda a extensão dos granitoides, a principal estrutura é uma foliação de fluxo sub-horizontal. A foliação consiste numa estrutura metamórfica resultante de esforços compressionais, originando planos paralelos (folhas) de diversos tipos. As formas dessa estrutura (morfologia) variam com o grau de interação do magma com os enclaves (RIVERA et al., 2004).

1.3.2.1.5 Planície Costeira

Os depósitos da planície costeira ou cenozoicos costeiros são agrupados em dois sistemas deposicionais. O primeiro sistema refere-se aos depósitos continentais, de idade terciário-quaternária, constituídos por depósitos colúvio-aluvionares e aluviais, os quais foram acumulados como resultado da ação de processos de fluxos gravitacionais e aluviais de transporte de material, constituído de material heterogêneo, mal selecionado, tendo litologias resultantes de cascalhos, areias e lamas (CARUSO JR., 1993; HORN FILHO, 2003). O segundo é o sistema deposicional transicional marinho ou litorâneo, cujos depósitos são constituídos por sedimentos quaternários, de idade pleistocênica e holocênica, que se encontram dispostos em áreas mais próximas à linha de costa atual ou a paleolinhas de costa (HORN FILHO, 2003). Em Itapema, foram identificados depósitos marinhos praias e eólico (pleistocênico) essencialmente arenosos, como também paludiais e lagunares, nos quais predominam sedimentos siltsos e argilosos, contendo teores variados de matéria orgânica.

Os depósitos ocorrem nas formas de cordões litorâneos regressivos, terraços, paleodunas, entre outras.

1.3.2.1.6 Depósitos Continentais

Os depósitos colúvio-aluvionais (Figura 1.2) ocorrem situados junto ao contato entre a planície costeira e o embasamento, no sopé das encostas e nos fundos de vales, formando rampas de colúvio e leques aluviais e depósitos de tálus, podendo também espriar-se sobre as planícies e terraços adjacentes, como no Sertão do Trombudo e a montante do rio Areal e Itapema. Resultantes da ação de processos de fluxos gravitacionais e aluviais de transporte de material de alteração das vertentes, os depósitos colúvio-aluvionais são, portanto, constituídos por material detrítico mal selecionado e inconsolidado, contendo fragmentos angulosos, devido ao acúmulo de blocos e de matacões transportados pela força da gravidade e por fluxos de escoamento encosta abaixo. O material depositado possui então espessura, extensão e granulometria variada. A forma do depósito pode ser explicada pela existência de variados pontos de afluência sedimentar que favorecem a coalescência dos leques, assim como também a efeitos de retrabalhamento e posterior erosão (CARUSO JR., 1993; HORN FILHO, 1997).



Figura 1.2 - Depósito colúvio-aluvional junto à encosta

Fonte: NEAmb UFSC, 2009

Já o depósito aluvial corresponde aos sedimentos das planícies de inundação (aluvial) e das calhas atuais dos cursos de água. São materiais carreados das margens e das vertentes, levados em suspensão pelas águas dos rios, e posteriormente depositados em sua margem no período das cheias. Caracterizam-se como sedimentos inconsolidados, compostos de areia, seixos de variados tamanhos e argilas. Possuem cores variadas entre tons avermelhados, amarronzados e acinzentados, e são ocorrentes em áreas de baixa declividade, associados à dinâmica de deposição dos fluxos fluviais torrenciais (CARUSO JR., 1993; HORN FILHO, 1997; SUGUIO, 1998). Na área de estudo, o principal depósito aluvial ocorre às margens do rio Perequê.

1.3.2.1.7 - Depósitos litorâneos

Os depósitos eólicos pleistocênicos ocorrem em extensas áreas na forma de **paleodunas** e antigos cordões regressivos, que sucedem os depósitos marinhos praiais para o interior do continente e geralmente confinam um sistema lagunar na retaguarda. São constituídos por areias quartzosas com granulometria fina a muito finas, de tons amarronzados a avermelhados, devido à impregnação de ácidos húmicos e óxidos de ferro (Figura 1.3). Esse depósito representa, em parte, a antiga planície costeira, anterior à formação do ambiente praiial holocênico. Sua gênese está associada aos eventos trans-regressivos do nível relativo do mar ocorridos durante o Pleistoceno superior, associados ao máximo transgressivo ocorrido durante o período interglacial *Riss-Würm* (± 120.000 anos AP), o qual retrabalhou a porção distal dos leques deltáicos e formou os depósitos arenosos praiais marinhos, ancorados em reentrâncias do embasamento (CARUSO JR., 1993; HORN FILHO, 1997; SUGUIO, 1998).



Figura 1.3 - Depósito eólico pleistocênico

Fonte: NEAmb UFSC, 2009

O depósito lagunar desenvolveu-se no entorno de antigos corpos aquosos costeiros e em áreas semiconfinadas por barreiras arenosas geradas pela deposição dos depósitos eólicos ou marinhos. São formados, portanto, em ambientes com baixa dinâmica e energia de deposição, o que favoreceu o acúmulo de silte, argila de cores negras e matéria orgânica em decomposição; geralmente constituem zonas pantanosas. Sua gênese ocorreu a partir de um processo de inundação e erosão em depósitos arenosos, em razão de uma oscilação positiva do nível do mar. Posteriormente, devido a pequenas oscilações de abaixamento do nível do mar, propiciou o rebaixamento do lençol freático, que resultou nos atuais depósitos, os quais são a mistura desses antigos sedimentos arenosos, recobertos por um sedimento mais fino oriundo do estágio lagunar (CARUSO JR., 1993; HORN FILHO, 1997; SUGUIO, 1998).

Os depósitos paludiais ocorrem em terrenos baixos, junto à costa, sujeitos às inundações das marés. São constituídos por sedimentos finos ricos em matéria orgânica, cobertos por vegetação típica de manguezais (HORN FILHO, 1997; SUGUIO, 1998). Em Itapema, desenvolveram-se na desembocadura do rio Perequê e no rio da Mata.

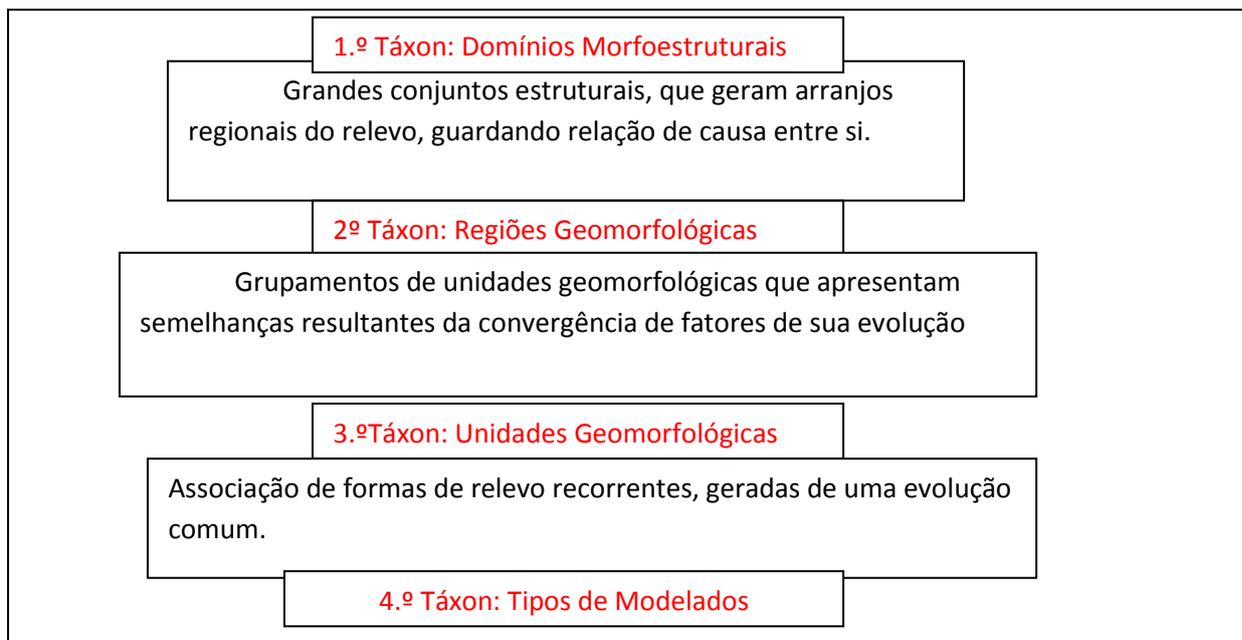
Os depósitos marinhos praias ocorrem ao longo da linha de costa, em forma de cordões arenosos ou em forma de planície de cordões regressivos, de idade holocênica. São constituídos por areias marinhas quartzosas finas a grossas, de coloração esbranquiçada e bem selecionadas. Podem apresentar concentrações variadas de minerais pesados, estratificações plano-paralelas, com os estratos mergulhando suavemente em direção ao mar, e formam as praias atuais (Figura 1.4) (CARUSO JR., 1993; HORN FILHO, 1997; SUGUIO, 1998). Em Itapema, essas áreas foram as primeiras a serem descaracterizadas devido ao crescimento urbano.



Figura 1.4 - Depósito marinho praias com estratificações plano-paralelas na Meia Praia
Fonte: NEAmb UFSC, 2009

1.4 GEOMORFOLOGIA DE ITAPEMA

Conforme IBGE (1995), na descrição das formas de relevo tem-se como base a ordenação dos fatos geomorfológicos mapeados em uma classificação (taxonomia) que os hierarquiza (Quadro 1.2).



Quadro 1.2 - Taxonomia dos fatos geomorfológicos segundo IBGE (1995)

Fonte: IBGE (1995)

Os domínios morfoestruturais constituem a maior divisão taxonômica adotada. Eles organizam a causa de acontecimentos geomorfológicos derivados de aspectos amplos da geologia e dos processos geológicos (geodinâmica) envolvidos na organização estrutural da Terra. Esses fatores geraram arranjos regionais de relevos com formas variadas, mas que guardam relações de causa entre si. Essas formas amplas de relevo fisionomicamente semelhantes são designadas como Regiões Geomorfológicas, segundo táxon na classificação adotada, que se caracterizam por uma compartimentação reconhecida regionalmente com base em fatores climáticos atuais ou passados.

As regiões geomorfológicas são denominadas por Ross (2003) como Domínio Morfoescultural. De acordo com esse autor “todo o relevo terrestre pertence a uma determinada estrutura que o sustenta e mostra um aspecto escultural que é decorrente da ação do tipo climático atual e pretérito, que atuou e atua nessa estrutura”. Portanto, a similaridade de formas é explicada por fatores paleoclimáticos e por outros relacionados à natureza dos domínios (IBGE, 1995).

As regiões geomorfológicas são subdivididas em unidades geomorfológicas, que compõem o terceiro táxon. Cada unidade geomorfológica mostra processos originários, formações superficiais e tipos de modelados diferenciados das outras. Os tipos de modelados, que representam o quarto táxon, são separados de acordo com a gênese ou energia do relevo e definidos sob o título de modelado de dissecação e de acumulação (ROSS, 2003; IBGE, 1995). Os modelados de dissecação são resultantes de processos erosivos ligados à dinâmica fluvial ou pluvial, sendo classificados de acordo com a forma de relevo dominante. Já os modelados de acumulação são identificados de acordo com os processos genéticos e os ambientes de deposição, cujas características se traduzem em facilidade ou obstáculos a sua ocupação (HERRMANN e ROSA, 1991; IBGE, 1995).

Devido ao intenso crescimento urbano do município de Itapema, não foi possível verificar exatamente os contatos entre as diferentes formas mapeadas. Os contatos foram estabelecidos por fotointerpretação das fotos aéreas de 1978, quando a urbanização ainda não era tão intensa.

1.4.1 CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS

No município de Itapema, a diversidade litológica representada por rochas graníticas e metamórficas que fazem parte do Complexo Metamórfico Brusque, Granitoides Sintectônicos e Granito Itapema, associados lateral e verticalmente aos sedimentos quaternários depositados em ambientes variados como marinhos, lagunares, paludiais, eólicos, torrenciais e fluviais. Estes formam diferentes formas de relevo encerradas em dois domínios morfoestruturais: Embasamentos em Estilos Complexos e Depósitos Sedimentares (RIVERA et al, 2004; HORN FILHO, 2003; MANZOLLI et al, 1989). Seguindo a metodologia de IBGE (1995), no município de Itapema foram identificados conforme os táxons os seguintes domínios (Quadro 1.3).



Quadro 1.3- Domínios identificados no município de Itapema

Fonte: IBGE (1995)

1.4.1.1 DOMÍNIO MORFOESTRUTURAL DOS EMBASAMENTOS EM ESTILOS COMPLEXOS

Os Embasamentos em Estilos Complexos ou Embasamento Cristalino Pré-Cambriano é constituído basicamente por rochas magmáticas intrusivas ou cristalinas, as quais provêm da solidificação de massas líticas em fusão denominadas “magmas” em regiões profundas da crosta terrestre. Submetidas à tectônica cretácea, movimentações das camadas da crosta terrestre que ocorreram no período mais recente da Era Mesozoica (tempo geológico), aliada a *trends* (direções/falhas) estruturais, condicionaram a evolução de um modelado em que ocorrem frequentemente sulcos e vales estruturais profundos. Estes desenvolveram-se entre vertentes, onde se concentram as águas que descem das encostas. Os Embasamentos em Estilos Complexos são, portanto, rochas de idade Pré-Cambriana que sofreram ação de falhamentos, dobramentos e metamorfismos (HERMANN e ROSA, 1991; IBGE, 2005; MANZOLLI et al., 1989). No município de Itapema, esse domínio é composto por uma única região geomorfológica, as Serras do Leste Catarinense.

1.4.1.1.1 REGIÃO GEOMORFOLÓGICA SERRAS DO LESTE CATARINENSE

As Serras do Leste Catarinense são serras cristalinas dispostas obliquamente ao litoral, cuja orientação obedece ao sentido NE-SW. O relevo apresenta-se bastante erodido com vales profundos e encostas íngremes. Os modelados são predominantemente de dissecação, causados pela ação fluvial e pelo controle estrutural. Essas serras estão separadas entre si por pequenas planícies que no seu conjunto formam a Planície Litorânea (MANZOLLI et al., 1989; HORN FILHO, 1997). Segundo Atlas de Santa Catarina (GAPLAN, 1989), a unidade geomorfológica que ocorre na área de estudo é a Unidade Geomorfológica Serras do Tabuleiro/Itajaí.

1.4.1.1.2 UNIDADE GEOMORFOLÓGICA SERRAS DO TABULEIRO/ITAJAÍ

Esta é constituída pela sequência de serras dispostas de forma subparalela com orientação predominante no sentido NE-SW e, altimetricamente, apresentam-se gradativamente mais baixas em direção ao mar, atingindo, próximo à linha de costa, altitudes inferiores a 100 m, geralmente terminando em costões e pontais rochosos (blocos rochosos que afloram junto ao mar). No município de Itapema, na direção sul-norte, afloram: a Ponta do Engodo, a Ponta Grossa (Figura 1.5), a Ponta da Ilhota, Ponta do Corre mar e a Ponta da Mata de Camboriú (GAPLAN, 1989; IBGE, 1983).



Figura 1.5 - Pontal rochoso, costão direito da praia Grossa
Fonte: Fotografia de Ângela Beltrame, maio de 2009

Outra característica do relevo da unidade é dada pela intensa dissecação que se encontra, em grande parte, condicionada estruturalmente (*trends* estruturais), resultando num modelado de dissecação diferencial. O modelado de dissecação que caracteriza essa unidade é classificado em dissecação em montanhas (Dm), podendo alcançar até 650 m de altitude no morro do Trombudo; e de dissecação em morros, composto por morros com até 200 m, como o morro do Cabeço e o morro Maverick (Figura 1.6).

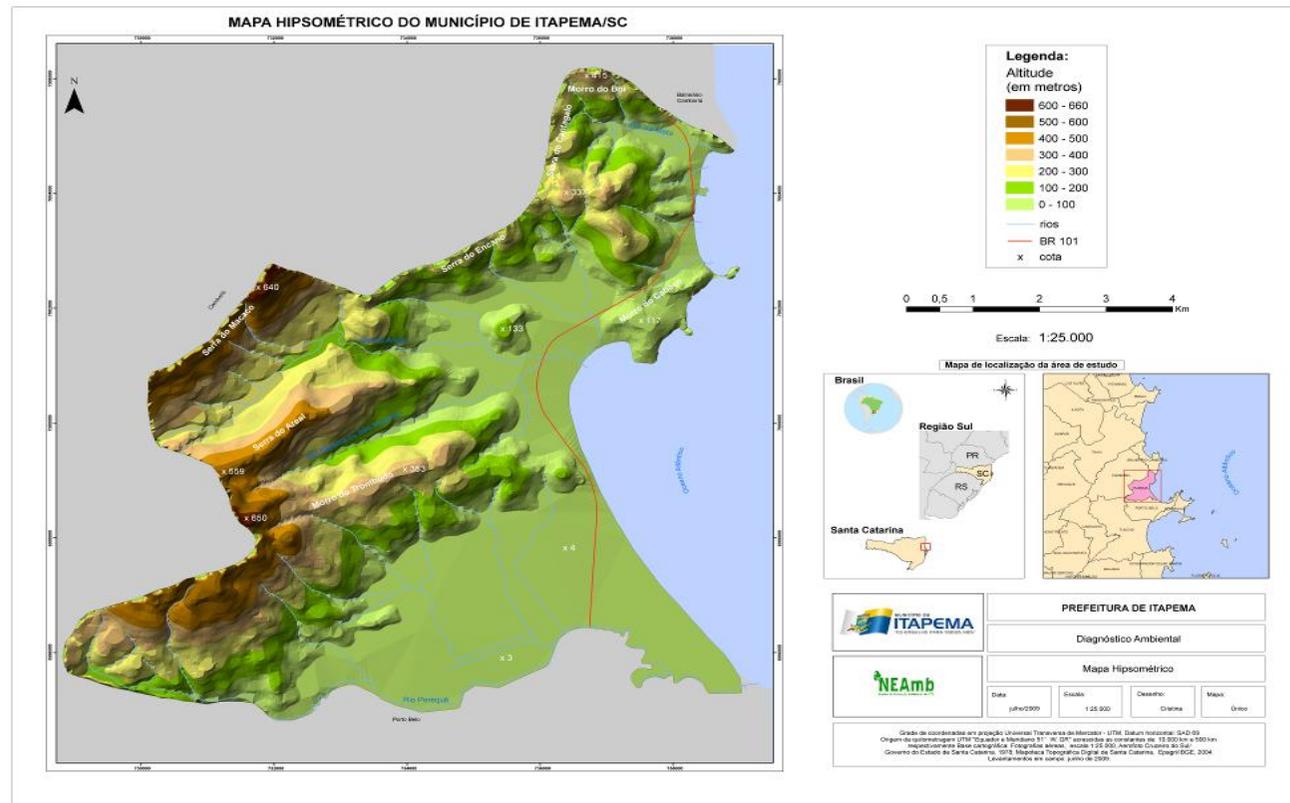


Figura 1.6 - Mapa Hipsométrico ilustrando as formas do relevo e suas respectivas altitudes

Fonte: Elaboração de Cristina Covello, 2009

Nesse modelado, os interflúvios – vertentes de alta declividade que geralmente separam duas bacias de drenagem, formam cristas (linha determinada pelos pontos mais altos da vertente) bem marcadas na paisagem, convexas e estreitas (Figura 1.7).



Figura 1.7 - Crista bem marcada na paisagem – interflúvio da Serra do Areal
Fonte: Fotografia de Ângela Beltrame, de 2009

Na área de pesquisa, encontramos cristas com direção NE-SW na Serra do Areal e no morro do Trombudo. Nas falhas associadas às cristas ocorrem os vales estruturais profundos em forma de “V”, formando o rio Areal e o rio Itapema ou São Paulo (Figura 1.8 A e B).



Figura 1.8 (A e B) - A: Rio do Areal que corre no vale encaixado em “V”; B: Vista panorâmica para o vale do rio São Paulo
Fonte: Fotografias de Ângela Beltrame, 2009

As vertentes em formato convexo-côncavas predominam na paisagem (Figura 1.9). O perfil das vertentes é formado, portanto, de um segmento superior convexo, no qual a

declividade aumenta para jusante, seguindo por segmento inferior côncavo com redução de declive encosta abaixo (BIGARELLA, 2003).



Figura 1.9- Formas de vertentes convexo-côncavo na Serra do Encano

Fonte: Fotografia de Ângela Beltrame, 2009

Segundo Atlas de Santa Catarina (GAPLAN, 1989, p. 32),

Os principais rios desta unidade correm para o Atlântico, seguindo um sentido geral NE, principalmente em seu médio curso.[...] No alto curso, estes rios se caracterizam por vales profundos em formas de “V”, com encostas íngremes e leitos com rápidos, corredeiras e blocos. No médio curso apresentam vertentes suavizadas pela dissecação em colinas e fundo plano. No baixo curso estes rios apresentam baixo gradiente, o que permitiu a elaboração de amplas planícies que se confundem com a sedimentação marinha. A geomorfologia da unidade, caracterizada por encostas íngremes e vales profundos, favorece a atuação dos processos erosivos, principalmente nas encostas desmatadas, podendo inclusive ocorrer movimentos de massa, uma vez que o manto de material fino resultante da alteração da rocha é espesso, podendo atingir até 20m.

Conforme IBGE (2005), a Unidade Geomorfológica Serras do Tabuleiro/Itajaí possui um modelado de dissecação forte, com vertentes retilíneas, que atingem um grau de declividade entre 30° e 45°, favoráveis ao desenvolvimento de processos erosivos acelerados, como o escoamento superficial e os movimentos de massa, os quais promovem a desestabilização morfodinâmica da área. No entanto, a presença do recobrimento vegetal interfere na atuação desses processos, amenizando-os e, assim, mantendo a área em condições

de estabilidade precária. A manutenção dessa estabilidade morfodinâmica está diretamente relacionada às características morfológicas da área, constituída por vertentes íngremes e topos estreitos, que por si só funcionam como limitantes para uma ocupação efetiva. Portanto, do ponto de vista geomorfológico, sugere-se para essa categoria a sua preservação, pois qualquer tentativa de exploração pode ter resultados positivos apenas a curto prazo, já que a forte dissecação do relevo é a principal condicionante para o desencadeamento de processos erosivos de forte intensidade, capazes assim de alterar significativamente a dinâmica atual e, conseqüentemente, causar prejuízos significantes para o ambiente natural e para as populações locais.

Em campo, foi possível visualizar bem o espesso manto de alteração das vertentes e processos erosivos, devido ao evento de chuvas que incidiu no mês de novembro de 2008. Vários pontos de deslizamentos ocorreram na estrada Campo do Areal, a qual foi construída próxima ao vale do rio Areal e no corte de tálus (base) de encostas para a construção de casas (Figura 1.10 A e B).



Figura 1.10 (A e B) - A: Cicatriz de deslizamento na base da encosta próximo a casas; B: Parte do material do deslizamento removido na estrada Campo do Areal, ocasionado pelas chuvas de novembro de 2008

Fonte: Fotografias de Cristina Covello, 2009

1.4.1.2 DOMÍNIO MORFOESTRUTURAL DOS DEPÓSITOS SEDIIMENTARES

No domínio morfoestrutural dos Depósitos Sedimentares, as planícies e terraços constituem a forma de relevo dominante. Nestes foram modelados depósitos sedimentares assentados durante vários episódios relacionados às oscilações climáticas Quaternárias. Predominam modelados de acumulação, vinculados a processos resultantes da ação fluvial, marinha, flúvio-marinha, lacustre, lagunar, colúvio-aluvionar e eólica. Essas planícies apresentam superfícies planas a levemente onduladas, quando derivadas de ações marinhas e eólicas, e superfícies inclinadas a planas, originadas da ação fluvial nas imediações das

encostas (HORN FILHO, 1997). Em Itapema, a região geomorfológica que compõe esse domínio é a Planície Litorânea.

1.4.1.2.1 REGIÃO GEOMORFOLÓGICA PLANÍCIES COSTEIRAS

A Planície Costeira do estado de Santa Catarina abrange depósitos característicos de dois sistemas deposicionais, o sistema continental e sistema transicional ou costeiro (HORN FILHO, 2003). O sistema continental está associado às encostas, englobando os depósitos coluvial, de leque aluvial e fluvial, os quais estão vinculados aos fenômenos de movimento de massa generalizados em condições paleoclimáticas diversas das atuais, que ocorreram indiferenciadamente durante todo Cenozoico, era geológica mais recente (Plioceno ao Holoceno) (HORN FILHO, 2003).

Já o sistema costeiro é resultante das variações relativas do nível do mar ocorridas no Quaternário, das condições paleoclimáticas e dos fatores hidrodinâmicos costeiros, tais como correntes litorâneas, marés, ondas e ventos dominantes. Esse sistema aconteceu em períodos distintos, os mais antigos correspondem ao Pleistoceno, e o mais recente ao Holoceno, e formou diferentes ambientes como o marinho, eólico, lagunar e paludial, cujas principais formas de relevo são planícies, terraços, dunas e cordões regressivos. (HORN FILHO, 2003; HORN FILHO, 1997). Conforme Atlas de Santa Catarina (GAPLAN, 1989), a unidade geomorfológica que ocorre na área de estudo é a Unidade Geomorfológica Planícies Litorâneas.

1.4.1.2.2 UNIDADE GEOMORFOLÓGICA PLANÍCIES LITORÂNEAS

Na parte leste, os relevos da unidade geomorfológica Serras do Tabuleiro/Itajaí estão dispostos em meio às Planícies Litorâneas. Esses relevos antigamente constituíam ilhas, que posteriormente foram ligadas ao continente pela sedimentação marinha (GAPLAN, 1989). As planícies costeiras ou litorâneas são superfícies pouco acidentadas, sem grandes desnivelamentos. Trata-se de terrenos planos ou suavemente ondulados, de natureza sedimentar e, geralmente, de baixa altitude. Os processos de constituição das formas de relevo estão intrinsecamente relacionados a variações do nível do mar ocorridas durante o período Quaternário (GUERRA, 1989; HORN FILHO 2003).

Segundo Horn Filho (2003), a planície costeira é mais larga nos setores Norte e Sul do estado de Santa Catarina e mais estreita no setor Central, devido à ocorrência de maciços rochosos que praticamente afloram junto à linha de costa. É, portanto, uma costa muito recortada, descontínua, exibindo praias de pequena extensão e largura, com granulometria variada, desde areias finas a grossas. São muito típicas as praias de bolso, situadas entre promontórios rochosos, como a Praia Grossa, Praia da Ilhota e Praia da Mata de Camboriú.

Devido às diferentes morfologias, a natureza e origem dos materiais que a constituem, assim como os processos atuantes, na planície costeira de Itapema foi possível reconhecer três compartimentos principais: praial, eólico e colúvio-aluvional.

1.4.1.2.3 COMPARTIMENTO PRAIAL

Compreende todo o conjunto de formas de relevo associadas aos sedimentos transportados e depositados sob o regime praial pela ação das ondas e correntes, que configuram um perfil tipicamente praial. Fazem parte desse compartimento as praias atuais, as planícies e os terraços marinhos, os cordões arenosos, terraços lagunares e as planícies de maré. A maioria dessas feições são resultado de processos ocorridos no passado geológico recente devido às regressões e transgressões marinhas (rebaixamento e aumento do nível do mar, respectivamente) nos últimos milhares de anos, no período denominado de Quaternário (CARUSO JR., 1993; HORN FILHO, 1997).

As praias atuais formam a planície marinho praial, de areias acumuladas pela ação marinha em regiões litorâneas. A praia de Itapema, a qual é dividida em Canto da Praia, a praia central de Itapema e a Meia Praia, é definida como sistema de praias alongadas e caracterizada pela forma retilínea da praia e pela extensão e largura consideráveis. Já a praia da Mata de Camboriú, a praia da Ilhota, a praia do Cabeço ou Grossa fazem parte do sistema de praias de bolso, são praias de pequena extensão e ancoradas em ambas as extremidades, ao norte e ao sul, em blocos rochosos do Embasamento Cristalino (HORN FILHO, 1997).

A planície de cordões arenosos forma um grupo de feições subatuais e testemunham o recuo da linha de praia. Estes apresentam-se como uma sucessão de cristas e cavados e possuem feição deposicional alongada, disposta paralelamente a paleolinhas praias. As cristas arenosas frequentemente sofrem retrabalhamento eólico, enquanto os cavados abrigam estritos e alongados cursos d'água, os quais, com o passar dos tempos, podem ser colmatados por areia e matéria orgânica, gerando assim um depósito paludial/lagunar. Os cordões

regressivos são formados pela atividade das ondas de tempestade, corrente e menor influência de marés, constituindo zonas de progradação. A sua formação está ligada ao fundo oceânico e à baixa declividade (SUGUIO, 1998; GUERRA, 1989; IBGE, 1997). Contudo, os cordões arenosos encontrados no município de Itapema foram mapeados somente por meio de fotointerpretação, pois atualmente sobre esses depósitos há grande urbanização. Os terraços lagunares (Figura 1.11) originam-se da progressiva colmatação de corpos lagunares, os quais foram expostos em uma zona de transição entre os terraços pleistocênicos e holocênicos e em locais abrigados e de baixa energia próximos aos cursos fluviais. São, portanto, formados em ambientes com baixa dinâmica e energia de deposição, que favorecem o acúmulo de silte, argila de cores negras e matéria orgânica em decomposição, podendo formar zonas pantanosas (HORN FILHO, 1997).



Figura 1.11 - Terraço lagunar próximo ao rio Fabrício
Fonte: Fotografia de Cristina Covello, 2009

As planícies de maré são localizadas junto à foz de rios. Sua principal característica é a presença de um tipo de solo rico em matéria orgânica que propicia o desenvolvimento de uma vegetação típica, o manguezal. A sua localização revela as condições nas quais planícies de maré mais se desenvolvem, ou seja, pouca declividade do fundo oceânico, o que facilita o

ingresso da água salgada associada a baixos níveis de energia cinética (HERRMANN e ROSA, 1991; SUGUIO, 1998). Em Itapema, a planície de maré desenvolve-se na foz do rio Perequê (Figura 1.12) e no rio da Mata de Camboriú, contudo, boa parte da vegetação que ali habitava já foi degradada devido à ação antrópica e crescente urbanização do município.



Figura 1.12 - Vegetação de mangue sobre planície de maré na margem do rio Perequê
Fonte: Fotografia de Cristina Covello, 2009

O terraço marinho é constituído por sedimentos arenosos depositados pelo mar em forma de degraus. Em Itapema, apenas na praia Grossa foram identificadas diferentes formas de relevo em uma área de pouca extensão, como dois níveis de terraços marinhos. O nível I é o mais antigo, mais alto e, conseqüentemente, mais interiorizado, próximo à encosta, e o nível, II depósito mais recente que se encontra mais próximo da linha de praia atual (Figuras 1.13 e 1.14 A e B). Logo após a faixa de areia da praia atual, ocorrem dunas embrionárias com presença de conchas. Essas dunas não foram mapeadas devido sua pequena extensão, pois seria pouco expressiva na escala de trabalho adotada (1:25.000).



Figura 1.13 - Praia atual que corresponde ao nível II do terraço marinho praial em contato com as dunas embrionárias

Fonte: Fotografia de Cristina Covello, 2009



Figura 1.14 (A e B) - A: Contato entre as dunas embrionárias cobertas por vegetação alterada e o nível I do terraço marinho na praia Grossa. B: Terraço marinho (nível I) em contato com a paleoduna pleistocênica ao fundo

Fonte: Fotografias de Cristina Covello, 2009

Portanto, atrás desta, a aproximadamente 3,5 m, foi identificado depósito marinho praial (nível I) de areia grossa (Figura 1.15 (A, B e C), com feição de paleopraia, a cinco metros de altura acima do nível médio do mar atual.



Figura 1.15 (A, B, C) - Terraço marinho praiado (nível I) formado por areia grossa rica em grãos de quartzo misturado com matéria orgânica

Fonte: Fotografias de Cristina Covello, 2009

Após quatro metros ocorre depósito eólico, paleoduna pleistocênica (Figura 1.16 (A e B), com areia fina bem selecionada de cor marrom avermelhado.



Figura 1.16 (A e B) - Paleoduna pleistocênica na praia Grossa

Fonte: Fotografias de Cristina Covello, junho de 2009

Entre a paleoduna e a encosta do maciço Cristalino, ocorre depósito lagunar com presença de vegetação típica de banhado (Figura 1.17).



Figura 1.17 - Vegetação de banhado que se desenvolveu em depósito lagunar
Fonte: Fotografia de Cristina Covello, junho de 2009

A praia Grossa pode vir a ser um local de visitação e educação ambiental, pelo que pode oferecer no aspecto pedagógico de conhecimento sobre a geomorfologia e geologia do município.

1.4.1.2.4 COMPARTIMENTO EÓLICO

Compreende todo o conjunto de formas de relevos associadas às a es eólicas litorâneas, em que predominam os campos de dunas ativas e estabilizadas, e são formadas por grãos de areias finas e bem selecionadas (HORN FILHO, 1997). As dunas que ocorrem no município de Itapema são as dunas embrionárias encontradas na praia Grossa, e as paleodunas pleistocênicas estabilizadas, que estão associadas a eventos transgressivos do nível do mar durante o Pleistoceno Superior do período Quaternário. Estas são constituídas de areias finas a muito finas, nos tons amarronzados a avermelhados. As paleodunas pleistocênicas que ocorrem mais interiorizadas no Sertão do Trombudo fazem parte do cordão regressivo pleistoc nico que se estende ao município de Porto Belo, onde são muito mais expressivas. Estas são recobertas por uma pequena camada de depósito eólico holoc nico, com 0,5 m de espessura.

Posteriormente, foram formadas as dunas holocênicas pelo evento transgressivo do nível do mar durante o Holoceno. Estas são constituídas por areias claras, de granulometria fina e muito bem selecionada (HORN FILHO, 1997). A única duna holocênica identificada em Itapema são as dunas embrionárias encontradas na praia Grossa. As dunas embrionárias ou dunas frontais referem-se aos depósitos eólicos associados ao sistema praias atual, em forma de cordões paralelos à linha de costa, compostos totalmente por areias claras e com presença de conchas. Por questões de ordem técnica (impossibilidade de representação cartográfica no mapa), optou-se por classificá-la como fazendo parte da planície marinha praias.

1.4.1.2.5 COMPARTIMENTO COLÚVIO-ALUVIONAL

Esse compartimento diferencia-se dos demais, principalmente pela granulometria e cor dos sedimentos, bem como pela posição altimétrica. Caracteriza-se como um ambiente tipicamente transicional entre as Serras do Leste Catarinense e as Planícies Litorâneas. Apresenta-se constituído por rampas de declividade variada, geradas por processos morfogenéticos gravitacionais ou pluviais em decorrência das flutuações climáticas ocorridas ao longo do Quaternário (CARUSO JR., 1993; HORN FILHO, 1997).

Em Itapema, foram identificados rampas de colúvio e de leque aluvial e terraço aluvial. As rampas colúvias ocorrem próximas ao contato entre a planície costeira e o embasamento, no sopé das encostas e nos fundos de vales, e são constituídas por material mal selecionado e inconsolidado, formado por alterações de rocha *in situ* e por depósitos de sedimentos que se deslocaram das partes mais altas, contendo fragmentos angulosos, transportados por força da gravidade e por fluxos de escoamento encosta abaixo (Figura 20). Sua formação é semelhante aos depósitos de leques aluviais, porém, são formados em climas úmidos, semelhantes ao atual. São comuns os acúmulos de blocos e matacões transportados por forçantes gravitacionais (HORN FILHO, 1997).



Figura 20 - Rampa de colúvio no final da estrada Campo do Areal
Fonte: Fotografia de Ângela Beltrame, 2009

As rampas de leques aluviais possuem sua gênese associada às condições de clima semiárido. Caracterizam-se como rampas com inclinações suaves, formadas por material mal selecionado, contendo fragmentos angulosos, encontrados encaixados em paleodrenagens e drenagens dos maciços rochosos. A acumulação desses depósitos deve-se à atuação conjunta das dinâmicas das águas pluviais e da ação da gravidade, em períodos de clima mais seco do que o atual (HORN FILHO, 1997). Porém, devido à dificuldade em visualizar o contato entre os depósitos coluviais e de leque aluviais, optou-se por adotar uma classificação que abrangesse esses dois depósitos, denominada rampa colúvio-aluvional.

O terraço aluvial identificado na área de estudo corresponde aos sedimentos da planície de inundação e da calha atual. Caracterizam-se como sedimentos inconsolidados com granulometria diversificada predominantemente areno-argilosa, ocorrentes em áreas com baixa declividade, associados à dinâmica de deposição dos fluxos fluviais torrenciais (SUGUIO, 1998; HERRMANN e ROSA, 1991). Ocorre com maior expressão junto ao rio Perequê.

1.4.2 TIPOS DE MODELADOS

As formas de relevo de Itapema dividem-se basicamente em dois tipos de modelado: o de dissecação, compostos por terrenos altos, onde os processos de erosão predominam sobre o processo de sedimentação; o de acumulação, formado por terrenos baixos, no qual predomina o acúmulo de sedimentos (IBGE, 2005).

1.4.2.1 MODELADO DE DISSECAÇÃO

Os modelados de dissecação que ocorrem em Itapema são classificados como modelado de dissecação em Montanhas e modelado de dissecação em Morros. Esses modelados são susceptíveis à atuação de fenômenos erosivos (movimentos de massa como enxurradas, deslizamentos, queda de blocos), principalmente em áreas sem cobertura vegetal (IBGE, 2005).

1.4.2.1.1 MODELADO DE DISSECAÇÃO EM MONTANHAS

Esse modelado engloba as elevações mais altas e íngremes das Serras Litorâneas que compõem o morro do Trombudo, a Serra do Areal, do Encano, dos Macacos e do Cantagalo. Há o predomínio de dissecação em vales encaixados, com interflúvios angulosos e vertentes com diferentes graus de declividade. As amplitudes altimétricas são frequentemente superiores a 200m (IBGE, 2005).

1.4.2.1.2 MODELADO DE DISSECAÇÃO EM MORROS

Esse modelado compreende elevações com altura entre 100 e 200 m, portanto, altitudes mais baixas do que a do modelado em montanhas (IBGE, 2005). Estas ocorrem mais próximas da zona litorânea, como o morro do Cabeço e o Maverick.

1.4.2.2 MODELADO DE ACUMULAÇÃO

Constitui-se por formas de relevo geradas em ambientes de deposição marinha, eólico, lacustre, torrenciais e fluviais. De acordo com a característica dominante do relevo e com a natureza dos sedimentos que os constituem, os modelados de acumulação podem ser:

- a) Planície Marinho Praial: área plana com pequena inclinação para o mar, apresentando geralmente ruptura de declive em relação ao terraço lagunar. De acordo com a idade e posição altimétrica, foram identificados dois níveis de terraços na Praia Grossa (em outros locais não foi possível identificar devido à urbanização na área), sendo o nível I o mais antigo, mais alto e, conseqüentemente, mais interiorizado.

- b) Planícies de Cordões Regressivos: cordão arenoso e estreito que testemunham o recuo da linha de praia, resultante do abaixamento do nível médio do mar, e está disposto paralelamente à linha da praia atual. Apresentam-se como uma sucessão de cristas e cavados, e desenvolve-se em área de fundo oceânico com baixa declividade.
- c) Planície de Maré: localizada junto à foz dos rios, é uma área plana levemente inclinada em direção ao mar, que periodicamente sofre inundação devido ao ingresso da água do mar em decorrência das marés. Possui solos ricos em matéria orgânica, geralmente recobertos por vegetação típica dos manguezais.
- d) Terraço Lagunar: origina-se da progressiva colmatação de corpos lagunares, em ambientes com baixa dinâmica e energia de deposição, que favorecem o acúmulo de silte, argila de cores negras e matéria orgânica em decomposição, podendo formar zonas pantanosas.
- e) Paleoduna Pleistocênica: constituída por manto de aspensão e paleoduna que sucedem depósitos eólicos holocênicos para o interior do continente, podendo confinar sistemas lagunares na retaguarda.
- f) Terraço Aluvial: ocorre em áreas com baixa declividade, associadas à dinâmica de deposição dos fluxos fluviais torrenciais. Correspondem aos sedimentos depositados na planície de inundação e na calha atual.
- g) Rampa de Colúvio-Aluvional: Está situada próximo ao contato entre a planície costeira e o embasamento, nos sopés das encostas e no fundo dos vales. São superfícies rampeadas constituídas por material detrítico mal selecionado e inconsolidado, contendo fragmentos angulosos, depositados pela força gravitacional e por fluxos de escoamento torrencial encosta abaixo.

1.5 PEDOLOGIA

O solo é o resultado das ações do clima e organismos sobre determinado material de origem (rocha) e está intimamente relacionado às formas de relevo. Contudo, a rocha matriz é quem dita as qualidades químicas, físicas e mineralógicas do solo, além da textura e cor do solo. Segundo a Embrapa (1999), o solo é uma compilação de corpos naturais, compostos por partes sólidas, líquidas e gasosas, tridimensionais, dinâmicos, constituído por materiais minerais e orgânicos, que ocupam grande parte do manto superficial continental do planeta.

Como já fora abordado anteriormente, no município de Itapema ocorrem as Serras Litorâneas e a Planície Costeira. Estas constituíram um relevo que propiciou a formação de uma cobertura pedológica muito especial, sustentada por rochas cristalinas e sedimentos recentes. As Serras Litorâneas trazem o granito como rocha matriz, uma rocha ígnea intrusiva que remonta ao Pré-Cambriano Superior, constituída fundamentalmente por quartzo, feldspato e micas. Esse material originou solos que ocupam relevo fortemente ondulado e montanhoso, onde predomina o Argissolo Vermelho-Amarelo (UBERTI, 2005).

1.5.1 CARACTERÍSTICAS DOS TIPOS DE SOLO

Em Itapema ocorrem, portanto, perfis de Argissolo Vermelho-Amarelo sobre os embasamentos; nas bases das encostas, ocorrem o Cambissolo Distrófico; nos depósitos colúvio-aluvionares que se espalharam na planície costeira predominam o Gleissolo Melânico Distrófico ou Glei Pouco Húmico; nos depósitos lagunares, o Solo Orgânico Álico ou Organossolo; nos mangues temos os Solos Halomórficos ou Indiscriminados de Mangue, e nos depósitos marinho praias e eólico pleistocênico, ocorrem respectivamente as Areias Quartzosas Marinhas e Areias Quartzosas Vermelho-Amarelas ou Neossolo Quartzarênico Distrófico (UBERTI, 2005; EMBRAPA, 2004; EMBRAPA, 1999). Veremos abaixo as características de cada solo.

1.5.1.1 ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO

Esse solo é originado de granito, com transição gradual ou clara entre horizontes e mostrando um acentuado gradiente textural. Compreende solos minerais, não hidromórficos, com horizonte B textural, em geral vermelho-amarelado ou bruno-avermelhado. São pedregosos e cascalhentos, com cores escuras no horizonte superficial e vermelhas no

horizonte B. Têm textura binária, franco-argilosa no horizonte A e muito argilosa em B. No horizonte superficial, a textura é franco-arenosa ou franco-argilosa, ambas muito cascalhentas e com baixa estabilidade de agregados. Essas condições determinam rápida percolação da água, sugerindo estresse hídrico sob estiagens não prolongadas. Nas camadas subsuperficiais, horizonte B, a classe textural é argilosa ou muito argilosa, impondo alta capacidade de retenção de umidade. Define-se, assim, uma drenagem imperfeita, que é precedida de uma drenagem excessiva. Essas considerações alertam para riscos maiores de perdas de solo por erosão/quedas de barreira, rotineiras em solos de granito. A saturação de bases é baixa, sempre inferior a 20/30%, caracterizando solos distróficos. Entre os cátions trocáveis, o único a marcar presença é o potássio, produto da acentuada reserva de micas e feldspato em rochas ígneas intrusivas (UBERTI, 2005; EMBRAPA, 2004; EMBRAPA, 1999).

1.5.1.2 CAMBISSOLO DISTRÓFICO

Compreende solos minerais não hidromórficos, derivados de materiais relacionados à decomposição das rochas. Possuem textura argilosa e siltosa e ocorrem nos relevos mais suaves, ondulados a planos, geralmente localizados próximos à base dos morros. São solos com um certo grau de evolução, porém não o suficiente para meteorizar completamente minerais primários de mais fácil intemperização, como feldspato, mica, hornblenda, e outros. Não possuem acumulações significativas de óxidos de ferro, húmus e argilas. Podem conter 5% ou mais do volume do solo, de fragmentos de rocha semi-intemperizada, saprólitos ou restos de estrutura orientada da rocha que deu origem ao solo. São moderadamente drenados, pouco profundos a profundos (UBERTI, 2005; EMBRAPA, 2004; EMBRAPA, 1999).

1.5.1.3 GLEISSOLO MELÂNICO DISTRÓFICO OU GLEI POUCO ÚMIDO

São solos minerais hidromórficos (úmidos), pouco desenvolvidos, com presença de horizonte glei dentro de 50 cm da superfície com relevante mosqueado de redução. Os solos dessa classe são caracterizados pela forte gleização, em decorrência do regime de umidade, redutor que se processa em meio anaeróbico, com muita deficiência ou mesmo ausência de oxigênio devido ao encharcamento do solo por um longo período, ou mesmo durante o ano todo. Portanto, são muito plásticos e pegajosos, com lençol freático entre 20-40 cm de profundidade. São em geral pouco profundos, mal ou imperfeitamente drenados, e com permeabilidade baixa. A textura é argilosa ou média e possui cor escura (preta, cinzenta

muito escura, bruna-acinzentada muito escura). Esses solos são formados de sedimentos recentes, próximos ou às margens dos rios, de materiais colúvio-aluviais sujeitos a condições de hidromorfia em terraços fluviais, lacustres ou marinhos (UBERTI, 2005; EMBRAPA, 2004; EMBRAPA, 1999). Em Itapema, esses solos ocorrem no Sertão do Trombudo e, em grande parte, são usados para plantação do arroz irrigado.

1.5.1.4 SOLO ORGÂNICO ÁLICO OU ORGANOSSOLO

Esse tipo de solo abrange solos hidromórficos que apresentam teores de compostos orgânicos, em grau variável de decomposição, formando camadas acumuladas em ambiente lagunares, de coloração escura devido aos elevados teores de carbono orgânico, e praticamente, sem desenvolvimento pedogenético. O material de origem é composto por acumulações orgânicas residuais recentes, referidas ao Holoceno, de textura arenosa quanto argilosa. Formam ambientes mal a muito mal drenados, uma vez que estes solos são desenvolvidos sob condições de permanente encharcamento, com lençol freático próximo ou à superfície durante grande parte do ano. Ocorrem em superfícies planas, ocupando as posições de cotas mais baixas, em áreas originalmente abaciadas, que constituem pequenas depressões sedimentares próximas aos cursos d'água, tornando-se o relevo um dos fatores mais importantes na formação desses solos. A camada orgânica apresenta coloração que varia do preto ao cinzento muito escuro. Caracterizam-se por possuírem alta capacidade de troca de cátions e baixa densidade aparente, em consequência dos altos teores de matéria orgânica (UBERTI, 2005; EMBRAPA, 2004; EMBRAPA, 1999).

1.5.1.5 SOLOS HALOMÓRFICOS OU INDISCRIMINADOS DE MANGUE

Compreendem solos minerais, predominantemente halomórficos (salino), alagados, de profundidade limitada pela altura do lençol freático, geralmente sem diferenciação de horizontes. A diminuição da corrente de água favorece a deposição de sedimentos finos argilosos ou argilo-siltosos, mas não exclui a possibilidade da presença de sedimentos arenosos, portanto são solos de textura variável e com conteúdo variável de sais. Ocorrem nas partes baixas do litoral de Itapema sujeitas à influência direta do fluxo e refluxo das marés, localizados nas desembocaduras dos rios Perequê e da Mata. Nessas áreas, a vegetação é caracterizada pela presença de floresta de mangue, com espécies vegetais nativas que possuem uma capacidade enorme de adaptação a esse meio salino e semifluido. Segundo

Embrapa (2004), recomenda-se que sejam exclusivamente destinados à preservação da fauna e da flora.

1.5.1.6 AREIAS QUARTZOSAS VERMELHO-AMARELAS OU NEOSSOLO QUARTZARÊNICO DISTRÓFICO

Compreendem solos minerais, pouco evoluídos, extremamente arenosos, sendo muito porosos, soltos e excessivamente drenados. São de coloração bruna ou bruna-avermelhada, com pequena diferenciação entre os horizontes e com baixos teores de matéria orgânica, mesmo no horizonte superficial. São derivados de sedimentos arenosos não consolidados do Quaternário (Pleistocênio), ocupando uma faixa contínua ao longo da costa atlântica, porém ocorrem mais no interior da planície costeira, após as Areias Quartzosas. São profundos a muito profundos, com textura arenosa ao longo do perfil e teores de areia em torno de 95%, constituídos quase que exclusivamente por quartzo. Quimicamente são solos ácidos, com baixa reserva de nutrientes. Ocorrem em área de topografia praticamente plana e suave ondulada, em altitudes em torno dos 30 m (UBERTI, 2005; EMBRAPA, 2004; EMBRAPA, 1999).

1.5.1.7 AREIAS QUARTZOSAS MARINHAS OU NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS

Correspondem a solos minerais originados de sedimentos arenosos não consolidados do Quaternário (Holoceno), profundos ou muito profundos, com textura de areia ao longo do perfil. São solos bem drenados e com insignificante teor de matéria orgânica, sendo, portanto, de baixa fertilidade natural, com reserva mínima de nutrientes para as plantas. Ocorrem ao longo da orla marítima, originalmente em forma de dunas fixas, que eram recobertas por vegetação arbustiva e graminoide (UBERTI, 2005; EMBRAPA, 2004; EMBRAPA, 1999). Atualmente essa área está altamente urbanizada.

1.5.2 ANÁLISES

1.5.2.1 ANÁLISE DE SUCEPTIBILIDADE A RISCOS AMBIENTAIS

Segundo Amaral e Fernandes (2003), os deslizamentos são fenômenos naturais contínuos de dinâmica externa, assim como os processos de intemperismo e erosão, que modelam a paisagem da superfície terrestre. O Brasil, devido a suas condições climáticas e

amplas extensões de relevo montanhoso, está sujeito aos desastres associados aos movimentos de massa nas encostas. Além da presença elevada daqueles de origem natural (Figura 1.21), também ocorre no País um grande número de desastres induzidos pela ação humana. Diversas metrópoles brasileiras convivem com grande incidência de deslizamentos, com grandes danos associados, provocados por cortes para implantação de moradias, de estradas, desmatamentos, atividades de pedreiras, entre outros.



Figura 1.21- Cicatriz de deslizamento natural no alto do morro do Trombudo

Fonte: Fotografia de Cristina Covello, junho de 2009

De acordo com Bigarella (2003), os movimentos de massa são reconhecidos como os mais importantes processos geomórficos modeladores da superfície terrestre. Constituem-se no deslocamento de material (solo e rocha) vertente abaixo sob a influência da gravidade, sendo desencadeado pela interferência direta de outros meios ou agentes independentes.

As condições que propiciam os movimentos de massa dependem principalmente da estrutura geológica, da declividade da vertente (forma topográfica), do regime das chuvas (em especial os episódios pluviais intensos), da perda de vegetação e da ação antrópica. Esses movimentos ocorrem também pela existência de espessos mantos de intemperismo, como também pela presença de níveis/faixas impermeáveis que agem como planos de deslizamento. Logo, os desequilíbrios que se registram nas encostas ocorrem, geralmente, devido à participação do clima e de alguns aspectos das características das encostas que incluem como topografia, geologia, grau de intemperismo, solo e tipo de ocupação (BIGARELLA, 2003; CUNHA e GUERRA, 2003).

Conforme Cunha e Guerra (2003), chuvas concentradas, associadas aos fortes declives, aos espessos mantos de intemperismo e ao desmatamento podem criar áreas possíveis de erosão e de movimento de massa. Além disso, quando é registrada grande

intensidade de precipitação, desmoronamentos rápidos podem ocorrer em declives acima de 12 graus, e em vertentes muito íngremes, com solos pouco espessos e saturados, mesmo sob floresta.

Além disso, a expansão urbana e a falta de qualidade da infraestrutura de moradias que ocupam áreas apontadas como áreas de risco, podem ser associadas a diversos fatores, que vão desde o crescimento populacional e a falta de condições financeiras das pessoas para compra de imóveis e terrenos em locais apropriados, até a falta de políticas públicas de planejamentos nas cidades e periferias. Portanto, o crescimento desordenado das cidades é visto como um condicionante de desastres, que ocasiona, também, a diminuição de estoques de terrenos em locais seguros e a conseqüente valorização, o que acaba por gerar os adensamentos dos estratos populacionais mais vulneráveis em áreas de riscos mais intensos (AMARAL e FERNANDES, 2003).

1.5.2.2 ANÁLISES DA SUSCEPTIBILIDADE A RISCOS AMBIENTAIS EM ITAPEMA

O município de Itapema possui uma extensão de apenas 52 km², e quase metade dessa área constitui-se em morros da unidade Serra do Leste Catarinense com altitudes que podem chegar até 650 m. Essas encostas formadas por rochas gnaiesses e graníticas possuem manto de intemperismo com até 20 m de espessura, e rios encaixados em falhas e fraturas. Além disso, vários rios são formados em cabeceiras de drenagem nos morros; estes, portanto, são modelados constantemente pelas águas fluviais e pluviais. Como resultado disso, pelo mapa geomorfológico pode-se visualizar, em torno das vertentes, rampas de colúvio-aluvional.

Fundamentando-se nessas características do relevo pode-se concluir que as vertentes possuem uma susceptibilidade natural a deslizamentos e movimentos de massa, que podem ser agravadas por ações antrópicas. Devido ao crescimento populacional intenso que está ocorrendo em Itapema, essas áreas próximas, ou junto aos morros, aos poucos estão sendo ocupadas principalmente por populações mais pobres. Estas, ao fazerem corte no talus (base) das vertentes para construir suas casas, acabam por desestabilizar as encostas tornando essas áreas em áreas de risco, pois esses cortes em períodos de chuvas intensas podem vir a deslizar.

Após as chuvas intensas que ocorreram no mês de novembro de 2008, foi possível verificar diversos pontos de deslizamentos (Figura 1.22 A e B), alguns próximos às casas

construídas junto às vertentes, e vários deslizamentos ocorreram na estrada Campo do Areal, a qual foi aberta entre as encostas da Serra do Areal e Serra dos Macacos, muito próximo ao vale encaixado do rio Areal. Esses deslizamentos na estrada não causaram danos sociais e econômicos à população, somente o bloqueio de passagem.



Figura 1.22 (A e B) - Cicatriz de um deslizamento na estrada Campo do Areal
Fonte: Fotografia de Cristina Covello, 2009

Sabe-se, por conseguinte, que a construção de casas ou qualquer outro empreendimento nas encostas dos morros de Itapema vão estar vulneráveis e susceptíveis a sofrerem com movimentos de massa. Assim, áreas de risco estão sendo criadas com a construção em terrenos com alta declividade, se estas não forem muito bem estudadas e estruturadas.

Além dos deslizamentos, parte da população de Itapema também está vulnerável a inundações. Com as chuvas de novembro de 2008, alguns bairros desse município foram atingidos por inundações. Isso acontece porque, após as vertentes e da rampa de colúvio-aluvional, ocorrem terraços lagunares, conforme pode ser observado no mapa geomorfológico. Além disso, alguns solos possuem o nível do lençol freático muito alto, próximo à superfície, como o Gleissolo Melânico Distrófico e Solo Orgânico Álico, os quais ocorrem nos terraços lagunares e na rampa de colúvio-aluvional que se espalhou no bairro Sertão do Trombudo.

Os terraços lagunares são resultantes do entulhamento de antigas lagoas, por material areno-argilosos e aluviões. Esses sedimentos, inicialmente, transformaram as lagoas em pântanos, que foram sendo colmatados até se transformarem no atual terraço.

Essas áreas são naturalmente muito úmidas e alagáveis, portanto, locais naturalmente susceptíveis a inundações. Para agravar a situação dessas áreas, alguns rios foram canalizados, e matas ciliares foram cortadas para a implantação de aterros e, posteriormente, para a

construção de casas. Essas áreas foram transformadas em áreas de risco de inundação em períodos de chuvas intensas, pois são áreas úmidas, que sofrem com a impermeabilização do solo devido às construções e asfaltos executados em aterros deficientes, quanto à compactação sobre canais de drenagens, ou com deficiência de drenagens internas ou superficiais.

Com essa breve explanação, pode-se concluir que a população que mora ou que virá a morar nas vertentes de Itapema poderão vir a sofrer com escorregamentos, e as pessoas que moram ou virão a morar sobre os solos Gleissolo Melânico Distrófico e Solo Orgânico Álico sofreram com inundações. A prefeitura de Itapema tem o dever de tentar impedir o crescimento urbano nos morros, pois, se isso não ocorrer, áreas de riscos serão criadas. Quanto às inundações, deve-se fazer canais de drenagem com grande capacidade de água e reflorestar as matas ciliares, impedindo construções nesses locais.

1.5.3 PONTOS DE INTERESSE

Mediante esses estudos, pode-se identificar locais que, com a criação da Unidade de Conservação, poderão tornar-se áreas ideais para a realização de visitação e educação ambiental. O topo do morro do Cabeço é um desses locais, com vista panorâmica para boa parte do município de Itapema, como também para os morros, que irão compor a futura área da Unidade de Conservação. É possível visualizar perfeitamente desse ponto os vales do rio Areal e do rio Itapema (Figura 1.23 A e B).



Figura 1.23 (A e B) - Vista panorâmica do morro do Cabeço para o vale do rio Areal à esquerda e para o vale do rio Itapema à direita Fonte: Fotografia de Angela Beltrame, 2009

Outro ponto localiza-se na primeira subida da estrada da Serra do Areal (Figura 1.24), que possibilita a visão panorâmica de parte da cidade de Itapema, sendo também local propício para a localização de mirante e portal da futura Unidade Conservação.



Figura 1. 24 - Visão panorâmica de parte da cidade de Itapema na Serra do Areal
Fonte: Fotografia de Angela Beltrame, maio de 2009

Na praia Grossa, além da grande beleza cênica, tem-se uma diversidade de ambientes geológicos e geomorfológicos, que torna o local muito didático e com potencial para realização de educação ambiental, pois nessa praia encontra-se boa parte dos depósitos geológicos que ocorrem no município de Itapema, em uma área restrita.

Em relação ao mangue do rio Perequê, também é recomendável preservar o que ainda resta desse ambiente e criar um local para visitação e educação ambiental, pois esse ecossistema, além de ser o berçário da vida marinha, possui uma vegeta o típica, totalmente adaptada ao ambiente fl vio-marinho – o manguezal – destacando-se no aspecto pedagógico por sua importância ecológica.

2. HIDROLOGIA E CLIMATOLOGIA

A Hidrologia (do grego ὕδωρ, hydor, "água"; e λόγος, logos, "estudo") é a ciência que estuda a ocorrência, distribuição e movimentação da água no planeta Terra (Figura 2.1). A Lei Federal n.º 9.433/97, que institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH), amplia definição atual tendo em uma de suas diretrizes a indissociabilidade de aspectos quantitativos e qualitativos.

A hidrologia não é uma ciência inteiramente pura; ela tem muitas aplicações práticas. Para enfatizar-lhe a importância prática, o termo "hidrologia aplicada" tem sido comumente usado. Como numerosas aplicações dos conhecimentos em hidrologia ocorrem também no campo das engenharias hidráulica, sanitária, agrícola, de recursos hídricos e de outros ramos da engenharia, o termo "engenharia hidrológica" tem sido também empregado.



Figura 2. 1 - O ciclo da água

Fonte: USGS, 2007, adaptado pelos autores do projeto.

Compreende-se por clima uma sucessão de tipos de tempo, e por tempo o estado da atmosfera em um dado lugar e momento. Para definir o clima, é necessário o estudo da atuação de diversos parâmetros meteorológicos, sendo os principais a temperatura do ar,

velocidade e direção do vento, precipitação, umidade relativa do ar, insolação, pressão atmosférica e evapotranspiração. Também são levados em consideração os fatores geográficos como latitude, longitude, altitude e continentalidade. A análise climatológica fornece informações importantes no que diz respeito à organização econômica e ao conhecimento espacial, contribuindo assim para uma visão real da atuação dos fenômenos meteorológicos em uma dada região.

Para a realização dos estudos hidrológicos e climatológicos da área de estudo foram utilizadas bases vetoriais georreferenciadas disponibilizadas gratuitamente pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural do Estado de Santa Catarina (EPAGRI), dados de precipitação disponibilizados pela Agência Nacional de Águas (ANA) e dados climatológicos disponibilizados pela EPAGRI. O processamento de dados e confecção de mapas foi feito utilizando o *software* ArcInfo 9.2 licenciado no Grupo Transdisciplinar de Pesquisa em Governança da Água e do Território (GTHIDRO), laboratório do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina (CTC/UFSC).

A análise do conjunto de dados coletados permite concluir que o município Itapema é dividido entre três sub-bacias hidrográficas. Na sub-bacia do rio Perequê fica concentrada a maior densidade urbana e onde está a maior área plana de Itapema. É também a sub-bacia do rio Perequê que apresenta a menor densidade de drenagem, e muitos cursos d'água já foram retificados, transformados em canais de irrigação ou encanados. A região é dotada de clima mesotérmico úmido com excesso hídrico e precipitação bem distribuída por todo o ano. Encontra-se situada em latitude subtropical, sendo assim zona de transição entre as Massas de Ar Tropicais e Polares e Linhas de Instabilidades originadas na Baixa do Chaco (Paraguai), isto é, atingida pelos principais centros de ação da América do Sul.

O sul do Brasil é uma das regiões mais uniformes e de maior unidade climática. Devido à sua posição subtropical (médias latitudes), sofre influência constante de frentes vindas do sul do continente, sendo passagem obrigatória da Massa Polar, o que torna a região constantemente sujeita a bruscas mudanças de tempo. Devido a essas mudanças, tem-se uma influência maior na variabilidade pluviométrica do que na variabilidade térmica, pois a área em estudo não está sujeita a grandes desvios térmicos, mas, sim, às consequências do encontro dessas massas de ar, chamadas de Frentes. As Massas de Ar Tropical que invadem Santa Catarina pelo continente e pelos oceanos Atlântico e Pacífico podem ser denominadas Massa de Ar Tropical Continental, Atlântica e Pacífica, respectivamente. Da mesma maneira,

a Massa de Ar Polar também pode ser classificada de maneira similar, isto é, Continental, Pacífica e Atlântica, obedecendo ao mesmo sistema de invasão.

A Massa de Ar Quente que mais frequentemente atua em Santa Catarina é a Tropical, tanto a Continental como as Marítimas. Essa Massa de Ar tem o seu desenvolvimento mais acentuado durante o verão e nas estações intermediárias, enquanto que a Massa de Ar Polar tem o seu desenvolvimento mais acentuado durante o inverno e também durante as estações intermediárias. Durante o verão, ocorrem as invasões das Linhas de Instabilidades, que se formam sobre a Região do Chaco (Paraguai) no período da manhã, e rapidamente desenvolvem-se, atingindo o litoral com fortes aguaceiros, trovoadas, ventos fortes e, por vezes, granizo, sendo esta manifestação meteorológica sempre de pequena duração.

2.1 DIVISÃO HIDROGRÁFICA DE ITAPEMA

Segundo a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural do Estado de Santa Catarina (divisão das unidades hidrográficas propostas para o estado de Santa Catarina disponíveis em <http://www.ciram.com.br:8080/mapoteca/>), o município de Itapema abrange três sub-bacias, sendo elas: rio Perequê, rio Areal e rio Mara Camboriú (ANEXOS)

2.1.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DAS SUB-BACIAS

2.1.1.1 SUB-BACIA DO RIO MATA CAMBORIÚ

A sub-bacia do rio Mata Camboriú está localizada na porção norte do município de Itapema. Seus limites ultrapassam os limites de Itapema, sendo uma bacia dividida com o município de Balneário Camboriú. O Quadro 1 a seguir mostra os índices físicos calculados para a sub-bacia do rio Mata Camboriú.

Área (Km ²)	9,41
Perímetro (Km)	16,36
Comprimento rio principal (Km)	2,86
Comprimento total dos rios (Km)	15,54
Largura média Sub-Bacia Hidrográfica (Km)	3,29
Densidade de drenagem (Km/Km ²)	1,65
Fator de forma	1,15
Coefficiente de compacidade	1,49

Quadro 2.1– Índices Físicos da sub-bacia hidrográfica do rio Mata Camboriú
Fonte: NEAmb UFSC, 2009

A altitude máxima da sub-bacia é de 400 m e a mínima de 0 m. mostra o mapa hipsométrico da bacia, que foi gerado a partir das curvas de nível das cartas topográficas do IBGE 1:50.000 (ANEXOS . Com base no mapa hipsométrico gerado foi possível construir a curva hipsométrica da bacia hidrográfica do rio Mata Camboriú. Essa curva representa a área (em %) do terreno que está acima de determinada cota da bacia. A Figura 2.4 a seguir mostra a curva hipsométrica construída para a bacia.

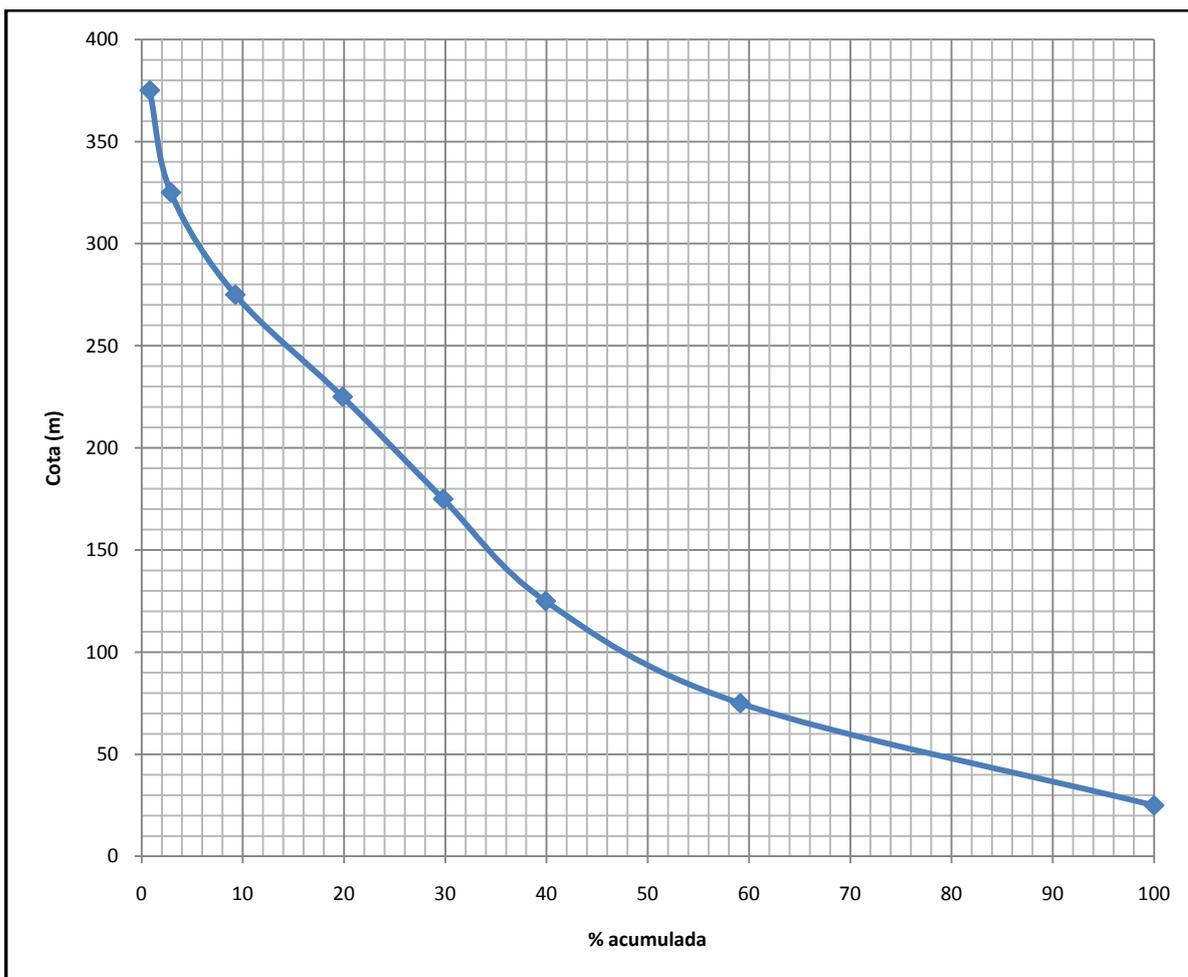


Figura 2.4 - Curva Hipsométrica da sub-bacia do rio Mata Camboriu
Fonte: NEAmb UFSC, 2009

O mapa de declividades da bacia hidrográfica do rio Mata Camboriú em anexo mostra as classes de declividade foram fatiadas de acordo com as classes propostas por EMBRAPA 1979.

A Figura 2.6 mostra a porcentagem de área da sub-bacia em cada uma das classes de relevo de acordo com a declividade.

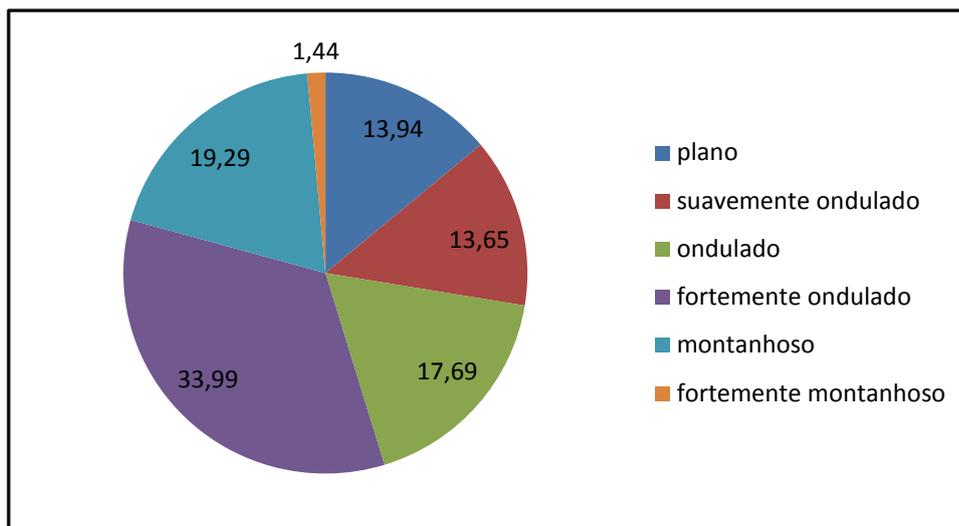


Figura 2.6 - Distribuição, em porcentagem, das classes de relevo da sub-bacia do rio Mata Camboriú
Fonte: NEAmb UFSC, 2009

2.1.1.2 SUB-BACIA DO RIO PEREQUÊ

A sub-bacia do rio Perequê está localizada na porção sul do município de Itapema. Seus limites ultrapassam os limites de Itapema, sendo uma bacia dividida com o município de Porto Belo. A Tabela 2 a seguir mostra os índices físicos calculados para a sub-bacia do rio Perequê.

Área (Km ²)	66,92
Perímetro (Km)	34,63
Comprimento rio principal (Km)	13,92
Comprimento total dos rios (Km)	15,54
Largura média Sub-Bacia Hidrográfica (Km ² /Km)	4,81
Densidade de drenagem (Km/Km ²)	0,23
Fator de forma	0,35
Coefficiente de compacidade	1,19

Quadro 2.2 - Índices físicos da bacia hidrográfica do rio Perequê
Fonte: NEAmb UFSC, 2009

A altitude máxima da sub-bacia é de aproximadamente 640 m e a mínima de 0 m. O mapa hipsométrico da bacia, que foi gerado a partir das curvas de nível das cartas topográficas do IBGE 1:50.000 está em anexo. Com base no mapa hipsométrico gerado foi possível construir a curva hipsométrica da bacia hidrográfica do rio Perequê. Essa curva representa a área (em %) do terreno que está acima de determinada cota da bacia. A Figura 2.8 a seguir mostra a curva hipsométrica construída para a bacia.

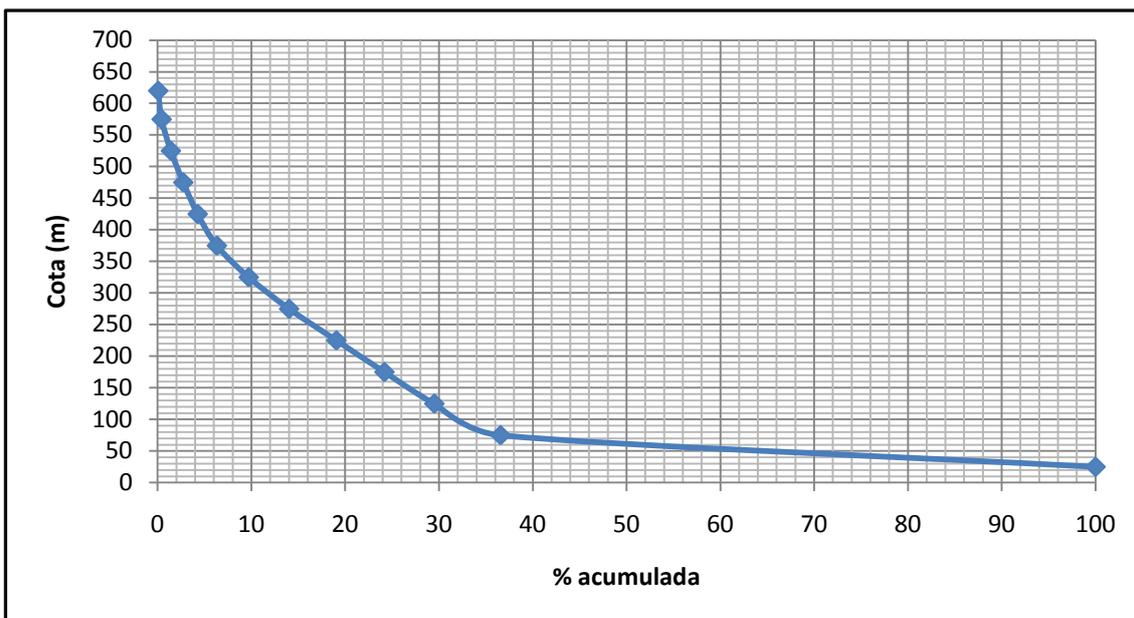


Figura 2.8 - Curva Hipsométrica da sub-bacia do rio Perequê
 Fonte: NEAmb UFSC, 2009

O mapa de declividades da bacia hidrográfica do rio Perequê em anexo. As classes de declividade foram fatiadas de acordo com as classes propostas por EMBRAPA 1979. A Figura 2.10 mostra a porcentagem de área da sub-bacia em cada uma das classes de relevo de acordo com a declividade.

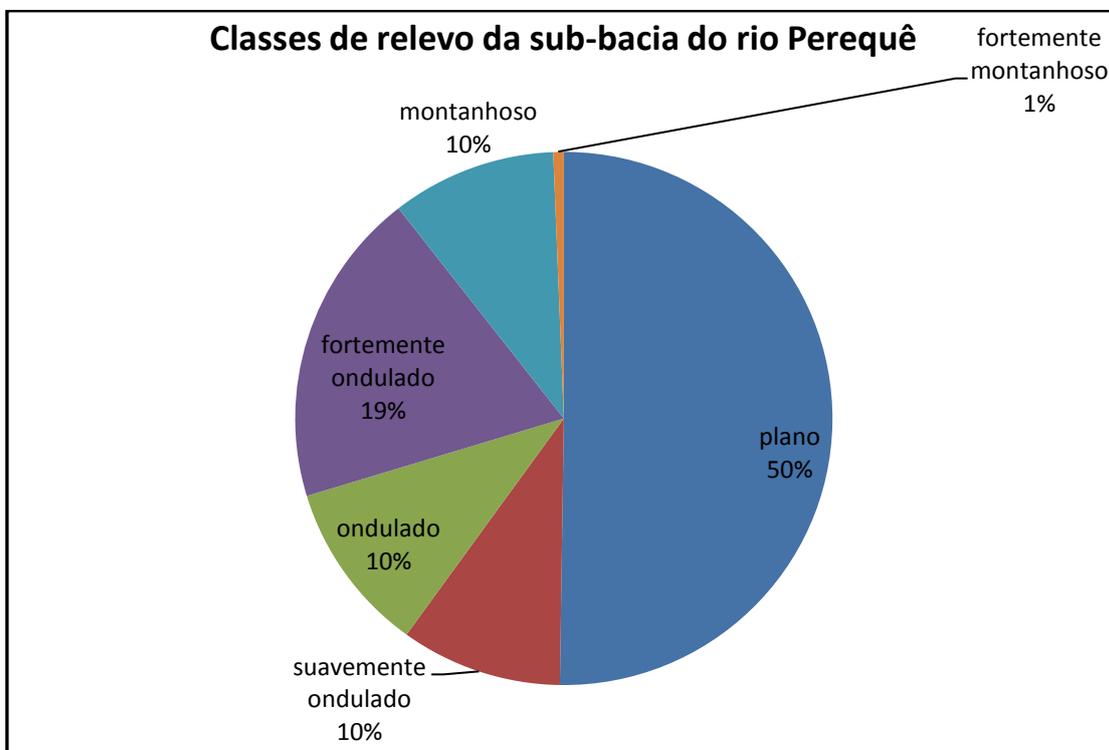


Figura 2.10 - Distribuição, em porcentagem, das classes de relevo da sub-bacia do rio Perequê
 Fonte: NEAmb, UFSC, 2009

2.1.1.3 SUB-BACIA DO RIO AREAL

A sub-bacia do rio Areal está localizada na porção central do município de Itapema. Seus limites não ultrapassam os limites de Itapema, sendo uma sub-bacia com o território totalmente em Itapema. A Tabela 2.2 a seguir mostra os índices físicos calculados para a sub-bacia do rio Areal.

Área (Km ²)	25,15
Perímetro (Km)	24,67
Comprimento rio principal (Km)	11,39
Comprimento total dos rios (Km)	25,8
Largura média Sub-Bacia Hidrográfica (Km ² /Km)	2,21
Densidade de drenagem (Km/Km ²)	1,03
Fator de forma	0,19
Coefficiente de compacidade	1,38

Quadro 2.3 - Índices físicos da bacia hidrográfica do rio Areal Fonte: NEAmb UFSC, 2009

A altitude máxima da sub-bacia é de aproximadamente 660 m e a mínima de 0 m. A Figura 2.11 mostra o mapa hipsométrico da bacia, que foi gerado a partir das curvas de nível das cartas topográficas do IBGE 1:50.000 em anexo.

A partir do mapa hipsométrico gerado foi possível construir a curva hipsométrica da bacia hidrográfica do rio Areal. Essa curva representa a área (em %) do terreno que está acima de determinada cota da bacia. A Figura 2.12 a seguir mostra a curva hipsométrica construída para a bacia.

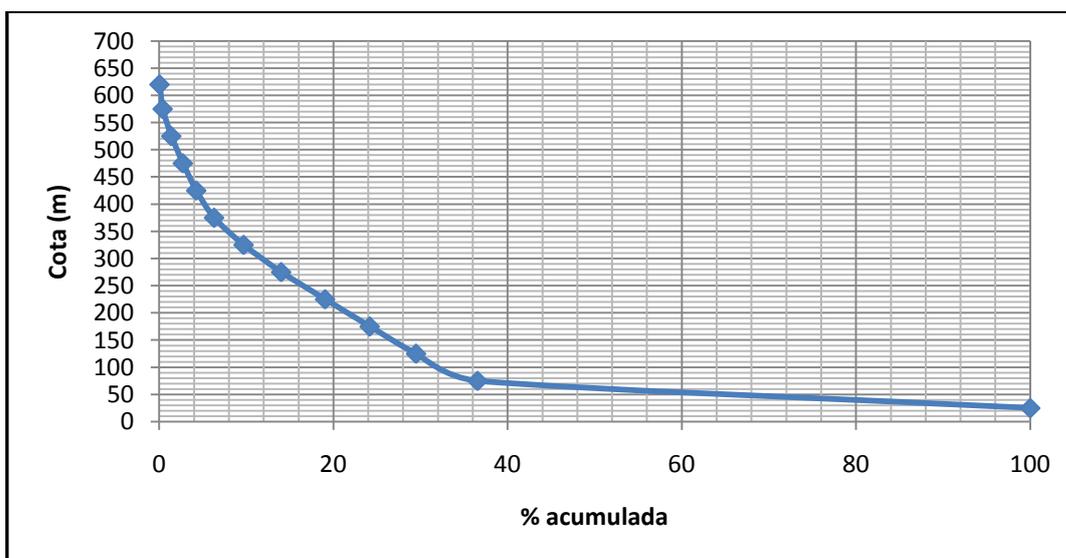


Figura 2.12 - Curva Hipsométrica da sub-bacia do rio Areal
Fonte: NEAmb UFSC, 2009

O mapa de declividades da bacia hidrográfica do rio Perequê em anexo. As classes de declividade foram fatiadas de acordo com as classes propostas por EMBRAPA 1979. A Figura 2.14 mostra a porcentagem de área da sub-bacia em cada uma das classes de relevo de acordo com a declividade.

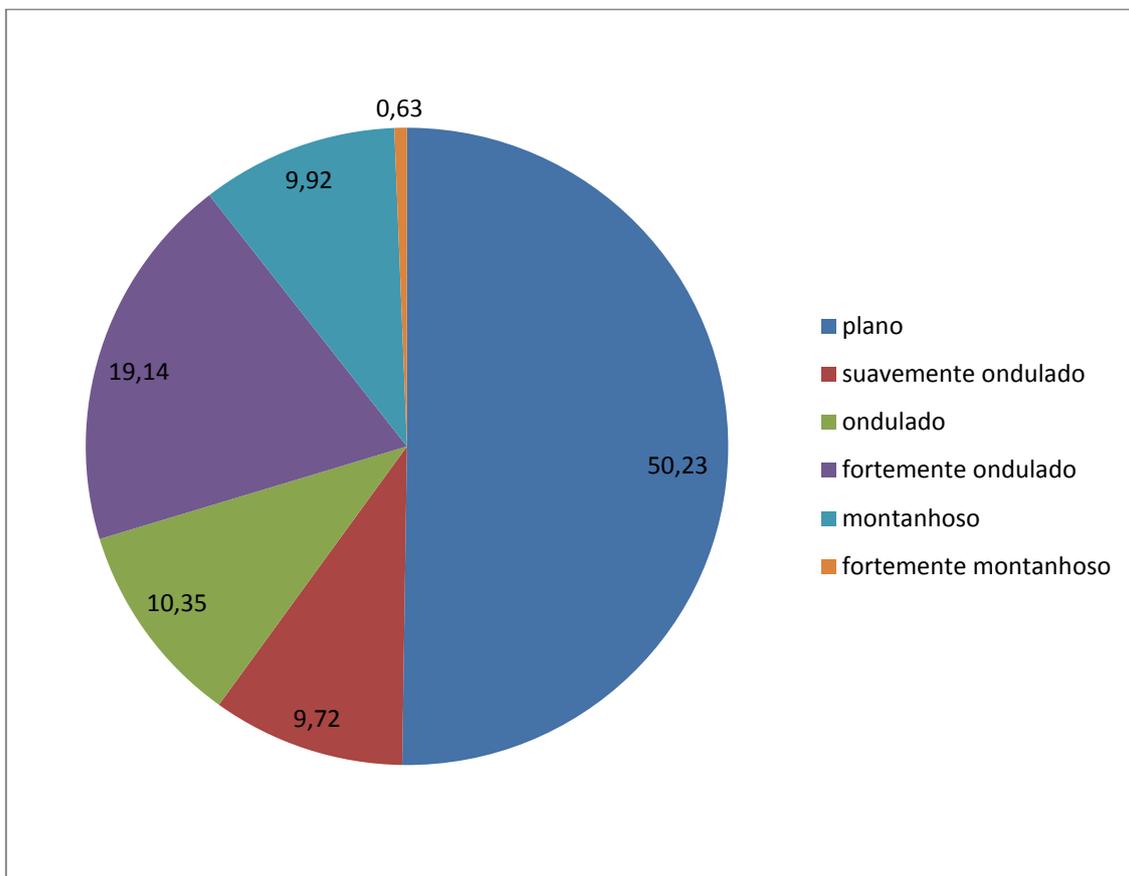


Figura 2. 14 – Distribuição, em porcentagem, das classes de relevo da sub-bacia do rio Areal
Fonte: NEAmb, 2009

2.2 CARACTERIZAÇÃO PLUVIMÉTRICA

2.2.1 ESCOLHA DAS ESTAÇÕES PARA O ESTUDO

Para realizar a escolha das estações pluviométricas para o estudo foi utilizado o mapa da rede de monitoramento de Santa Catarina e o Inventário das estações pluviométricas da Agência Nacional de Águas (ANA) – disponível em <http://www.ana.gov.br/rhn/index.htm>, (Figura 2.15)

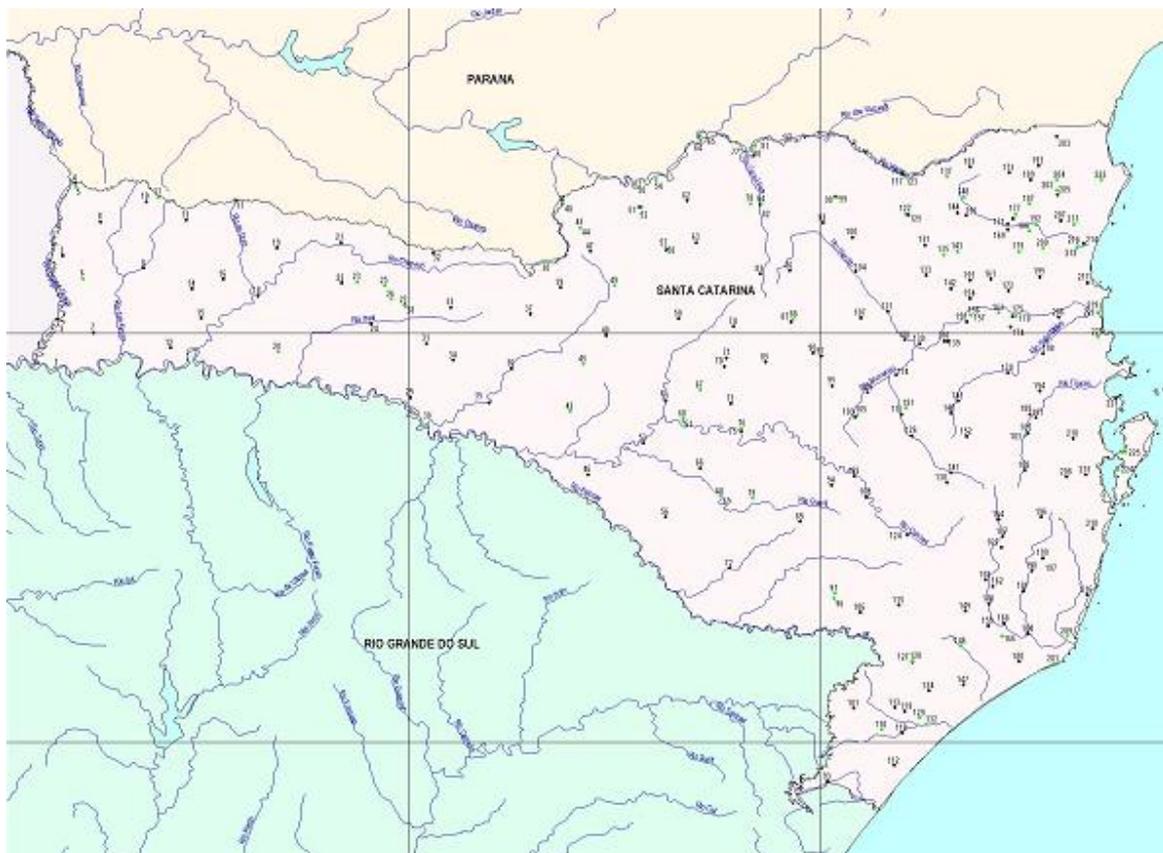


Figura 2. 15 - Rede de monitoramento pluviométrico de Santa Catarina
 Fonte: ANA, 2009

Após selecionar as estações mais próximas da cidade de Itapema utilizando o mapa da rede de monitoramento, foi possível descobrir o código de cadastro na ANA da estação pluviométrica por meio do inventário das estações. Os códigos das estações foram utilizados para buscar as séries históricas através do Sistema de Informações Hidrológicas da ANA–Hidroweb. Dentro das estações disponíveis na região de Itapema, as que foram utilizadas no presente estudo estão apresentadas no Quadro 2.2 a seguir.

NOME ESTAÇÃO	CÓDIGO ESTAÇÃO
Itajaí	2648024
Governador Celso Ramos	2748019
Brusque	2748000
Ilhota - Jusante	2648001
Nova Trento	2748002

Quadro 2.2 - Estações selecionadas para o estudo
 Fonte: ANA, 2009

Em anexo está o mapa que mostra a localização das estações selecionadas para o estudo.

2.2.2 AQUISIÇÃO E ARMAZENAMENTO DOS DADOS DE CHUVA

Após a escolha das estações, as séries históricas de dados mensais foram obtidas através do Sistema de Informações Hidrológicas da ANA – Hidroweb – disponível em <http://hidroweb.ana.gov.br/> (Figura 2.17), e com a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), via *e-mail*.

Os dados de precipitação da estação de Itajaí foram adquiridos com a EPAGRI e os da estação de Governador Celso Ramos com ANA. Esses dados foram disponibilizados em planilhas e arquivos de texto digitais pelas instituições. Ambas as estações possuíam dados de precipitação mensal para o período de 1981 a 2008; as séries históricas apresentavam falhas em alguns meses observados.

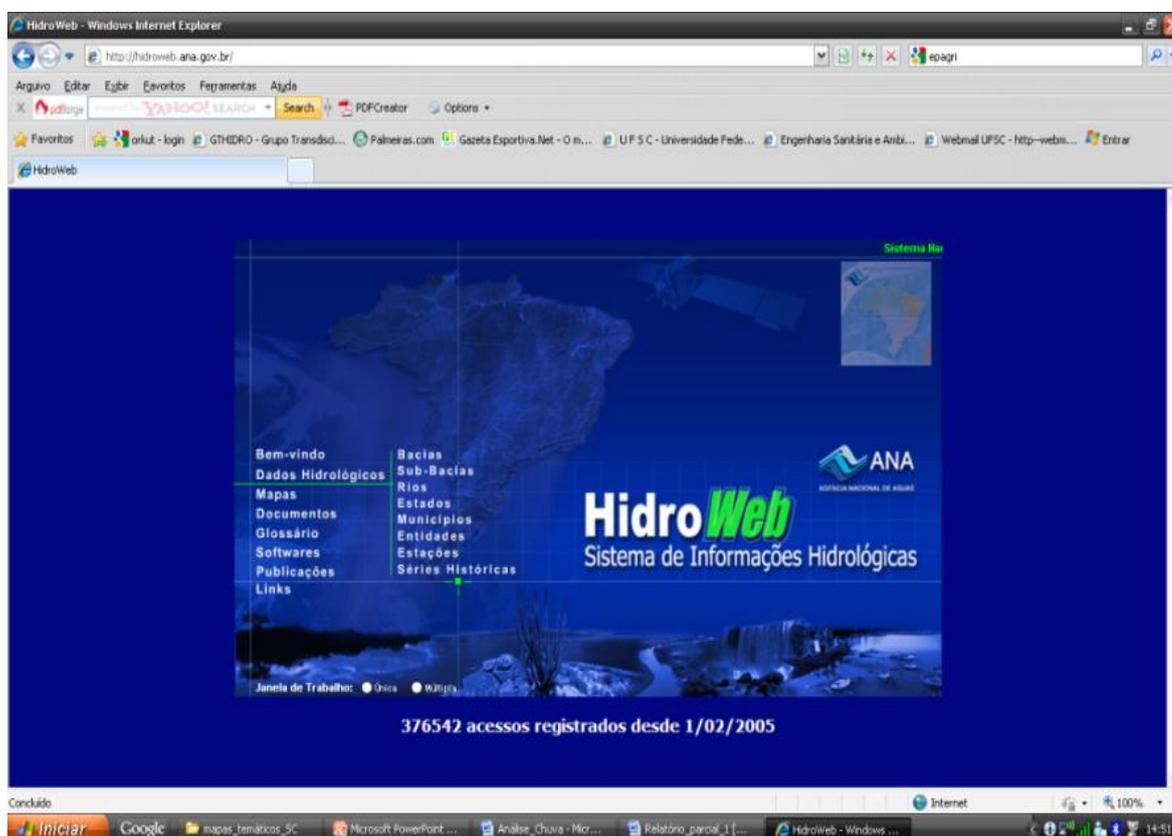


Figura 2. 17 – Sistema de Informações Hidrológicas – Hidroweb

Fonte: ANA - Sistema de Informações Hidrológicas, 2009

As outras três estações (Nova Trento, Brusque e Ilhota – Jusante) não possuíam séries históricas disponíveis nem na EPAGRI nem na ANA. Assim foi possível apenas coletar o valor da precipitação média anual de longo período calculado pela própria ANA disponibilizado em: <http://www.ana.gov.br/GestaoRecHidricos/InfoHidrologicas/default.asp>. Todos os dados adquiridos foram organizados e armazenados em planilhas Excel®.

2.2.3 ANÁLISE DOS DADOS – PREENCHIMENTO DE FALHAS

Os meses que possuíam falhas, ou seja, não possuíam valor para a precipitação mensal, não tiveram como ser preenchidos, uma vez que foi possível adquirir os dados mensais apenas de mais uma estação. Assim, os anos em que havia alguma falha foram desconsiderados no presente estudo (Quadro 2.3).

Estação	Anos excluídos
Governador Celso Ramos	1988, 1993, 1997, 1998, 2007, 2008
Itajaí	1983

Quadro 2.3 – Anos desconsiderados para o estudo

Fonte: NEAmb UFSC, 2009

2.2.3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO EM ITAPEMA – 1981 A 2008 – PRECIPITAÇÃO ANUAL MÉDIA DE LONGO PERÍODO (PMLP)

Para a caracterização da precipitação anual média do período foi utilizado o método das isoietas. Com o valor da precipitação anual média de cada uma das cinco estações selecionadas, foi possível confeccionar o mapa de isoietas utilizando um SIG através do *software* ArcGIS 9.2, interpolando os valores de precipitação média pelo método *Krigging* disponível no módulo *3D Analyst* (Figura 2.18).

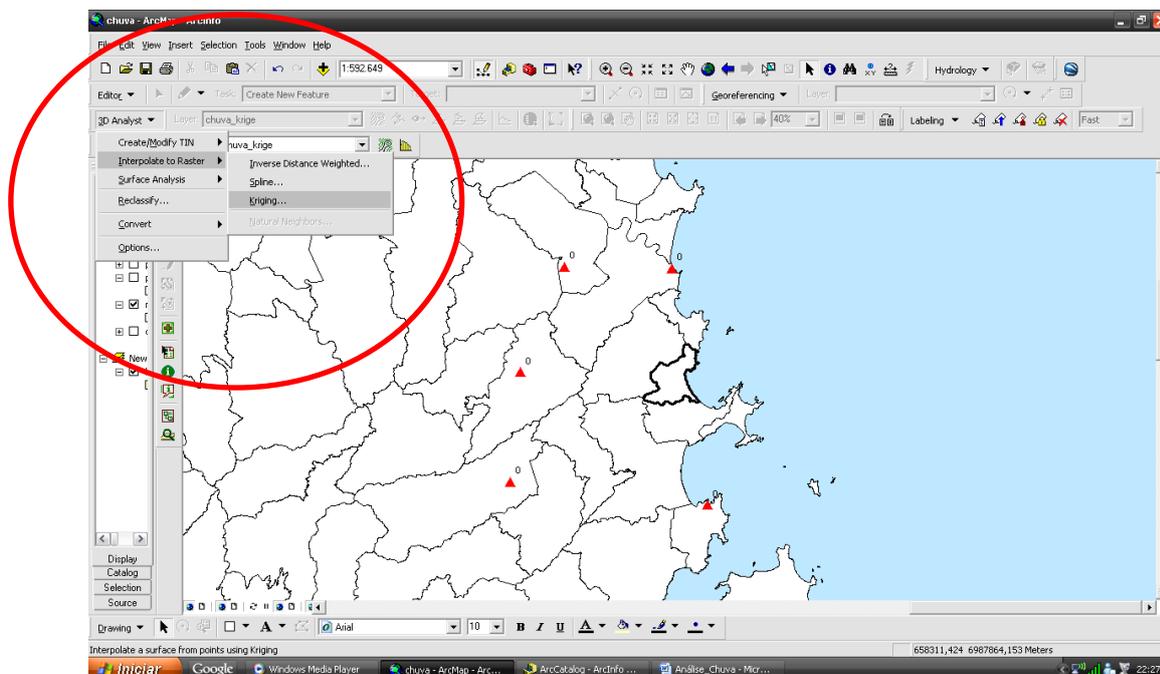


Figura 2.18 - Interpolando os dados de precipitação

Fonte: NEAmb UFSC, 2009

A precipitação média em Itapema foi calculada por meio da seguinte fórmula:

$$P_m = \frac{\sum P_{iai}}{A}$$

Onde: P_m = precipitação média (mm); P_i = precipitação média do intervalo; a_i = área do intervalo (m^2); A = área do município (m^2). O mapa de isoietas gerado para o município de Itapema está em anexo. A precipitação anual média, calculada pelo método das isoietas, no município de Itapema, é de 1535 mm.

2.2.3.2 DISTRIBUIÇÃO SAZONAL

A precipitação média mensal foi calculada pelo método de Thiessen. Para isto foram traçados os polígonos através da opção *Create Thiessen polygons* do módulo *Analysis Tools* do ArcTool Box (Figura 2.20).

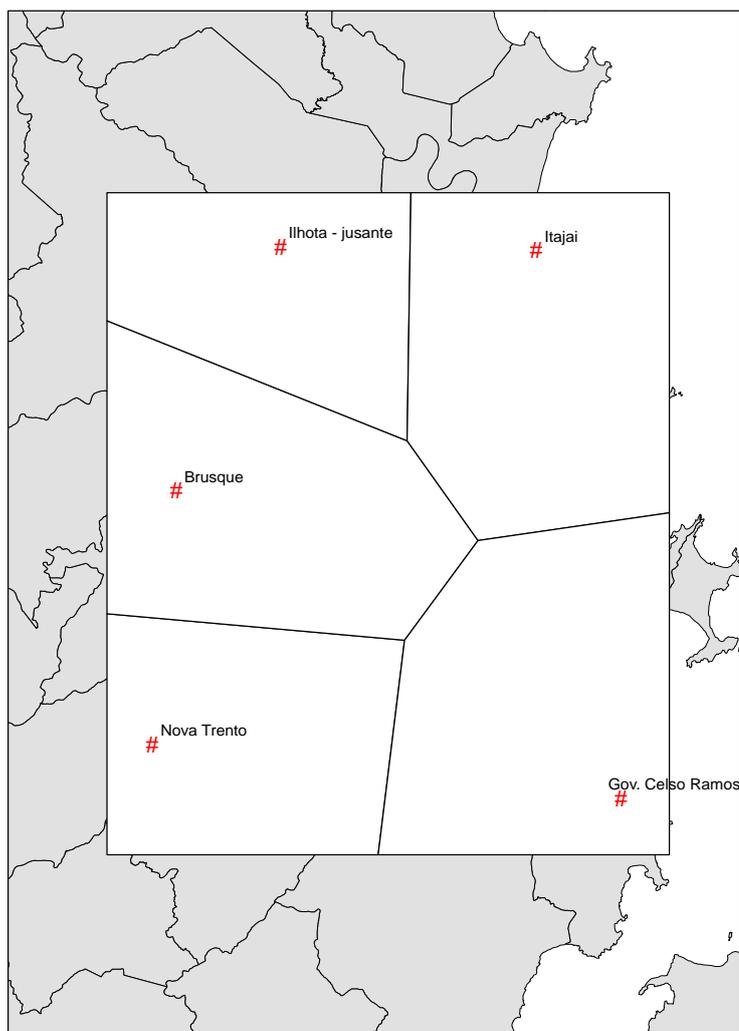


Figura 2. 20 - Polígonos traçados pelo software ArcGIS

Fonte: NEAmb UFSC, 2009

Pelo método de Thiessen as estações Itajaí e Governador Celso Ramos são as únicas que influenciam em Itapema. Para calcular a precipitação média da bacia foi calculada a área de influência de cada estação no município de Itapema, em seguida os dados médios mensais de cada uma das estações foram multiplicados por sua área de influência. A precipitação média foi calculada pela seguinte equação:

$$P_m = \frac{\sum P_i a_i}{A}$$

Onde: P_m = precipitação média na bacia (mm); P_i = precipitação média mensal da estação i (mm); a_i = área de influência da estação i (m²); A = área do município (m²).

Tabela 2.3 – Área de influência de cada estação

Estação	Área (m ²)
Itajaí	39174402
Gov. Celso Ramos	19308271

Fonte: NEAmb UFSC, 2009

A Tabela 2.4 a seguir mostra os valores de precipitação mensal média calculada pelo método de Thiessen para Itapema.

Tabela 2.4 - Precipitação média mensal em Itapema

mês	Precipitação média (mm)
jan.	212,65
fev.	173,81
mar.	164,47
abr.	113,72
maio	101,76
jun.	85,97
jul.	98,83
ago.	79,24
set.	125,10
out.	153,61
nov.	159,74
dez.	150,94

Fonte: NEAmb UFSC, 2009

Nota-se que o mês menos chuvoso é agosto apresentando uma média de 79,24 mm, e o mais chuvoso é janeiro com 212,65 mm em média (Figura 2. 21). Assim, o município de Itapema possui uma diferença entre o mês menos chuvoso e o mais chuvoso de aproximadamente 133 mm.

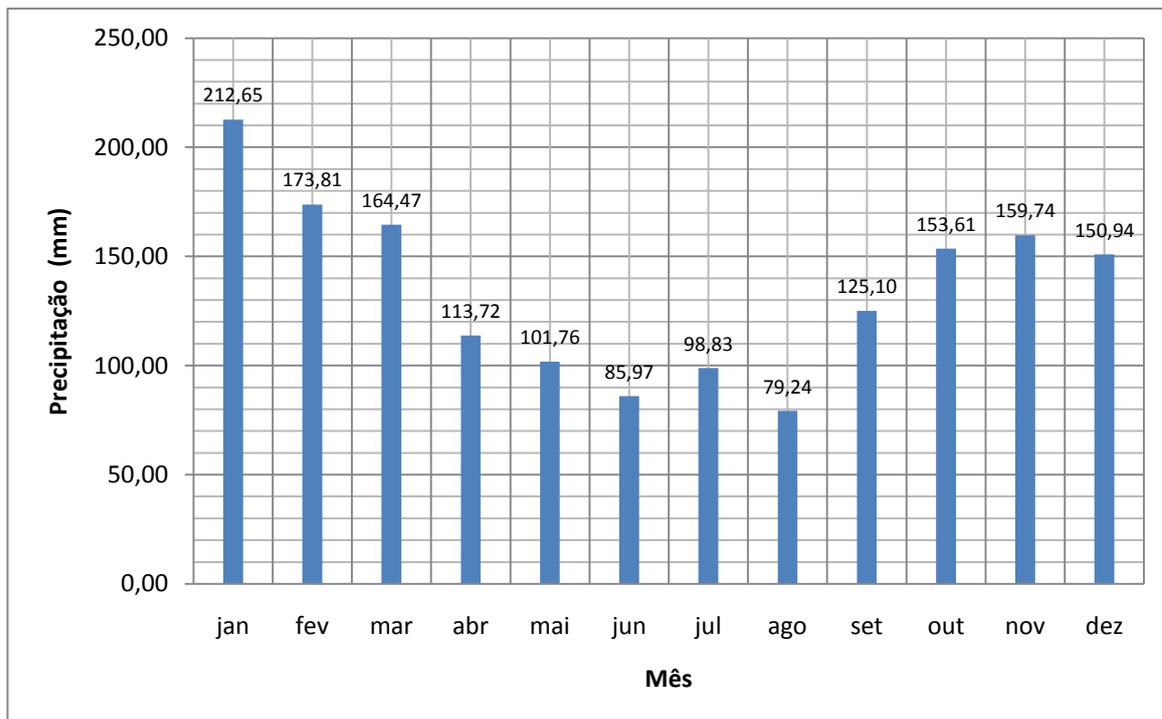


Figura 2. 21 - Representação gráfica da variação sazonal da precipitação em Itapema pelo método de Thiessen
Fonte: NEAmb UFSC, 2009

2.3 CARACTERIZAÇÃO FLUVIOMÉTRICA

A caracterização fluviométrica das sub-bacias localizadas na área do projeto será feita com base nos estudos de regionalização de vazões para o Estado de Santa Catarina realizados por ENGEORPS et al. (2006).

2.3.1 VAZÃO MÉDIA DE LONGO PERÍODO (QMLP)

A vazão média de longo período é o principal parâmetro hidrológico-estatístico para caracterizar a disponibilidade hídrica de uma bacia ou sub-bacia hidrográfica em uma seção qualquer. Para o cálculo da Qmlp nas sub-bacias foi utilizada a seguinte equação:

$$Q_{mlp} = 9393.10^{-4} . P^{0,362} . AD^{1,092}$$

Onde: Q_{mlp} = vazão média de longo período (m^3/s); P = precipitação média anual (mm); AD = área de drenagem da bacia (Km^2).

A Tabela 2.5 a seguir mostra a Q_{mlp} para cada uma das três sub-bacias da área do projeto.

Tabela 2.5 – Vazão Média de Longo Período das sub-bacias da área do projeto

	Sub-bacias		
	Perequê	Areal	Mata Comburiu
Área Drenagem (Km^2)	66,92	25,15	9,41
Precipitação média anual (mm)	1535	1535	1535
Q_{mlt} (m^3/s)	1,32	0,45	0,15

Fonte: NEAmb UFSC, 2009

2.3.1.1 DISTRIBUIÇÃO SAZONAL DAS VAZÕES

A distribuição sazonal das vazões permite conhecer a variação intra-anual das vazões de uma bacia hidrográfica, que caracteriza a disponibilidade hídrica mensal na seção de interesse. As Figuras 2.22, 2.23 e 2.24 mostram a variação sazonal das descargas em cada uma das três sub-bacias da área de projeto. Nota-se que nas três sub-bacias, no mês de fevereiro ocorre a maior descarga média.

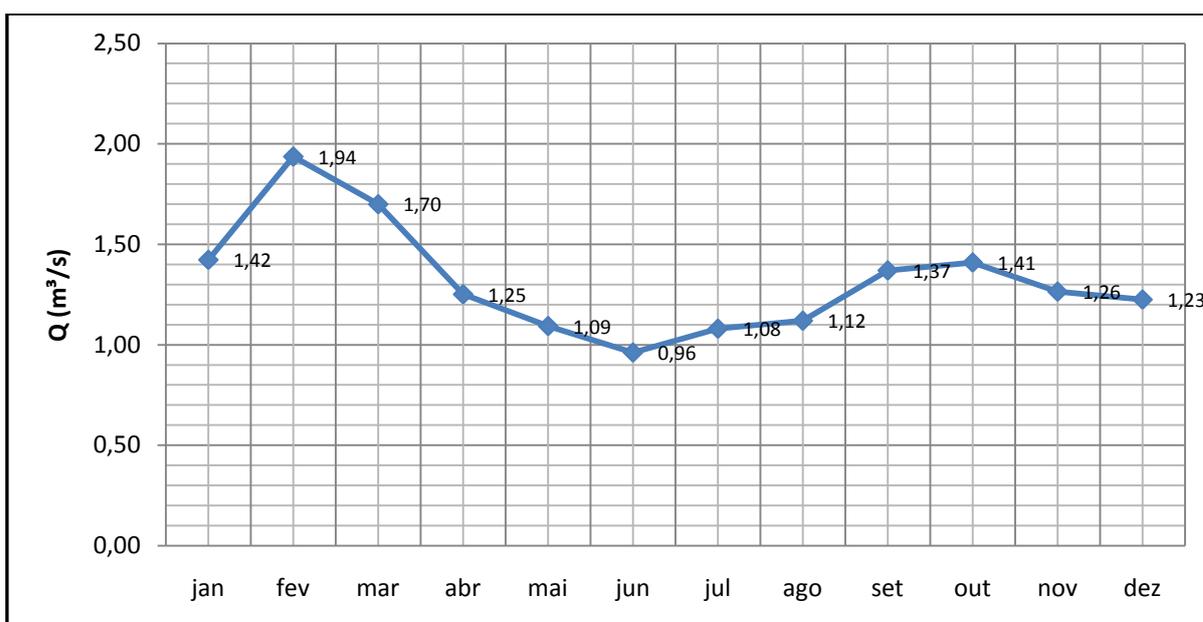


Figura 2. 22 - Representação gráfica da variação sazonal da vazão na sub-bacia do rio Perequê

Fonte: NEAmb UFSC, 2009

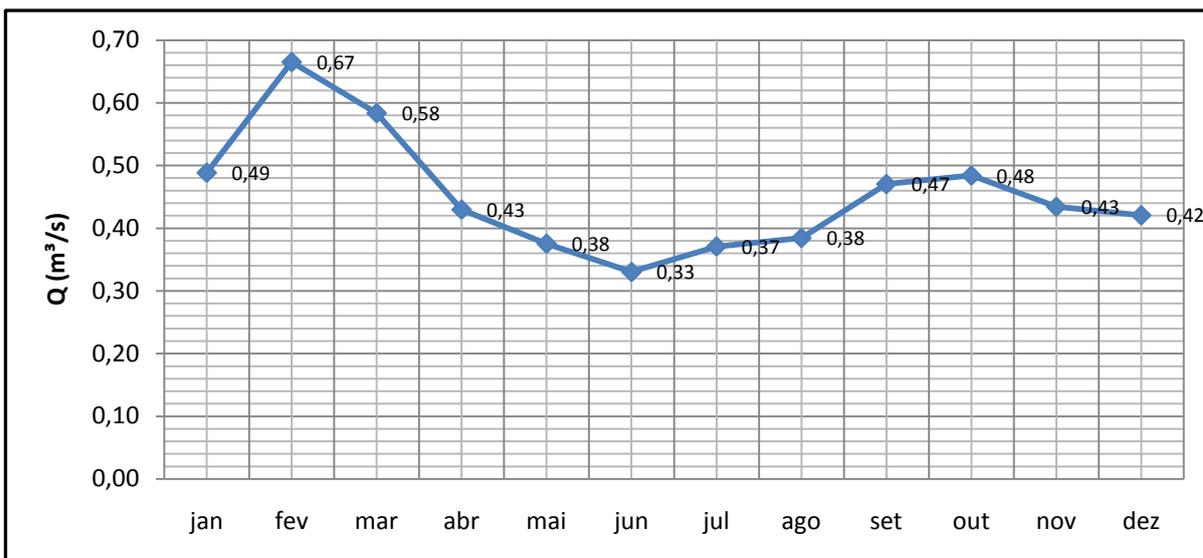


Figura 2. 23 - Representação gráfica da variação sazonal da vazão na sub-bacia do rio Areal
 Fonte: NEAmb UFSC, 2009

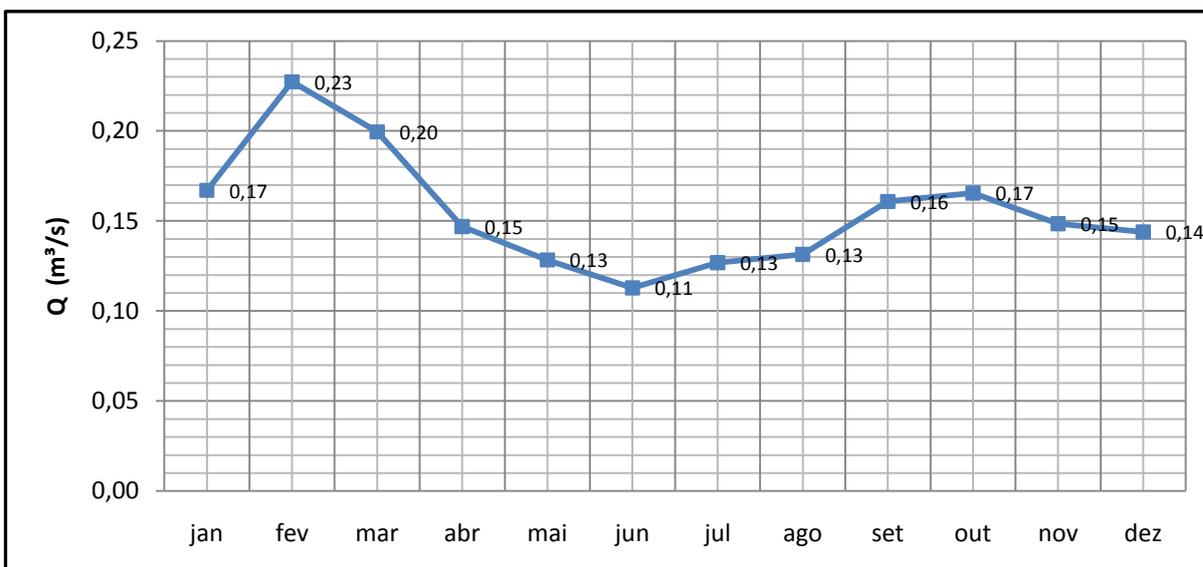


Figura 2. 24 - Representação gráfica da variação sazonal da vazão na sub-bacia do rio Mata Camboriú
 Fonte: NEAmb UFSC, 2009

2.4 CARACTERIZAÇÃO DA TEMPERATURA

A forma como se distribui e é absorvida a radiação solar é o principal fator que controla a temperatura global. Outro fator de importância secundária é o regime dos ventos dominantes. Quando tais ventos procedem do mar para a terra moderam consideravelmente o clima, como sucede no caso dos suaves climas marítimos.

As temperaturas mais elevadas e as mais baixas observadas em um intervalo de tempo definido são conhecidas como máxima e mínima. Quando tratamos de períodos longos

de tempo (um mês, um ano, etc.), são empregadas as expressões “máxima absoluta” e “mínima absoluta”, ressaltando tratar-se da maior máxima e da menor mínima. É costume também obter os correspondentes valores de “temperatura média máxima” e “temperatura média mínima” para esse período. Para as projeções de temperaturas médias, máximas absolutas e mínimas absolutas utiliza-se como escala a unidade “grau Celsius (o C)”.

Para a avaliação do parâmetro Temperatura do Ar foram analisados os dados de temperatura máxima absoluta e temperatura mínima absoluta da estação meteorológica de Itajai/SC cedidos pela Empresa de pesquisa Agropecuária e Extensão Rural do Estado de Santa Catarina – EPAGRI.

2.4.1 TEMPERATURA MÁXIMA

Em relação à temperatura máxima absoluta (Figura 2.25), os maiores índices de temperatura foram identificados no trimestre composto pelos meses de dezembro, janeiro e fevereiro. Os meses com os menores índices foram os de junho, julho e setembro.

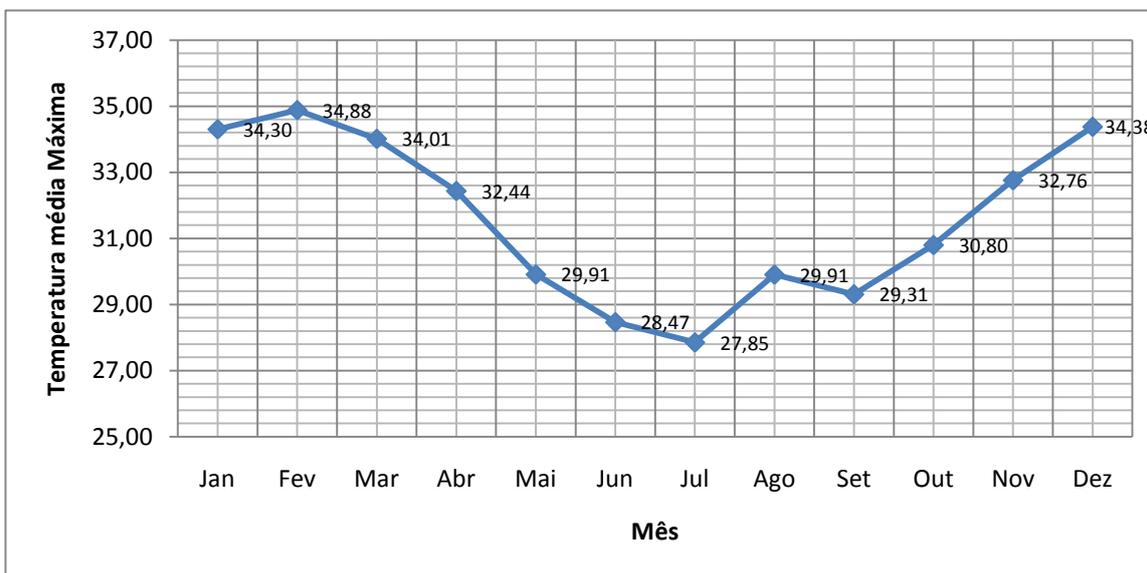


Figura 2.25 – Representação gráfica da variação sazonal da temperatura média máxima em Itapema. Fonte: NEAmb UFSC, 2009

2.4.2 TEMPERATURA MÍNIMA

Para a temperatura mínima absoluta (Figura 2.26), o maior índice foi evidenciado no trimestre composto pelos meses de dezembro, janeiro e fevereiro e o menor foi representado para o trimestre de junho, julho e agosto.

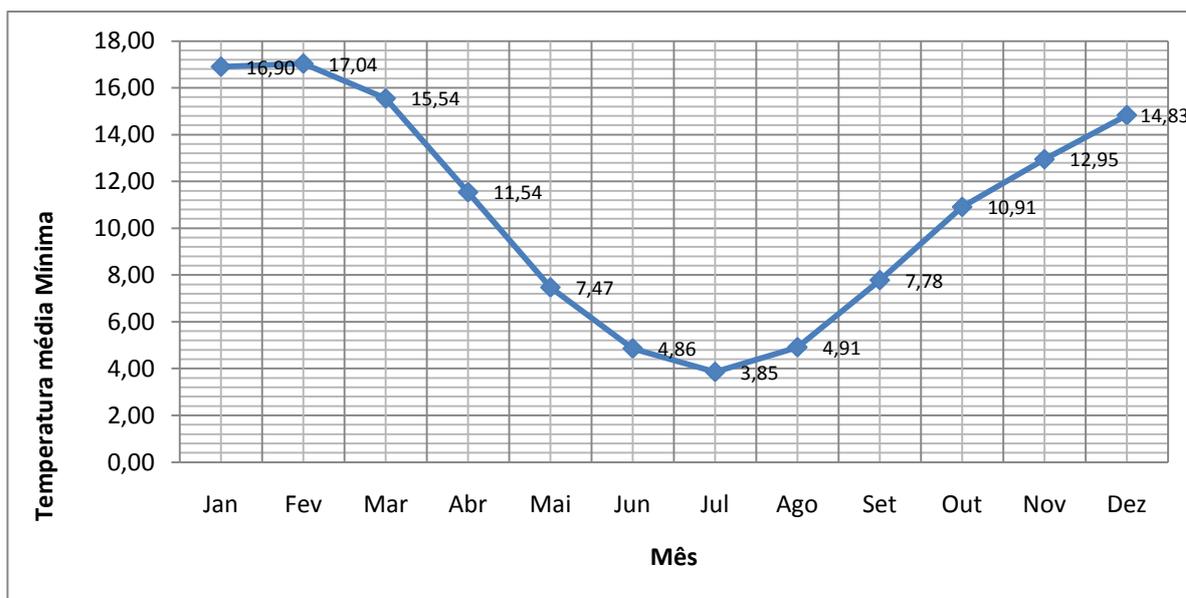


Figura 2. 26 - Representação gráfica da variação sazonal da temperatura média mínima em Itapema.
Fonte: NEAmb UFSC, 2009

2.5 UMIDADE RELATIVA DO AR

A umidade relativa do ar é determinada pela relação entre a pressão parcial de vapor e a pressão de saturação deste a uma determinada temperatura. Geralmente expressa em porcentagem (%), revela que a umidade relativa atinge seu máximo (100%) quando este está saturado. Sofre influência com a temperatura, aumentando com a queda da temperatura (pressão parcial constante). A recíproca é igualmente verdadeira: com o aumento da temperatura, a umidade relativa diminui à pressão parcial constante.

Para o estudo da umidade relativa do ar no município de Itapema foram utilizados dados da estação meteorológicas de Itajaí/SC cedidos pela Empresa de pesquisa Agropecuária e Extensão Rural do Estado de Santa Catarina – EPAGRI. Os meses mais úmidos do ano são junho, julho e agosto e os mais secos são novembro, dezembro e janeiro (Figura 2.27).

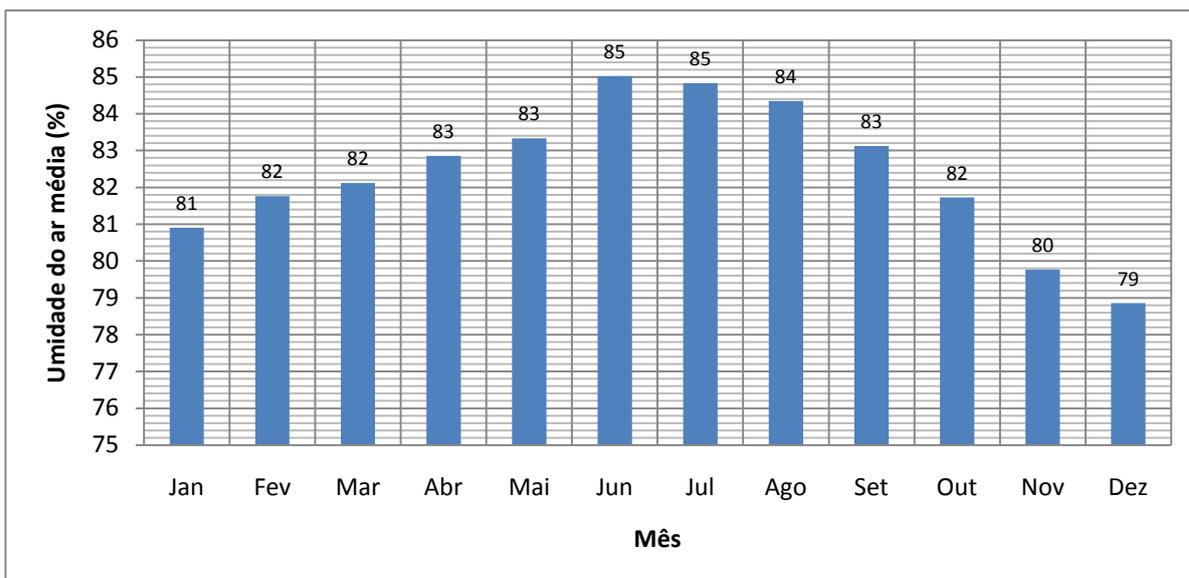


Figura 2.27 - Representação gráfica da variação sazonal da umidade relativa do ar em Itapema
 Fonte: NEAmb UFSC, 2009

2.6 VENTOS

A palavra vento se refere ao ar que se move horizontalmente ou pelo menos em movimento praticamente horizontal. As correntes de vento que se movem verticalmente são denominadas correntes. O movimento do ar, em níveis baixos, está notavelmente afetado pelo atrito com a superfície inferior, assim como pela convecção térmica, quando a superfície está mais quente que o ar.

A direção e a velocidade do vento podem ser medidas e registradas com precisão por meio de instrumentos, mas também podem ser obtidas a partir de certas observações. Para a análise da velocidade e direção dos ventos predominantes em Itapema foram utilizados dados da estação meteorológicas de Itajaí/SC cedidos pela Empresa de pesquisa Agropecuária e Extensão Rural do Estado de Santa Catarina (EPAGRI). A figura 2.28 a seguir mostra a variação sazonal da velocidade média dos ventos em Itapema.

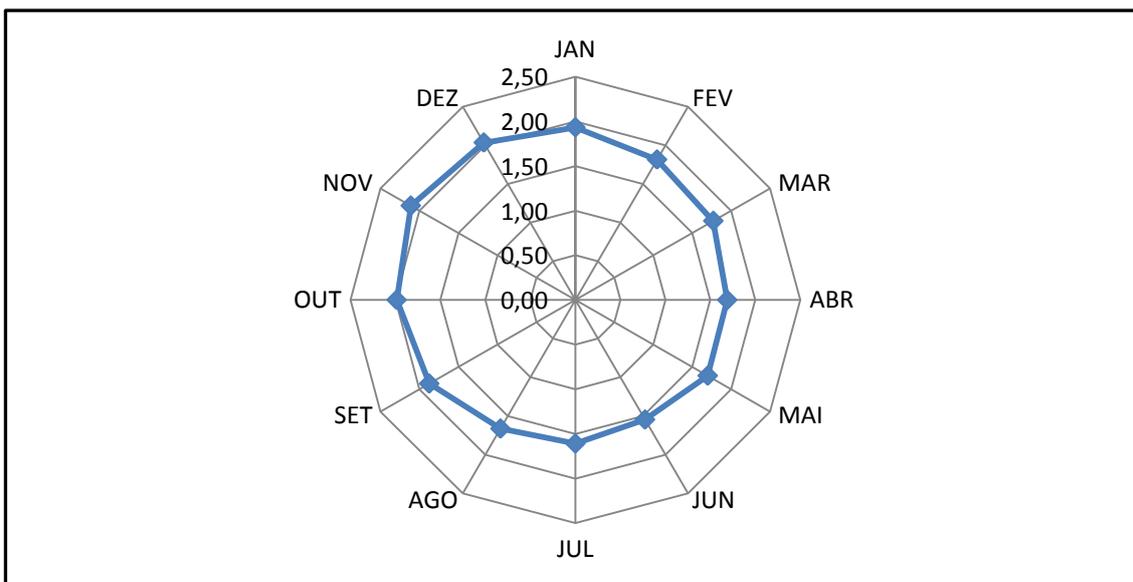


Figura 2. 28 – Representação gráfica da variação sazonal dos ventos em Itapema.
Fonte: NEAmb UFSC, 2009

Nota-se que os ventos são mais fortes nos meses de outubro, novembro e dezembro. Quanto à direção predominante dos ventos, percebe-se, pela análise dos dados disponibilizados pela EPAGRI, que no verão predominam ventos na direção nordeste e no inverno predominam ventos na direção sul-sudoeste.

2.7 EVAPOTRANSPIRAÇÃO

Para o cálculo da evapotranspiração foi utilizado um estudo realizado por técnicos da EPAGRI, no qual foi estimada a evapotranspiração de referência mensal e anual para todo o estado de Santa Catarina em função das coordenadas geográficas: latitude, longitude e altitude. Para essa estimativa da equação para cálculo da evapotranspiração mostrada a seguir, foram utilizadas séries históricas de períodos não uniformizados, com no mínimo oito anos de registros (MASSIGNAM, A. M., PANDOLFO, C, 2006).

$$ET_0 = a + b.Alt + c.lon + d.lat$$

Onde ET_0 = evapotranspiração de referência; a, b, c e d = parâmetros ajustados para cada mês na equação.

A Tabela 2.6 a seguir mostra os parâmetros ajustados para cada mês e para o cálculo anual.

Tabela 2.6 - Parâmetros ajustados para o cálculo da evapotranspiração

Mês	a	b	c	d
Jan	7,57	-0,036	-1,61	3,4
Fev	66,32	-0,031	-2,02	2,07
Mar	123,89	-0,029	-2,44	1,03
Abr	178,66	-0,019	-2,52	-0,68
Mai	152,99	-0,012	-1,49	-1,16
Jun	126,27	-0,006	-1,22	-1,07
Jul	107,11	-0,005	-1,69	-0,46
Ago	78,41	-0,006	-2,02	0,46
Set	40,45	-0,009	-1,63	1,21
Out	43,75	-0,015	-2,88	2,26
Nov	19,15	-0,021	-2,43	2,87
Dez	1,59	0,0303	-2,37	3,7
Anual	834,4	0,2255	-24,28	15,9

Fonte: NEAmb UFSC, 2009

Os dados de entrada para o município de Itapema são mostrados na Tabela 2.7 a seguir.

Tabela 2.7 – Dados de Itapema para cálculo da evapotranspiração

Latitude	Longitude	Altitude
27,01	48,61	2,00

Fonte: NEAmb UFSC, 2009

A Tabela 2.8 a seguir mostra os valores e evapotranspiração calculada para cada mês e para o ano todo em Itapema.

Tabela 2.8 – Valor da evapotranspiração potencial mensal calculada

Mês	ETP (mm)
Jan	129,29
Fev	112,32
Mar	108,00
Abr	77,50
Mai	56,33
Jun	41,29
Jul	39,09
Ago	46,20
Set	55,22
Out	75,79
Nov	92,98
Dez	117,49
Anual	951,95

Fonte: NEAmb UFSC, 2009

Os meses em que a evapotranspiração é mais acentuada são dezembro, janeiro e fevereiro.

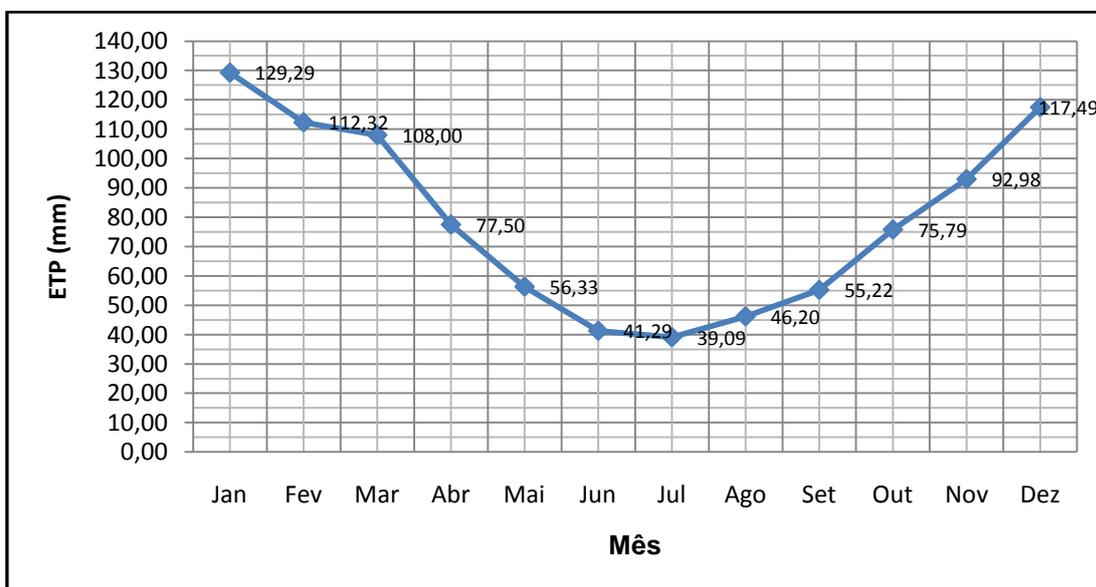


Figura 2.29 – Representação gráfica da variação sazonal da evapotranspiração potencial em Itapema. Fonte: NEAmb UFSC, 2009

3. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS

A água é um recurso natural essencial para a vida humana. Seus usos são indispensáveis a um grande número de atividades humanas, em que se pode destacar o abastecimento público e industrial, a irrigação agrícola, a produção de energia elétrica e as atividades de lazer e recreação, bem como a preservação da vida aquática. A crescente expansão demográfica e industrial observada nas últimas décadas trouxe como consequência o comprometimento das águas dos rios, lagos e reservatórios (CETESB, 2008).

Sabe-se que o município de Itapema é um grande produtor de água, contendo em seu limite territorial diversas nascentes de rios, as quais se transformam em importantes mananciais hídricos, abastecendo a população itapemense. Com o atual crescimento demográfico dessa cidade, o que se observa é a degradação dos seus corpos hídricos, seja por cargas pontuais de poluição de origem doméstica, seja por cargas de poluição difusa de origem urbana e agrícola. Com o objetivo de contribuir nas ações de controle da poluição e recuperação da qualidade das águas dos rios de Itapema e diagnosticar a qualidade da água na área de abrangência do Projeto Estudos Para Criação de Unidade de Conservação em Itapema/SC, vem-se divulgar este Relatório de Qualidade das Águas.

Neste Relatório será mostrada a qualidade da água superficial de 18 pontos presentes em seis rios mediante a discussão dos diversos parâmetros analisados, avaliando de acordo com a legislação nacional vigente e também do Índice de Qualidade da Água (IQA) desenvolvido pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).

3.1 PARÂMETROS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS

Os parâmetros utilizados para a avaliação da qualidade das águas dos rios do município de Itapema neste estudo foram: Oxigênio Dissolvido (OD), Coliformes Fecais, Coliformes Totais, Potencial Hidrogeniônico (pH), Condutividade, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Nitrogênio Total, Fósforo Total, Temperatura, Sólidos Totais e Turbidez. Podemos observar abaixo uma breve descrição desses parâmetros.

3.1.1.OXIGÊNIO DISSOLVIDO

A concentração de Oxigênio Dissolvido (OD) em uma amostra de água pode oscilar muito, e o seu equilíbrio é dependente da pressão atmosférica e da temperatura. O OD é de vital importância para os organismos aeróbios.

Baixas concentrações de oxigênio dissolvido são indicativas de processos de consumo mediante substâncias lançadas na água. Quando se toma por base apenas a concentração de oxigênio dissolvido, as águas poluídas tendem a serem aquelas que apresentam baixa concentração de OD (devido ao seu consumo na decomposição de compostos orgânicos). Já as águas limpas tendem a apresentar concentrações de OD elevadas, atingindo níveis pouco abaixo da concentração de saturação (FUZINATTO, 2009).

3.1.2. COLIFORMES FECAIS (TERMOTOLERANTES)

O grupo coliforme é composto por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobactéria*. Todas as bactérias coliformes são gram-negativas manchadas, de hastes não esporuladas que estão associadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo (CETESB, 2008a).

As bactérias coliformes termotolerantes multiplicam-se ativamente a 44,5°C e são capazes de fermentar carboidratos. A utilização das bactérias coliformes termotolerantes para indicar poluição sanitária apresenta-se mais significativa que o uso da bactéria coliforme “total”, porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente. A determinação da concentração dos coliformes assume importância como parâmetro indicador da possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifoide, febre paratifoide, desintéria bacilar e cólera (CETESB, 2008a).

3.1.3.POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)

Por ser atuante em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente ou em processos unitários de tratamento de águas, o pH é um parâmetro importante em muitos estudos no campo do saneamento ambiental. A influência do pH nos meios aquáticos ocorre diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. Também o efeito indireto é muito importante, podendo, em determinadas condições de pH, colaborar para a

precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados; outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes (CETESB, 2008a). O despejo de efluentes nos corpos d'água por meio da transformação microbiana da matéria orgânica, ou poluentes atmosféricos (chuva ácida), também contribuem para a modificação do pH. Valores de pH entre 6,0 e 9,0 são considerados em longo prazo, para a sobrevivência da maioria dos organismos aquáticos. A violação desses limites por longos períodos de tempo, ou fortes variações de pH em curto prazo, resultam na inibição dos processos metabólicos, na redução de espécies de organismos ou no poder de autodepuração (FATMA, 1999).

3.1.4 CONDUTIVIDADE

A condutividade é a expressão numérica da tendência de uma amostra de água em conduzir a corrente elétrica. Depende das concentrações iônicas e da temperatura e indica o teor de sais existentes na coluna d'água e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes. Em geral, níveis superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados (CETESB, 2008a). A condutividade também dá uma boa indicação das modificações na composição de uma água, principalmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. A condutividade da água eleva-se à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados. Altos valores podem indicar características corrosivas da água (CETESB, 2008a).

3.1.5. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGÊNIO (DBO 5,20)

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) de uma água é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica, mediante a decomposição realizada por bactérias aeróbias, para uma forma inorgânica estável. A DBO é reconhecida como a quantidade de oxigênio consumido durante um determinado período de tempo, numa temperatura de incubação específica. Quando o período de incubação da DBO é de cinco dias, em uma temperatura de incubação de 20°C, a DBO é conhecida como DBO_{5,20} (CETESB, 2008a). A DBO torna-se elevada num corpo d'água quando ocorrem despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode resultar no completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática (CETESB, 2008a).

3.1.6 DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO

A Demanda Química de Oxigênio (DQO) é a quantidade de oxigênio que se precisa para oxidação da matéria orgânica em um corpo hídrico por meio de um agente químico. Os valores da DQO, em geral, são maiores que os da DBO, sendo o teste realizado num prazo menor. O aumento da concentração de DQO num corpo d'água é causado, na maioria das vezes, por despejos de origem industrial (CETESB 2008). A DQO é um parâmetro imprescindível nos estudos de descrição de esgotos sanitários e de efluentes industriais. É interessante a utilização da DQO conjuntamente com a DBO para observar a parcela biodegradável dos despejos (CETESB, 2008a).

3.1.7 NITROGÊNIO TOTAL KJELDHAL

O Nitrogênio Total Kjeldhal é um parâmetro que expressa a quantidade total de nitrogênio orgânico e amônia, a qual pode ser encontrada na forma de íon amônio (NH_4^+) ou do gás amônia (NH_3), dependendo do pH encontrado na água. O nitrogênio orgânico é constituído pelo nitrogênio na forma dissolvida (compostos nitrogenados orgânicos) ou particulada (biomassa de organismos). Já o íon amônio é forma reduzida do nitrogênio, sendo encontrada em condições de anaerobiose e serve ainda como indicador do lançamento de esgotos com elevada carga orgânica (FATMA, 1999).

As fontes de nitrogênio nas águas naturais são diversas. Os esgotos sanitários constituem em geral a principal fonte, lançando nas águas nitrogênio orgânico devido à presença de proteínas e nitrogênio amoniacal, pela hidrólise da uréia na água, etc. (CETESB, 2008a). Os compostos de nitrogênio são nutrientes para processos biológicos caracterizados como macronutrientes, pois, depois do carbono, o nitrogênio é o elemento exigido em maior quantidade pelas células vivas. Quando despejado nas águas naturais, conjuntamente com o fósforo e outros nutrientes presentes nos efluentes, provocam o enriquecimento do meio, tornando-o mais fértil, possibilitando o crescimento em maior escala dos seres vivos que os utilizam, especialmente as algas, o que é chamado de eutrofização. Quando as descargas de nutrientes são muito fortes, dá-se o florescimento muito intenso de gêneros que predominam em cada situação em particular. Essas grandes concentrações de algas podem trazer prejuízos aos múltiplos usos dessas águas, prejudicando seriamente o abastecimento público ou causando poluição por morte e decomposição (CETESB, 2008a).

3.1.8 FÓSFORO TOTAL

O fósforo aparece nas águas, devido, principalmente, às descargas de esgotos sanitários. Nestes, os detergentes superfosfatados utilizados em grandes quantidades domesticamente constituem a principal fonte. Alguns efluentes industriais, como os de indústrias de fertilizantes, pesticidas, químicas em geral, conservas alimentícias, abatedouros, frigoríficos e laticínios, apresentam fósforo em larga escala. As águas drenadas em áreas agrícolas e urbanas também podem causar a presença excessiva de fósforo em águas naturais (CETESB, 2008a). Da mesma forma que o nitrogênio, o fósforo constitui-se em um dos principais nutrientes para os processos biológicos. É um dos chamados micronutrientes, por ser exigido também em grandes quantidades pelas células, e por ser nutriente para processos biológicos. O excesso de fósforo em esgotos sanitários e efluentes industriais conduz a processos de eutrofização das águas naturais, podendo causar forte diminuição do oxigênio dissolvido nas águas por utilização das bactérias na decomposição da matéria orgânica e a consequente morte de peixes e de outras formas de vida aquática.

3.1.9 TURBIDEZ

A turbidez é o grau de atenuação de intensidade que um feixe de luz sofre ao atravessar de uma amostra de água devido à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e de material orgânico como algas e bactérias, plâncton em geral (CETESB, 2008a). A erosão das margens dos rios em temporadas chuvosas, por exemplo, é um fenômeno que causa um aumento da turbidez das águas, assim como o lançamento de efluente proveniente de casas e edificações. Uma elevada turbidez em um corpo hídrico pode diminuir a taxa de fotossíntese da vegetação submersa e das algas. Esse desenvolvimento reduzido das plantas pode afetar diretamente as comunidades biológicas aquáticas, além de afetar de forma negativa os usos doméstico, industrial e de lazer dos corpos d'água (CETESB, 2008a).

3.1.10 SÓLIDOS TOTAIS

Os sólidos nas águas dizem respeito a toda matéria que se conserva como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. Em termos gerais, as operações de secagem, calcinação e filtração são as que definem as diversas frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis). Os métodos utilizados para a determinação de sólidos são gravimétricos (utilizando-se balança analítica ou de precisão). Os Sólidos Totais dizem respeito aos resíduos que restam na cápsula após a evaporação em banho-maria de uma porção de amostra e sua posterior secagem em estufa a 103-105°C até peso constante, também chamado de resíduo total.

3.1.11 TEMPERATURA

A temperatura da água afeta diretamente todos os processos físico-químicos e biológicos que acontecem na água. A temperatura exerce influência na velocidade em que acontecem as reações químicas, nas atividades metabólicas pela absorção de oxigênio dos organismos e na solubilidade de substâncias mediante a precipitação de compostos (FUZINATTO, 2009). A fauna aquática possui limites de tolerância térmica superior e inferior, temperaturas ótimas para crescimento, temperatura preferencial em gradientes térmicos e limitações de temperatura para migração, desova e incubação do ovo. As oscilações de temperatura fazem parte do regime climático normal e corpos d'água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical.

3.2 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)

A utilização de índices de qualidade para a avaliação de um corpo d'água tem como principais vantagens a facilidade de comunicação com o público não técnico, o status maior do que os parâmetros individuais e o fato de representar uma média de diversas variáveis em um único número, combinando unidades de medidas diferentes em uma única unidade (CETESB, 2008). Depois de um estudo realizado em 1970 pela "National Sanitation Foundation" dos Estados Unidos, a CETESB adaptou e deu incremento ao Índice de

Qualidade das Águas (IQA). Sua criação foi baseada numa pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de águas, que apontaram os parâmetros a serem avaliados, o peso relativo dos parâmetros e o estado com que cada parâmetro se apresenta, segundo uma escala de valores ou *rating*. Dos 35 parâmetros indicadores de qualidade de água inicialmente propostos, somente nove foram escolhidos, sendo eles: Oxigênio Dissolvido (OD), Coliformes Fecais, Potencial Hidrogeniônico (pH), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5), Nitrogênio Total, Fósforo Total, Turbidez, Sólidos Totais e Temperatura. Esses parâmetros refletem, principalmente, a contaminação dos corpos hídricos causada pelo lançamento de esgotos domésticos. É válido frisar também que o IQA foi desenvolvido para avaliar a qualidade das águas tendo como determinante principal a sua utilização para o abastecimento público, considerando aspectos relativos ao tratamento dessas águas. O IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros acima especificados, por meio da seguinte fórmula:

onde:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número variando entre 0 e 100.

w_i : peso correspondente ao i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

Onde: n é o número de parâmetros que entram no cálculo do IQA; q_i é a qualidade do i -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva "curva média de variação de qualidade", em função de sua concentração ou medida. Os parâmetros analisados, suas respectivas unidades e pesos são mostrados na Tabela a seguir:

Tabela 3.1- Pesos correspondentes aos parâmetros envolvidos no IQA

Parâmetro	Peso (w)
Oxigênio Dissolvido	0,17
Coliformes Fecais	0,15
pH	0,12
DBO ₅	0,1
Nitrogênio Total	0,1
Fósforo Total	0,1
Turbidez	0,08
Sólidos Totais	0,08
Temperatura	0,1

Fonte: Adaptado pelos autores de CETESB, 2008

No caso de não se dispor do valor de algum dos nove parâmetros, o cálculo do IQA é inviabilizado. Com base no cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100, conforme tabela a seguir.

Tabela 2 - Categorias do IQA.

Categoria	Ponderação
Ótima	$79 < IQA \leq 100$
Boa	$51 < IQA \leq 79$
Regular	$36 < IQA \leq 51$
Ruim	$19 < IQA \leq 36$
Péssima	$IQA \leq 19$

Fonte: NEAmb UFSC, 2009

Para cada parâmetro, a critério dos profissionais, foram estabelecidas curvas de variação da qualidade das águas de acordo com o estado ou a condição do mesmo.

As curvas para cada parâmetro são apresentadas na Figura 3.

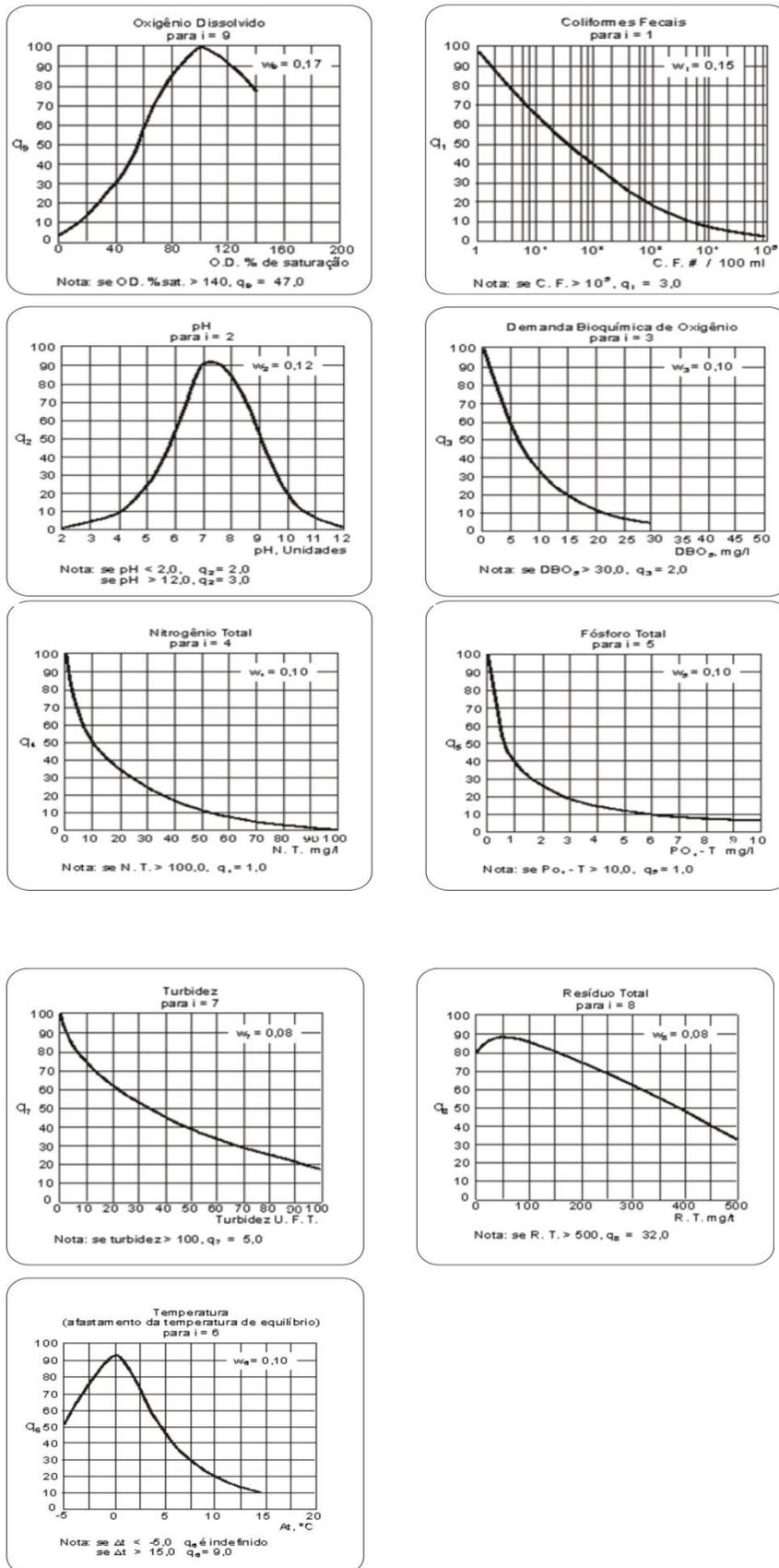


Figura 3. Curvas de variação da qualidade das águas

Fonte: CETESB, 2008

4. LEGISLAÇÃO BÁSICA

A Resolução CONAMA n.º 357, de 17 de março de 2005 “dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências”. Essa Resolução apresenta os valores permitidos para cada classe de rio. Os rios são classificados em classes de acordo com os seus usos. Os rios analisados neste trabalho são considerados, até o momento, como de Classe 2. De acordo com o Art. 14 e o Art. 15 dessa Resolução, apresentam-se abaixo alguns dos principais limites estabelecidos para essa classe:

- Oxigênio Dissolvido: em qualquer amostra, não inferior a 5mg/L;
- Coliformes Fecais: não deve ser excedido um limite de 1.000 coliformes;
- pH: de 6,0 a 9,0;
- DBO5: até 5mg/L de O₂;
- Nitrogênio Total: não se apresenta um valor para Nitrogênio total, apenas para algumas formas de Nitrogênio na água como Nitrato: 10mg/L N; Nitrito: 1,0mg/L N; Nitrogênio Amoniacal Total: 3,7 mg/L N para $\text{pH} \leq 7,5$; 2,0 mg/L N para $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$; 1,0 mg/L N para $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$; 0,5 mg/L N para $\text{pH} > 8$;
- Fósforo Total: até 0,030 mg/L, em ambientes lênticos; até 0,050 mg/L, em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lêntico; até 0,1mg/L, em ambientes lóticos e tributários de ambientes intermediários;
- Turbidez: até 100 UNT;
- Sólidos Totais: não são estabelecidos padrões para sólidos totais na Resolução. Tem-se apenas que sólidos objetáveis devem estar virtualmente ausentes;
- Temperatura: para a temperatura é definido um limite para o lançamento de efluentes, devendo ser este inferior a 40oC. A variação de temperatura no corpo receptor (temperatura de desvio) não deverá exceder 3oC na zona de mistura.

5. CARACTERIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA

5.1 LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE COLETA

Os pontos de coleta da água, analisando-os sob uma visão mais ampla, estão localizados na Bacia Hidrográfica do rio Tijucas, onde, na parte norte da mesma Bacia, está localizado o município de Itapema. Dentro da área de estudo, em Itapema, encontram-se regiões hidrográficas menores, em uma escala local do município, sendo elas duas Subacias Hidrográficas e um Complexo Hidrológico. O Quadro mostra a localização dos pontos de coleta de cada rio e sua respectiva unidade hidrográfica.

Ponto	Rio	Unidade Hidrográfica
Ilhota 1	Rio Mata-Camboriú	Complexo Hidrológico do Rio Mata-Camboriú
Ilhota 2	Rio Mata-Camboriú	Complexo Hidrológico do Rio Mata-Camboriú
Ilhota 3	Rio Mata-Camboriú	Complexo Hidrológico do Rio Mata-Camboriú
Praia Grossa 1	Rio Praia Grossa	Complexo Hidrológico do Rio Mata-Camboriú
Praia Grossa 2	Rio Praia Grossa	Complexo Hidrológico do Rio Mata-Camboriú
Praia Grossa 3	Rio Praia Grossa	Complexo Hidrológico do Rio Mata-Camboriú
Sertãozinho 1	Rio Fabrício	Sub Bacia Hidrográfica do Rio Areal
Sertãozinho 2	Rio Fabrício	Sub Bacia Hidrográfica do Rio Areal
Sertãozinho 3	Rio Fabrício	Sub Bacia Hidrográfica do Rio Areal
São Paulo 1	Rio São Paulinho	Sub Bacia Hidrográfica do Rio Areal
São Paulo 2	Rio São Paulinho	Sub Bacia Hidrográfica do Rio Areal
São Paulo 3	Rio São Paulinho	Sub Bacia Hidrográfica do Rio Areal
Tabuleiro 1	Rio Tabuleiro	Sub Bacia Hidrográfica do Rio Areal
Tabuleiro 2	Rio Tabuleiro	Sub Bacia Hidrográfica do Rio Areal
Tabuleiro 3	Rio Tabuleiro	Sub Bacia Hidrográfica do Rio Areal
Perequê 1	Rio Perequê	Sub Bacia Hidrográfica do Rio Perequê
Perequê 2	Rio Perequê	Sub Bacia Hidrográfica do Rio Perequê
Perequê 3	Rio Perequê	Sub Bacia Hidrográfica do Rio Perequê

Quadro 3.3 - Localização dos pontos de coleta de acordo com seu rio e Unidade Hidrográfica

Fonte: NEAmb UFSC, 2009

Com o objetivo de utilizar o nome dos pontos em tabelas e mapas, foram criadas siglas para os pontos. No Quadro 3 temos os pontos de coleta com a sua exata localização, pelas Coordenadas Geográficas, Latitude e Longitude, e suas respectivas siglas.

Ponto	Sigla	Coordenada Geográfica
Ilhota 1	ILH1	48°36'39,893"W 27°3'39,969"S
Ilhota 2	ILH2	48°36'25,041"W 27°3'33,038"S
Ilhota 3	ILH3	48°36'9,199"W 27°3'34,028"S
Praia Grossa 1	PGR1	48°35'55,891"W 27°5'1,868"S
Praia Grossa 2	PGR2	48°35'51,192"W 27°5'4,923"S
Praia Grossa 3	PGR3	48°35'48,842"W 27°5'7,977"S
Sertãozinho 1	SRT1	48°36'42,177"W 27°4'25,685"S
Sertãozinho 2	SRT2	48°36'53,925"W 27°4'32,264"S
Sertãozinho 3	SRT3	48°36'47,346"W 27°4'39,783"S
São Paulo 1	SPO1	48°38'16,958"W 27°6'15,503"S
São Paulo 2	SPO2	48°38'0,276"W 27°6'6,105"S
São Paulo 3	SPO3	48°37'43,124"W 27°6'2,581"S
Tabuleiro 1	TAB1	48°37'21,274"W 27°6'22,552"S
Tabuleiro 2	TAB2	48°36'51,199"W 27°6'27,486"S
Tabuleiro 3	TAB3	48°36'43,211"W 27°6'29,601"S
Perequê 1	PRQ1	48°40'1,419"W 27°8'54,78"S
Perequê 2	PRQ2	48°39'34,165"W 27°8'55,015"S
Perequê 3	PRQ3	48°38'45,764"W 27°8'32,224"S

Quadro 3- Localização dos pontos de coleta de acordo com sua Coordenada Geográfica

Fonte: NEAmb UFSC, 2009

A localização dos pontos de coleta representados mediante mapas criados com a utilização do software Arcgis permite uma percepção mais nítida da localização desses pontos. O mapa a seguir apresenta a localização dos pontos de coleta das águas superficiais no município de Itapema.

5.2 DESCRIÇÃO DOS PONTOS DE COLETA

Os pontos de coleta foram locados de forma a abranger toda a área de estudo e do município de Itapema, de forma que para cada rio foram identificados três pontos de coleta O primeiro próximo às nascentes, com pouca ou nenhuma ocupação humana; o segundo, um

ponto intermediário no rio, na zona de amortecimento da UC e onde a ocupação urbana já é mais acentuada; o terceiro onde a ocupação urbana é mais crítica.

Pontos de coleta	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3
Ilhota (ILH)	Local de água doce com ausência de cor e poucos sólidos em suspensão. O substrato do rio é arenoso com pedras e a vegetação é bem preservada. As margens são pedregosas e bem preservadas. Incidência solar média. A proximidade de casas é maior que 100m. Local de captação de água para abastecimento do município. Presença de algumas cachoeiras.	Local de água doce com pouca cor e poucos sólidos em suspensão. O substrato do rio é arenoso e a vegetação está desmatada, com presença de algumas residências. Incidência solar alta. As margens sofrem forte processo de erosão e a proximidade de casas é menor que 10m. Açude tubulado. Local sofre com a ação antrópica.	Local de água doce com pouca cor e sólidos em suspensão. O substrato é arenoso e tem-se poucas árvores, vegetação ausente. Incidência solar alta. As margens são barrancos cobertos por mato em processo de erosão. As casas estão a menos de 10m. Local visivelmente poluído por esgoto clandestino.
Praia Grossa (PGR)	Local de água doce com ausência de cor e poucos sólidos em suspensão. O substrato do rio é arenoso e a vegetação do entorno se caracteriza por ter abundância de Palmito Jussara (<i>Euterpe Edulis</i>), o açai da Mata Atlântica, além de bananeiras. A incidência solar é baixa. As margens são bem preservadas. As casas estão a mais de 100m. Fio d'água, dificuldade em coletar água.	Local de água doce com ausência de cor e poucos sólidos em suspensão. Substrato arenoso com presença de pedras. A vegetação do entorno apresenta taquaras e Palmito Jussara (<i>Euterpe Edulis</i>). Incidência solar média. As margens apresentam pedras e pouca vegetação. A proximidade de casas está entre 10 e 50m.	Local de água doce com cor e sólidos em suspensão considerável. O substrato é arenoso e a vegetação do entorno conta com algumas árvores, presença de clareira, vegetação de restinga. Incidência solar média. As margens contêm pedras e gramíneas. As casas estão a menos de 10m. Local sofre visível poluição das casas a montante.
Sertãozinho (SRT)	Local de água doce com ausência de cor e sólidos em suspensão. O substrato do rio é arenoso com pedras e a vegetação do entorno conta com bananeiras e Palmito Jussara. A incidência solar é baixa. Margens pedregosas. As casas estão a uma distância entre 10 e 50m.	Local de água doce com ausência de cor e poucos sólidos em suspensão. O substrato rio é arenoso com pedras. A vegetação apresenta bananeiras e uma diversidade de outras espécies. A incidência solar é baixa e as margens são pedregosas. As casas estão a mais de 100m. Captação para abastecimento.	Local de água doce com sólidos em suspensão em cor elevadas. Substrato com pedras e lodo. Vegetação ausente e incidência solar forte. Processo forte de erosão nas margens. As casas estão a menos de 50m e o local sofre com despejos de esgotos das residências, forte odor de esgoto.
São Paulinho (SPO)	Local de água doce com ausência de cor e sólidos em suspensão. O substrato é arenoso com algumas pedras e a vegetação é bem preservada. A incidência solar é média e as margens apresentam pedras grandes. As casas estão entre 50 e 100m. Local de beleza cênica e lazer para a população.	Local de água doce com pouca cor e sólidos em suspensão. Substrato arenoso e vegetação do entorno se apresenta com algumas árvores na margem esquerda e ausente na margem direita. Incidência solar alta e margens pouco degradadas. As casas estão entre 10 e 50m de distância do local de coleta	Local de água doce com sólidos em suspensão e cor elevadas. O substrato do local é arenoso e a vegetação do entorno degradada, apresentando poucas árvores. A incidência solar é alta nesse ponto e as margens sofrem processo erosivo. As casas estão entre 10 e 50m de distância. Local com saída de esgoto clandestino.
Tabuleiro dos Oliveiras	Local de água doce com pouca cor e poucos sólidos em suspensão. O substrato do rio é arenoso e a vegetação do entorno é bem preservada. A incidência solar no local é baixa e as margens são arenosas e bem definidas. As casas estão a mais de 100m de distância.	Local de água doce com sólidos em suspensão e cor elevadas. O substrato é arenoso com vegetação de pasto e mato. Incidência solar alta e as margens totalmente descaracterizadas. As casas estão entre 10 e 50m de distância. Local sofre com despejos de esgotos, provavelmente de todo o bairro. Água cinza, local extremamente poluído, péssima qualidade.	Local de água salobra com cor elevada e pouco sólidos em suspensão. O substrato do rio é arenoso e a vegetação é de restinga, a qual está degradada. Incidência solar alta e as margens é arenosa. As casas estão entre 10 e 50m de distância.
Perequê	Local de água doce com ausência de cor aparente e sólidos em suspensão. O substrato do rio é pedregoso e a vegetação é secundária em estágio inicial de regeneração. A incidência solar é média e as margens são pedregosas e sofrem início de erosão. As casas estão entre 50 e 100m de distância.	Local de água doce com pouco sólidos em suspensão e pouca cor aparente. O substrato local do rio é arenoso e a vegetação se encontra em estágio inicial de regeneração. Incidência solar média. As margens sofrem início de erosão. As casas estão entre 10 e 50m de distância.	Local de água doce com poucos sólidos em suspensão e pouca cor aparente. O substrato é arenoso. O local não apresenta vegetação, apenas algumas bananeiras. A incidência solar é alta e as margens estão alteradas, sem definição e sofrem processo de erosão. As casas estão a menos de 10m de distância.

Fonte: NEAmb, 2009

PROJETO "ESTUDOS PARA CRIAÇÃO DE UNIDADE DE CONSERVAÇÃO EM ITAPEMA/SC"

Ficha de Coleta da Amostra de Água

Ponto: PEREQUÊ 2

Natureza da Amostra: água doce () água salobra () água salina

Sólidos em suspensão: () ausente pouca () elevada

Cor aparente: () ausente pouca () elevada

Tipo de substrato: ARENOSO

Vegetação do entorno:

ESTÁGIO INICIAL DE REGENERAÇÃO / POUCAS
ESPÉCIES EXÓTIAS.

Incidência solar:

MÉDIA

Características das margens:

FERRA, ABEIA, INÍCIO DE EROSIÃO.

Proximidade de casas:

() não há prox. () menos 10m 10-50m () 50-100m () mais 100m

Procedência da Amostra

Local da Coleta: PEREQUÊ 2

Coordenadas: Pto 145 GPS.

Município: ITAPEMA.

Classificação

Chuvas nas últimas 48 horas: () sim não

Chuvas na hora da coleta: () sim não

Profundidade da Coleta:

Data da Coleta: 15/06/09

Hora da Coleta: 12:30

Coletor: DANILLO.

Parâmetro de Campo

pH:

Temperatura: 16,1 °C

Oxigênio dissolvido:

Condutividade: 40,0 µS (200 µS)

Temperatura do ar: 18 °C

Obs:

Figura 3.2 - Ficha de campo utilizada no momento da coleta de água para caracterização do local

Fonte: NEAmb, 2009

Com base nessa ficha de campo apresentada acima, foram sintetizadas algumas informações sobre os pontos de coleta no município de Itapema/SC, as quais são apresentadas no Quadro , a seguir.

6. PLANO AMOSTRAL

Durante o período amostral foram realizadas coletas nos pontos demarcados com base em uma reflexão sobre a localização desses pontos. Primeiramente fixaram-se três pontos para cada rio que foi analisado, de modo que o primeiro ponto estivesse sempre próximo da nascente, onde a água é pura, sem poluição do corpo hídrico. O segundo ponto de coleta foi locado, de uma forma geral, na Zona de Amortecimento da futura Unidade de Conservação, onde já existe a urbanização e a interferência humana nos mananciais hídricos. O terceiro ponto de coleta dos rios de Itapema, por consequência dos dois primeiros, foi locado na zona mais urbanizada do município, dentre os três, para que assim pudesse ser feita uma relação com a poluição por esgotos domésticos, com a balneabilidade desses pontos e com a saúde humana da população que vive próximo a esses locais.

Outro importante fator que influenciou a escolha da localização dos pontos de coleta foi a representação total da área de estudo, de modo que foram identificados seis rios do município de Itapema para análise, os quais percorrem diversos bairros do município. São eles: rio Mata-Camboriú, rio Praia Grossa, rio Fabrício, rio São Paulinho, rio Tabuleiro e rio Perequê.

A localização das áreas amostrais das outras áreas de estudo deste Projeto (fauna aquática, flora, etc.) também influenciou na localização dos pontos de coleta da Qualidade das Águas, de modo que a interação entre essas áreas, principalmente com a Ictiofauna, pudesse ser percebida, pois a qualidade da água influencia diretamente na qualidade de vida dos peixes presentes nos locais de coleta. A quantidade de peixes presente em um corpo hídrico está diretamente ligada à qualidade da água, em que os peixes funcionam como bioindicadores da qualidade da água. Uma água boa e pura tem altos níveis de Oxigênio Dissolvido, e também uma grande diversidade de peixes, pois estes precisam do Oxigênio dissolvido na água para a sua respiração.

As coletas das águas superficiais da área de estudo foram realizadas em diferentes estações do ano, com certa aproximação devido à disponibilidade do Laboratório Integrado do Meio Ambiente (LIMA). As primeiras análises foram realizadas no Outono, as seguintes no Inverno e as últimas na Primavera, obtendo assim uma amostragem concisa dos parâmetros analisados, levando em consideração a variação do volume de água nos rios e a precipitação, fatores que influenciam diretamente nos parâmetros de qualidade da água.

6.1 PROCEDIMENTO DE COLETA

A avaliação da qualidade da água teve por base a análise de seis rios do município de Itapema, sendo três o número de pontos em cada rio, totalizando 18 pontos nos seis rios. Em cada saída de campo coletou-se água em três rios, o que dá um total de nove pontos de análise por parâmetro a cada coleta. Para a DBO₅ (devido à indisponibilidade do equipamento no LIMA) e Coliformes (devido ao custo), fixam-se dois pontos por rio, totalizando seis pontos de análise para cada um dos dois parâmetros a cada coleta.

As coletas foram realizadas com o uso de luvas plásticas e garrafas tipo PET de dois litros, preparadas para armazenar as amostras. Tais garrafas são armazenadas em isopor, o qual contém gelo, para que sejam mantidas certas características. São utilizados também na coleta pequenos potes auto-clavados (esterelizados) para a análise dos Coliformes Totais e Fecais. Após as coletas, o material coletado é levado para análise em laboratório. Foram realizados até o presente momento quatro dias de coleta, dois dias no mês de abril e dois dias no mês de junho. Em cada dia de coleta foram coletadas amostras de nove pontos, totalizando os dezoito pontos de coleta em cada um dos meses. A Figura 3 mostra o momento da coleta da água superficial em Itapema.



Figura 3 - Momento da coleta da água no ponto de coleta Sertãozinho2
Fonte: NEAmb UFSC, 2009

Dois parâmetros foram analisados diretamente em campo nas coletas de água dos meses de abril e junho, a Condutividade e a Temperatura. Na Figura 4 observa-se a análise dos parâmetros citados em campo, a qual foi feita com a utilização do Condutivímetro.



Figura 4 - Medição de parâmetros de campo como condutividade e temperatura no ponto de coleta Sertãozinho2
Fonte: NEAmb UFSC, 2009

6.1.1 ANÁLISES

Além dos parâmetros do IQA, foram analisados também Condutividade, Coliformes Totais e DQO (segunda bateria de análises), de modo que foram analisados ao todo os doze parâmetros que seguem:

- Temperatura;
- pH;
- Oxigênio dissolvido;
- Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5);
- Demanda Química de Oxigênio;
- Coliformes Totais;
- Coliformes Fecais;
- Nitrogênio Total Kjeldhal (NTK);
- Fósforo total;
- Sólidos totais;
- Turbidez;
- Condutividade.

No Quadro 3.4 podemos visualizar o método de análise para cada parâmetro citado acima com a sua respectiva unidade de medida.

Tabela 4. Métodos utilizados para análises dos parâmetros de qualidade da água

Parâmetro	Unidade	Método Utilizado
Ph	-	pHmetro portátil
Temperatura	°C	Condutivímetro portátil
Sólidos Totais	mg/L	Seco a 103°C - 105°C
Oxigênio Dissolvido	mg/L	Oxímetro portátil
DBO5	mg/L	Manométrico
DQO	mg/L	Colorimetria
Coliformes Totais	NMP	Substrato Cromogênico - Colilert
Coliformes Fecais	NMP	Substrato Cromogênico - Colilert
Fósforo Total	mg/L	Colorimetria
Turbidez	NTU	Nefelometria
NTK (mg NH₃-N/L)	mg NH ₃ -N/L	Macro Kjehldhal
Condutividade (µS/200µS)	µS	Condutivímetro portátil

Quadro 3.4 - Métodos utilizados para análises dos parâmetros de qualidade da água

Fonte: NEAmb UFSC, 2009

Com exceção dos parâmetros Condutividade e Temperatura, todos os parâmetros restantes foram analisados no Laboratório Integrado do Meio Ambiente (LIMA), no Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC. Os parâmetros DBO5, Coliformes Fecais e Totais foram analisados somente para os pontos 2 e 3 de cada rio, devido a questões técnicas e também por não apresentarem interferências de ocupação humana nos pontos 1, o que dificilmente resultaria em valores significativos para tais análises. As Figuras 5 e 6 demonstram as análises sendo feitas no LIMA.



Figura 5 - Titulação do parâmetro Nitrogênio Total Kjeldhal (NTK) no Laboratório Integrado do Meio Ambiente (LIMA). Fonte: NEAmb UFSC, 2009



Figura 6 - Descarte do material proveniente do destilador, do parâmetro Nitrogênio Total Kjeldhal (NTK), no Laboratório Integrado do Meio Ambiente (LIMA) Fonte: NEAmb UFSC, 2009

7. RESULTADO E DISCUSSÃO

As análises laboratoriais realizadas até o presente momento aconteceram em duas baterias, uma no mês de abril e uma no mês de junho, sendo cada uma delas para os dezoito pontos. Nas tabelas dos resultados obtidos, estes são apresentados por rio, cada um com seus três pontos. Em vermelho estão os parâmetros que estão acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA n.º 357/2005.

7.1 COMPLEXO HIDROLÓGICO DO RIO MATA-CAMBORIÚ

7.1.1 RIO DA MATA-CAMBORIÚ

As nascentes do rio Mata-Camboriú estão localizadas no bairro Ilhota, região norte do município de Itapema. Parte da água utilizada para abastecimento público do município é fornecida por esse rio. A tabela 5 apresenta os resultados obtidos para as análises realizadas no mês de Abril.

Tabela 5 - Resultados obtidos para as análises realizadas no Rio Mata-Camboriú em abril/2009

Data: 15/04/2009						
Parâmetro	Unidade	Valor máx.*	ILH1	ILH2	ILH3	
pH	-	6<pH<9	7,28	7,1	6,89	
Temperatura	°C	-	21,1	22,1	23	
Sólidos Totais	mg/L	-	46	85	125	
Oxigênio Dissolvido	mg/L	>5	4,3	3,8	3,9	
DBO	mg/L	<5	-	<5	<5	
Coliformes Totais	NMP	-	-	58.300	1.090.000	
Coliformes Fecais	NMP	<1.000	-	2.000	100.000	
Fósforo Total	mg/L	<0,1	2,39	1,73	3,66	
Turbidez	NTU	<100	2,31	7,27	23,7	
NTK	mg/L	-	1,9	6,78	2,52	
Condutividade (µS/200µS)	µS/cm	-	74,8	87	104,7	

*Resolução CONAMA 357/2005 Artigo 15 - Classe 2 Doce

O oxigênio nas águas pode representar a capacidade dessa mesma água em sustentar a vida aquática. Sob o aspecto da poluição, temos para os locais mais poluídos níveis menores de Oxigênio Dissolvido (OD) nas águas. O OD na água é utilizado pelas bactérias presentes naquele local para decompor a poluição (matéria orgânica, entre outras), caso não exista fonte de poluição presente naquele local, níveis maiores de OD serão detectados. De acordo com o

Artigo 15 da Resolução CONAMA n.º 357/2005, o OD deve estar acima dos 5 mg/L O₂. Temos nesse rio, na estação de Outono, para todos os três pontos de coleta, níveis de OD abaixo do permitido pela Resolução. São eles: Ilhota 1 (4,3 mg/L de O₂), Ilhota 2 (3,8 mg/L de O₂), Ilhota 3 (3,9 mg/L de O₂). A Figura 3.7 mostra a situação do Oxigênio Dissolvido no rio da Mata Camboriú.

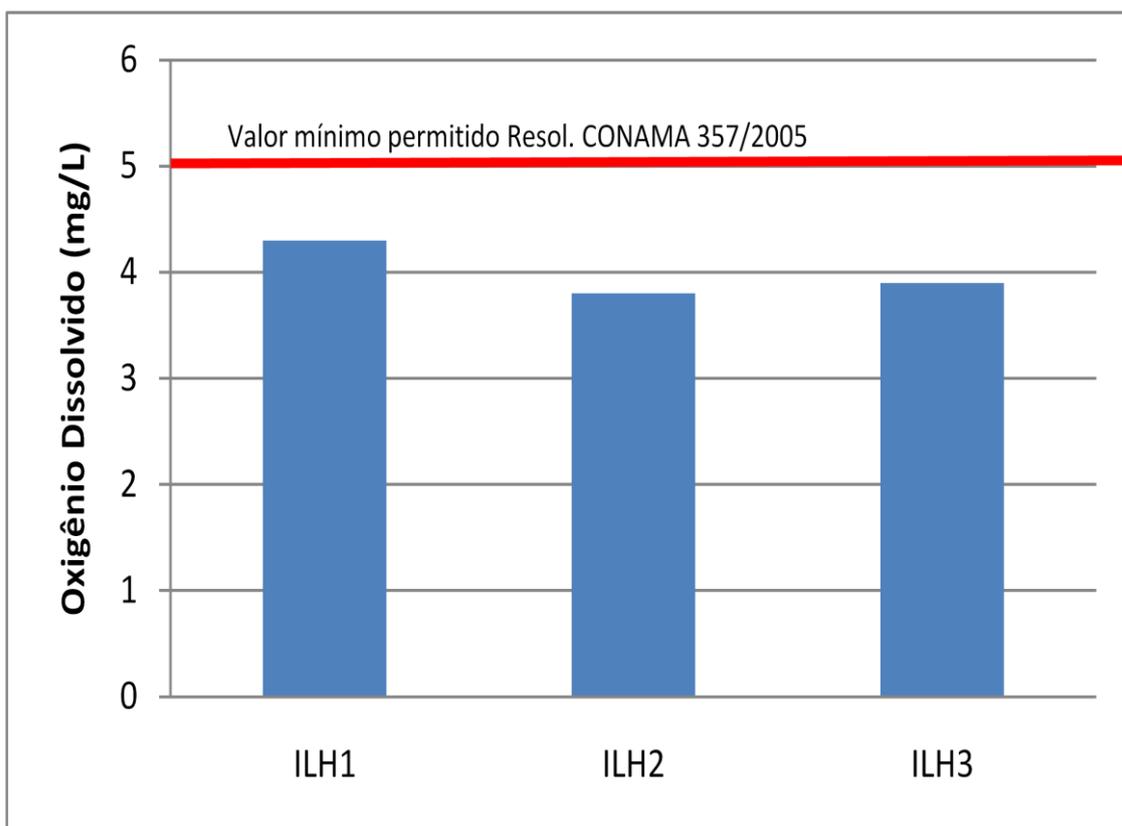


Figura 7- Oxigênio Dissolvido dos pontos de coleta do rio Mata-Camboriú. A linha vermelha representa o valor mínimo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/2005

Fonte: Neamb, 2009

As bactérias do grupo coliforme são consideradas os principais indicadores de contaminação fecal (CETESB, 2008). De acordo com o Artigo 15 da Resolução CONAMA n.º 357/2005, temos para rios de Classe 2 um limite máximo estabelecido de mil Coliformes por 100 ml de amostra. Temos para os pontos Ilhota 2 (2.000) e Ilhota 3 (100.000) níveis elevados de Coliformes Fecais, em desconformidade com a Resolução. É muito provável que tenhamos para esse rio, a partir dos seus pontos 2 e 3, contaminação fecal da água através de ligações clandestinas de esgotos. A Figura 8 apresenta os Coliformes Fecais dos pontos ILH1, ILH2 e ILH3.

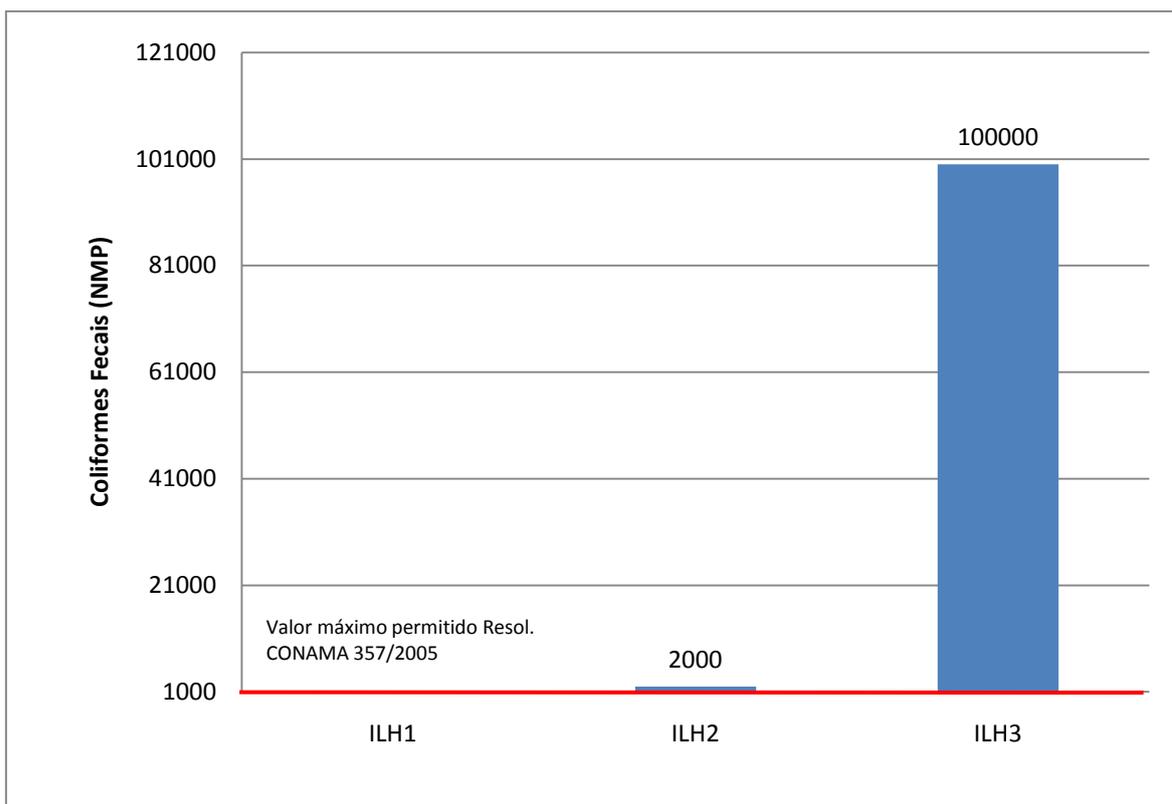


Figura 8 - Coliformes Fecais dos pontos de coleta do rio Mata-Camboriú. A linha vermelha representa o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA n.º 357/2005

Fonte: Neamb, 2009

O fósforo aparece em águas naturais devido principalmente às descargas de esgotos sanitários. Nestes, os detergentes superfosfatados empregados em larga escala domesticamente constituem a principal fonte (CETESB, 2008). Como mencionado anteriormente, é nítida a ligação de tubulações clandestinas de esgoto neste corpo d água. Podemos perceber agora a poluição por esgotos mediante o parâmetro Fósforo total. Conforme o Artigo 15 da Resolução CONAMA n.º 357/2005, o limite máximo do Fósforo total em ambientes lóticos é de 0,1 mg/L de P. A Figura 9 mostra os três pontos de amostragem desse rio em desconformidade com a Resolução, Ilhota1 (2,39 mg/L de P), Ilhota2 (1,73mg/L de P) e Ilhota3 (3,66 mg/L de P).

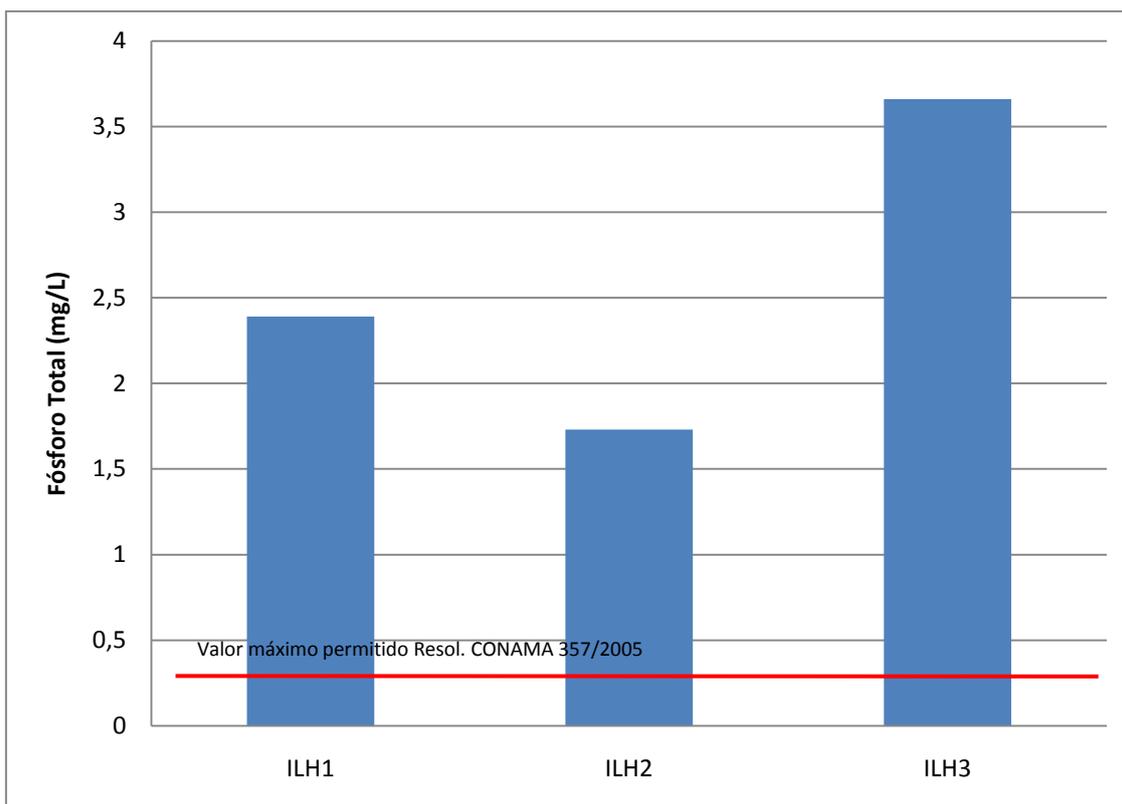


Figura 9 - Fósforo Total dos pontos de coleta do rio Mata-Camboriú. A linha vermelha representa o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/2005

Fonte: Neamb, 2009

Na tabela 6 estão apresentados os resultados obtidos para as análises realizadas para a coleta da água no mês de junho.

Tabela 6 - Resultados obtidos para as análises realizadas no Rio Mata-Camboriú em Junho/2009

Data: 24/06/2009						
Parâmetro	Unidade	Valor máx.*	ILH1	ILH2	ILH3	
Ph	-	6<pH<9	6,03	5,8	6,11	
Temperatura	°C	-	17,6	18	18,3	
Sólidos Totais	mg/L	-	137	122	159	
Oxigênio Dissolvido	mg/L	>5	6,8	7	7,5	
DBO	mg/L	<5	-	-	< 5	
DQO	mg/L	-	0	0	12,13	
Coliformes Totais	NMP	-	-	19.350	173.287	
Coliformes Fecais	NMP	<1.000	-	6.240	54.750	
Fósforo Total	mg/L	<0,1	0	0	0,54	
Turbidez	NTU	<100	0,135	4,33	5,7	
NTK	mg/L	-	1,4	2,57	1,9	
Condutividade (µS/200µS)	µS/cm	-	93	103,4	136,8	

*Resolução CONAMA 357/2005 Artigo 15 - Classe 2 Doce

A faixa de concentração hidrogeniônica adequada para a existência de vida é muito estreita e crítica. Nota-se na Tabela 6 que o valor do pH no ponto Ilhota2 (5,8) é crítico para rios de Classe 2, conforme mostra a Resolução CONAMA n.º 357/2005. A Figura 8 apresenta os valores de pH para os pontos de coleta no rio Mata-Camboriú.

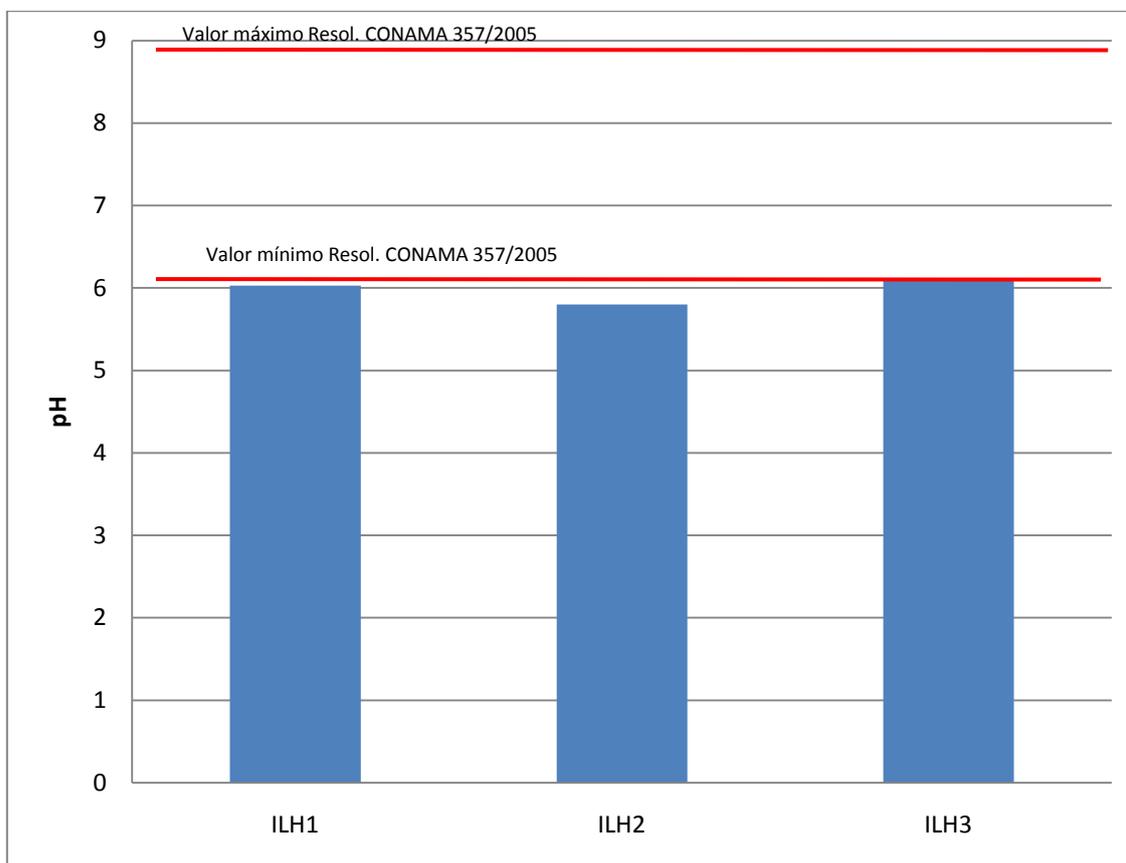


Figura 8 - Potencial Hidrogeniônico (pH) dos pontos de coleta do rio Mata-Camboriú. A linha vermelha representa o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/2005
Fonte: Neamb, 2009

Pode-se observar que, novamente, temos para esse rio, no mês de junho, valores de Coliformes Fecais e Fósforo Total em desconformidade com a Resolução n.º 357/2005 do CONAMA. Os Coliformes Fecais do Ilhota2 (6.240) e Ilhota3 (54.270) e o Fósforo Total do Ilhota3 (0,54 mg/L de P) demonstram a crítica situação do bairro Ilhota em relação ao esgotamento sanitário. As Figuras 9 e 10 mostram que a situação do bairro está ligada à falta de saneamento básico.

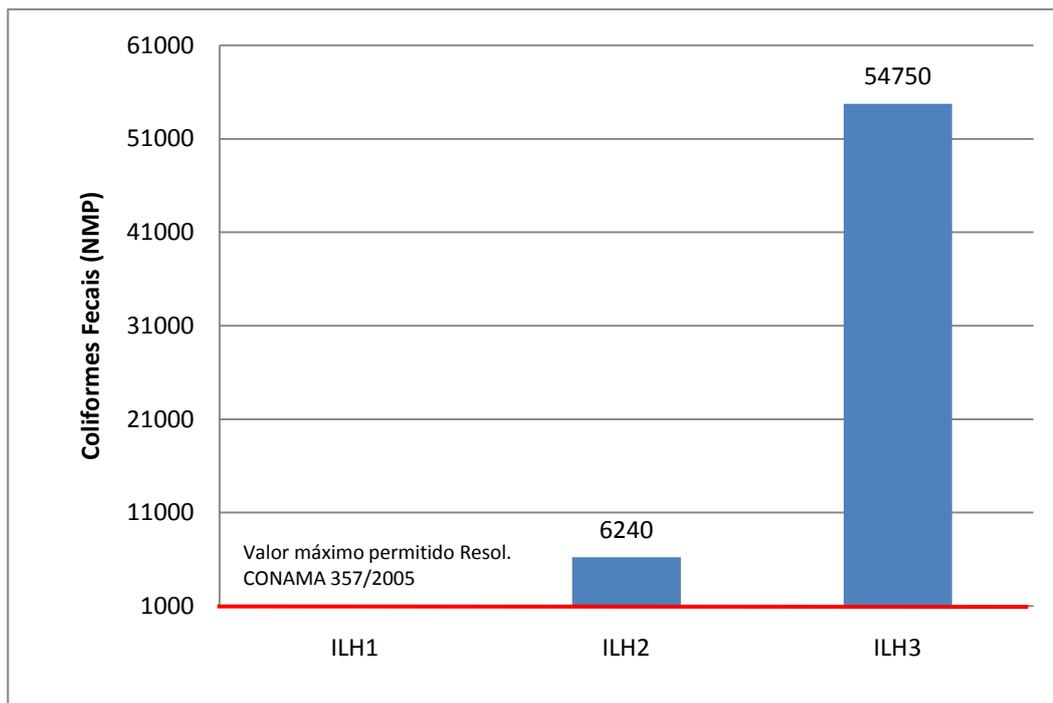


Figura 9. Coliformes Fecais dos pontos de coleta do rio Mata-Camboriú. A linha vermelha representa o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/2005
 Fonte: Fonte: Neamb, 2009

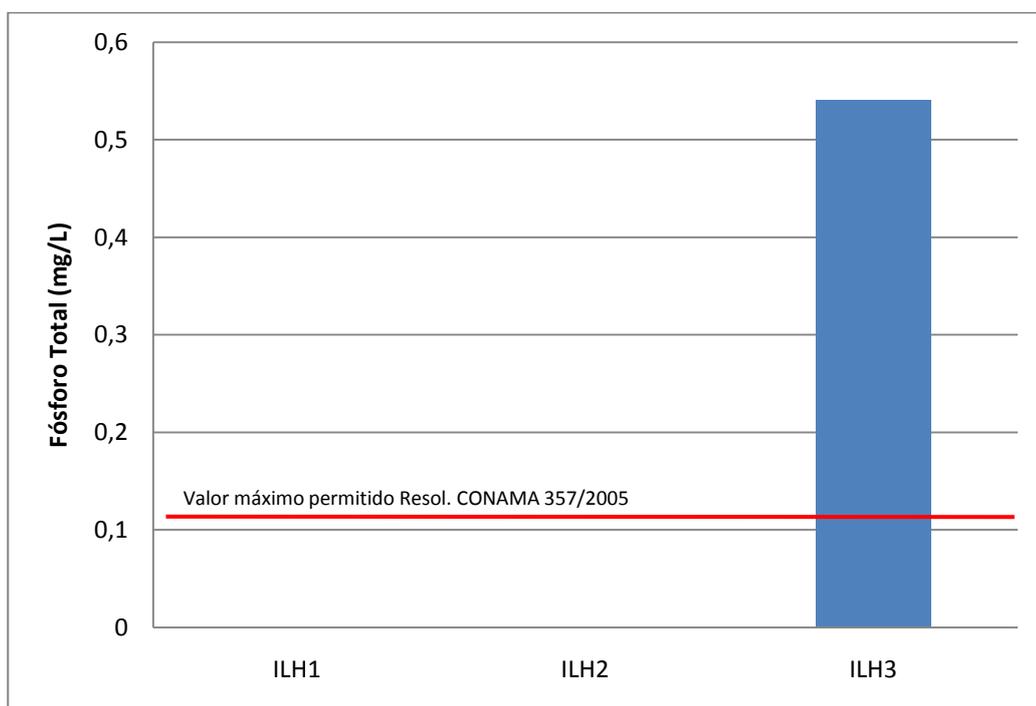


Figura 10. Fósforo Total dos pontos de coleta do rio Mata-Camboriú. A linha vermelha representa o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA n.º 357/2005
 Fonte: Fonte: Neamb, 2009

A Tabela 7 mostra os resultados obtidos para as análises realizadas no mês de setembro nos pontos do Rio Mata-Camboriú.

Tabela 7 - Resultados obtidos para as análises realizadas no Rio Mata-Camboriú em Setembro/2009

Data: 02/09/2009						
Parâmetro	Unidade	Valor máx.*	ILH1	ILH2	ILH3	
pH	-	6<pH<9	6,98	7,18	6,92	
Temperatura	°C	-	18,7	20,1	20,6	
Sólidos Totais	mg/L	-	96	101	185	
Oxigênio Dissolvido	mg/L	>5	8,4	9,5	6,7	
DBO	mg/L	<5	0	1,2	6,5	
DQO	mg/L	-	9,89	35,29	45,7	
Coliformes Totais	NMP	-	-	113.700	325.500	
Coliformes Fecais	NMP	<1.000	-	8.000	19.000	
Fósforo Total	mg/L	<0,1	4,02	2,65	2,37	
Turbidez	NTU	<100	0,155	7,04	9,26	
NTK	mg/L	-	0,84	0,84	2,8	
Condutividade (µS/200µS)	µS/cm	-	92	113,3	152,2	

*Resolução CONAMA 357/2005 Artigo 15 - Classe 2 Doce

Os valores que são obtidos do parâmetro Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) estão relacionados à quantidade de matéria orgânica que está presente no ponto de coleta. Como se pode perceber no mês de setembro, quanto mais a jusante desse rio, maiores são os valores obtidos para a DBO, o que significa provável poluição desse rio por despejos de origem doméstica, onde a partir da ocupação urbana, do ponto ILH2, os valores da DBO elevam-se. De acordo com a Resolução CONAMA n.º 357/2005, os valores permitidos para rios de Classe 2 estão entre 0 e 5 mg/L de O₂. Atenção para o ponto ILH3, que apresenta um valor de DBO de 6,5 mg/L de O₂. A Figura 11 apresenta os valores da DBO nos três pontos de coleta para o mês de setembro.

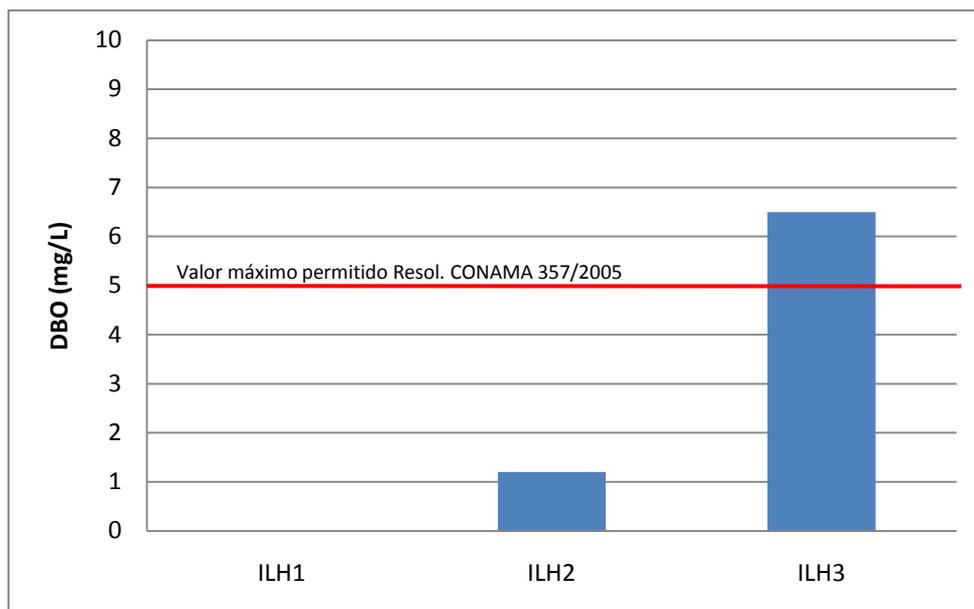


Figura 11 - Demanda Bioquímica de Oxigênio dos pontos de coleta do rio Mata-Camboriú. A linha vermelha representa o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA n.º 357/2005

Fonte: Fonte: Neamb, 2009

De acordo com a Resolução n.º 357/2005 do CONAMA, o valor máximo permitido para o parâmetro Coliformes Fecais é de 1000 coliformes. No mês de setembro, os valores obtidos para pontos ILH2 (8.000) e ILH3 (19.000) do parâmetro Coliformes Fecais apresentaram-se em desconformidade de acordo com a Resolução CONAMA. A Figura 13 apresenta os valores obtidos para o parâmetro Coliformes Fecais no mês de setembro neste rio.

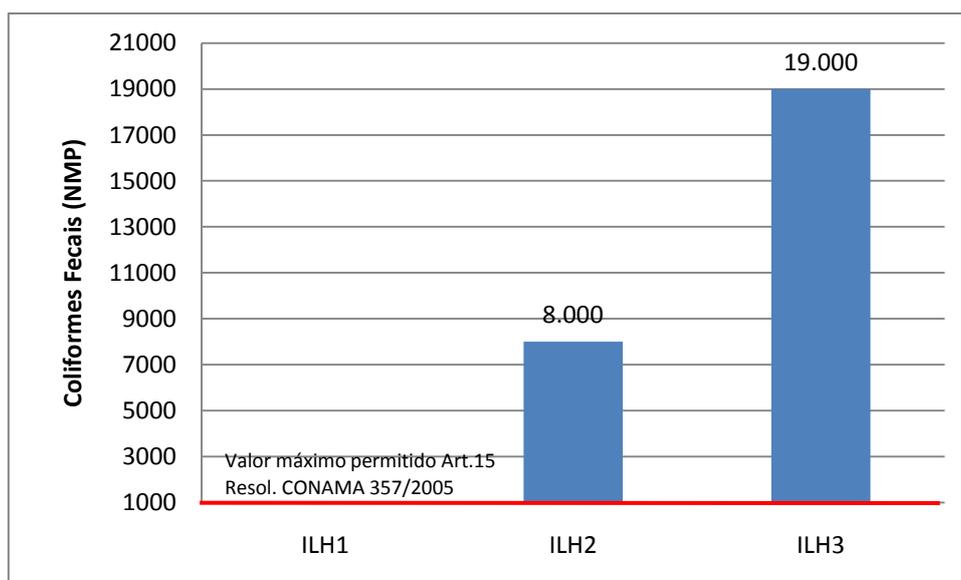


Figura 13 - Coliformes Fecais dos pontos de coleta do rio Mata-Camboriú. A linha vermelha representa o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA n.º 357/2005 Fonte: Fonte: Neamb, 2009

7.1.2 RIO PRAIA GROSSA

Esse corpo d'água está localizado na Praia do Cabeço ou Grossa. Com vazão de um pequeno córrego, o rio Praia Grossa escoia pelo local de grande beleza cênica. A Tabela 8 aponta os resultados obtidos para as análises realizadas no mês de maio.

Tabela 8 - Resultados obtidos para as análises realizadas no Rio Praia Grossa em Maio/2009

Data: 13/05/2009						
Parâmetro	Unidade	Valor máx.*	PGR1	PGR2	PGR3	
pH	-	6<pH<9	6,6	7,1	6,7	
Temperatura	°C	-	20,8	20,8	20,9	
Sólidos Totais	mg/L	-	105	89	117	
Oxigênio Dissolvido	mg/L	>5	6,6	7,1	6,7	
DBO	mg/L	<5	<5	<5	11	
Coliformes Totais	NMP	-	34.600	-	41.000	
Coliformes Fecais	NMP	<1.000	0	-	0	
Fósforo Total	mg/L	<0,1	5,25	1,21	1,78	
Turbidez	NTU	<100	16,2	10,8	8,83	
NTK	mg/L	-	4,26	3,81	4,26	
Condutividade (µS/200µS)	µS/cm	-	94	98,2	142,2	

*Resolução CONAMA 357/2005 Artigo 15 - Classe 2 Doce

Os maiores aumentos com relação à DBO_{5,20}, num corpo d'água, são provocados por despejos de origem predominantemente orgânica. A presença de um alto teor de matéria orgânica pode induzir ao completo esgotamento do oxigênio na água, provocando o desaparecimento de peixes e outras formas de vida aquática. A faixa permitida de DBO₅ para rios de Classe 2, de acordo com a Resolução CONAMA n.º 357/2005, está entre 0 e 5 mg/L de O₂. O que se observa nesse córrego na Praia Grossa é o aumento da demanda de oxigênio necessária, provavelmente, para decompor a matéria orgânica presente no ponto Praia Grossa₃, por exemplo, o qual apresentou uma DBO₅ onze. Um parâmetro que se mostrou em níveis altos, novamente, foi o Fósforo Total, nos três pontos de coleta para esse rio, estando todos os três pontos em desconformidade com a Resolução CONAMA n.º 357/2005. A Figura 11 demonstra os resultados obtidos para o Fósforo total nos três pontos de coleta no Rio Praia Grossa.

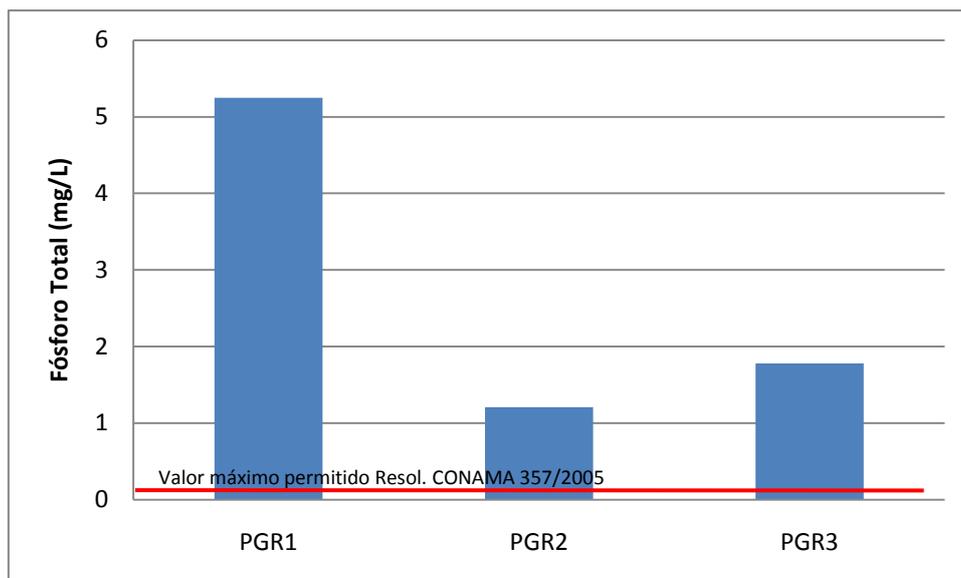


Figura 11 - Fósforo Total dos pontos de coleta do rio Praia Grossa. A linha vermelha representa o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/2005 Fonte: Neamb, 2009

Os resultados obtidos para as análises realizadas no mês de junho no Rio Praia Grossa estão apresentados na Tabela 9.

Tabela 9 - Resultados obtidos para as análises realizadas no Rio Praia Grossa em Junho/2009

Data: 24/06/2009					
Parâmetro	Unidade	Valor máx.*	PGR1	PGR2	PGR3
pH	-	6<pH<9	7,03	6,32	6,83
Temperatura	°C	-	18,2	18,1	17,9
Sólidos Totais	mg/L	-	505	173	185
Oxigênio Dissolvido	mg/L	>5	8	7,5	7,5
DBO	mg/L	<5	-	-	-
DQO	mg/L	-	20,82	0	1,22
Coliformes Totais	NMP	-	-	13.360	155.307
Coliformes Fecais	NMP	<1.000	-	100	155.307
Fósforo Total	mg/L	<0,1	4,32	0	2,92
Turbidez	NTU	<100	180	1,81	12,1
NTK	mg/L	-	4,6	3,81	2,52
Condutividade (µS/200µS)	µS/cm	-	164,2	191,8	0,218x10 ³

*Resolução CONAMA 357/2005 Artigo 15 - Classe 2 Doce

A tabela acima mostra uma grande quantidade de Coliformes Fecais no ponto Praia Grossa3, PGR3, (155.307). Esse resultado, em específico, demonstra provável poluição desse corpo hídrico por esgotos domésticos, pois após a passagem desse rio por algumas casas em sua margem, a quantidade de Coliformes Fecais aumenta bastante, de 100 (PGR2, ponto sem ocupação de casas) para 155.307 no ponto PGR3. A Figura 12 demonstra a situação dos Coliformes Fecais para esse rio.

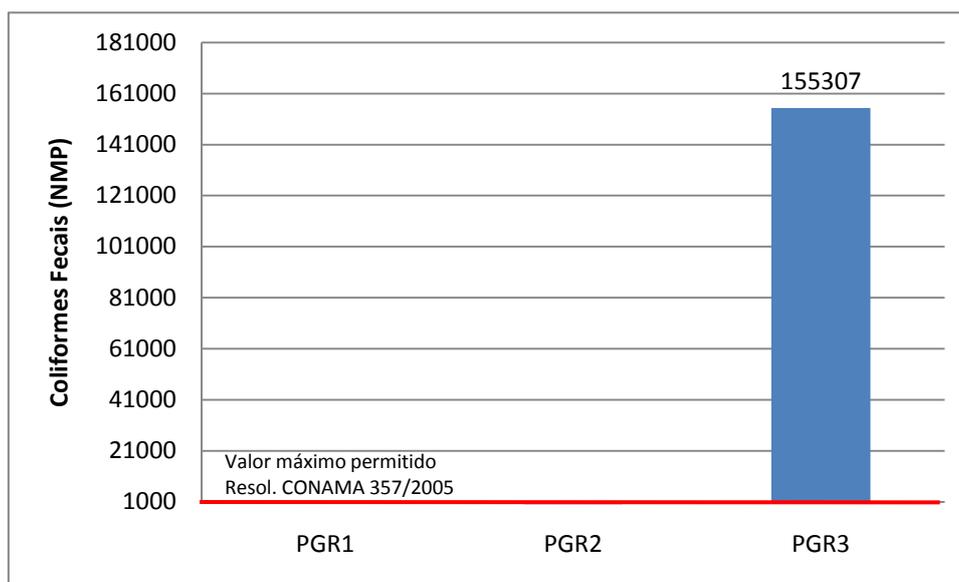


Figura 12 - Coliformes Fecais dos pontos de coleta do rio Praia Grossa. A linha vermelha representa o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA n.º 357/2005

Fonte: Neamb, 2009

O Fósforo Total (PGR1 e PGR3) e a Turbidez (PGR1) apresentaram desconformidade com a Resolução CONAMA n.º 357/2005, porém é válido frisar que o volume de água no ponto PGR1 era muito pequeno no momento da coleta, o que dificultou o procedimento de coleta, fazendo com que a movimentação da água e do solo fizesse levantar grande quantidade de sólidos proveniente do solo, aumentando assim os Sólidos Totais, a Turbidez e o Fósforo Total (provavelmente do solo). O que se pode afirmar é que, no ponto PGR3, o nível do Fósforo Total é elevado, o que remete à provável contaminação por esgotos domésticos, já que o Fósforo é um nutriente presente nos esgotos domésticos. A Figura 13 mostra a situação do Fósforo Total dos pontos PGR1, PGR2 E PGR3, em relação à Resolução CONAMA n.º 357/2005.

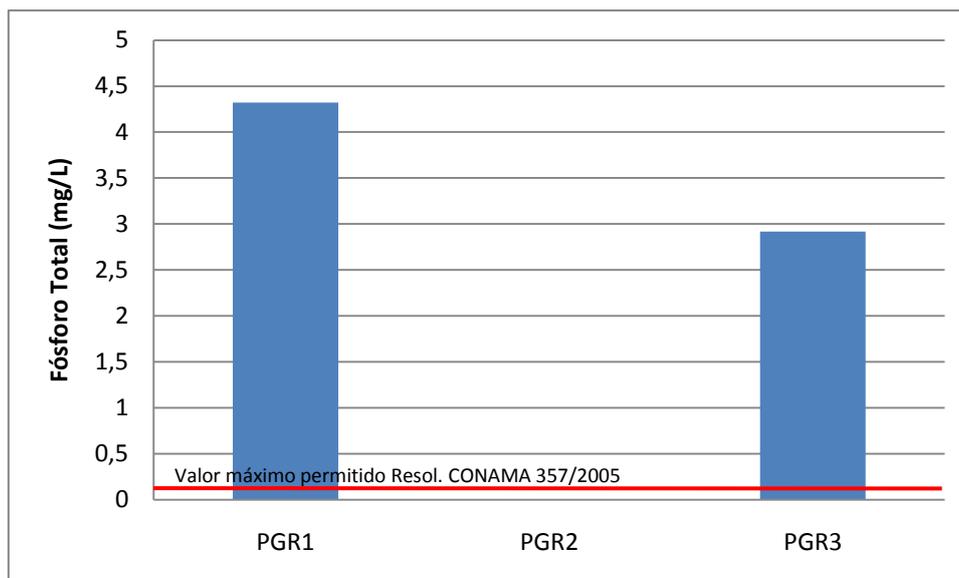


Figura 13 - Fósforo Total dos pontos de coleta do rio Praia Grossa. A linha vermelha representa o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/2005. Fonte: Neamb, 2009

A Tabela 10 apresenta os resultados obtidos para os pontos de coleta desse rio no mês de setembro.

Tabela 10 - Resultados obtidos para as análises realizadas no Rio Praia Grossa em setembro/2009

Data: 02/09/2009					
Parâmetro	Unidade	Valor máx.*	PGR1	PGR2	PGR3
pH	-	6<pH<9	7,05	7,4	7,3
Temperatura	°C	-	19,7	19,2	19,9
Sólidos Totais	mg/L	-	139	106	254
Oxigênio Dissolvido	mg/L	>5	6,6	6,9	7,2
DBO	mg/L	<5	1,5	1,6	1,1
DQO	mg/L		52,75	79,5	93,37
Coliformes Totais	NMP	-	-	6.300	131.700
Coliformes Fecais	NMP	<1.000	-	0	0
Fósforo Total	mg/L	<0,1	3,32	3,25	5,82
Turbidez	NTU	<100	8,81	3,87	21,9
NTK	mg/L	-	1,4	0,84	1,4
Condutividade (µS/200µS)	µS/cm	-	147,2	163,5	0,198x10 ³

*Resolução CONAMA 357/2005 Artigo 15 - Classe 2 Doce

No mês de setembro não tivemos muitos resultados alarmantes para esse rio. Podemos perceber que os resultados obtidos para o parâmetro Fósforo, nos pontos PGR1, PGR2, PGR3 estão em desconformidade com a Resolução CONAMA n.º 357/2005. O valor

permitido pela Resolução citada é de 0,1 mg/L, mas os valores obtidos para os três pontos citados foram 3,32 mg/L, 3,25 mg/L e 5,82 mg/L, respectivamente.

7.2 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO AREAL

7.2.1 RIO FABRÍCIO

O rio Fabrício é mais um rio que fornece água para abastecimento público no município de Itapema. Esse rio está localizado no bairro Sertãozinho, no qual está localizada uma pequena Estação de Tratamento de Água para abastecimento. Na Tabela 11 estão apresentados os resultados das análises realizadas no mês de abril.

Tabela 11 - Resultados obtidos para as análises realizadas no Rio Fabrício em abril/2009

Data: 15/04/2009					
Parâmetro	Unidade	Valor máx.*	SRT1	SRT2	SRT3
pH	-	6<pH<9	7,13	7,23	6,93
Temperatura	°C	-	20,4	20,4	21,4
Sólidos Totais	mg/L	-	94	79	89
Oxigênio Dissolvido	mg/L	>5	5,1	4,9	4,2
DBO	mg/L	<5	-	<5	<5
Coliformes Totais	NMP	-	-	15.530,70	164.800
Coliformes Fecais	NMP	<1.000	-	10	24.300
Fósforo Total	mg/L	<0,1	0	0,27	0,75
Turbidez	NTU	<100	6,31	2,8	3,13
NTK	mg/L	-	3,2	3,36	4,82
Condutividade (µS/200µS)	µS/cm	-	70	71,1	94

*Resolução CONAMA 357/2005 Artigo 15 - Classe 2 Doce

Durante a estabilização da matéria orgânica, as bactérias fazem uso do oxigênio nos seus processos respiratórios, podendo vir a causar uma redução de sua concentração no meio. O que se pode perceber para esse rio, com base nos resultados apresentados acima, é a desconformidade do Oxigênio Dissolvido nos pontos SRT2 (4,9 mg/L de O₂) e SRT3 (4,2 mg/L de O₂), em comparação com a Resolução CONAMA n.º 357/2005, em que o limite estabelecido para rios de Classe 2 é de no mínimo 5 mg/L de O₂. A Figura 14 mostra o nível de OD para os três pontos em relação à Resolução citada, em que o ponto SRT1 mostra-se dentro do limite estabelecido.

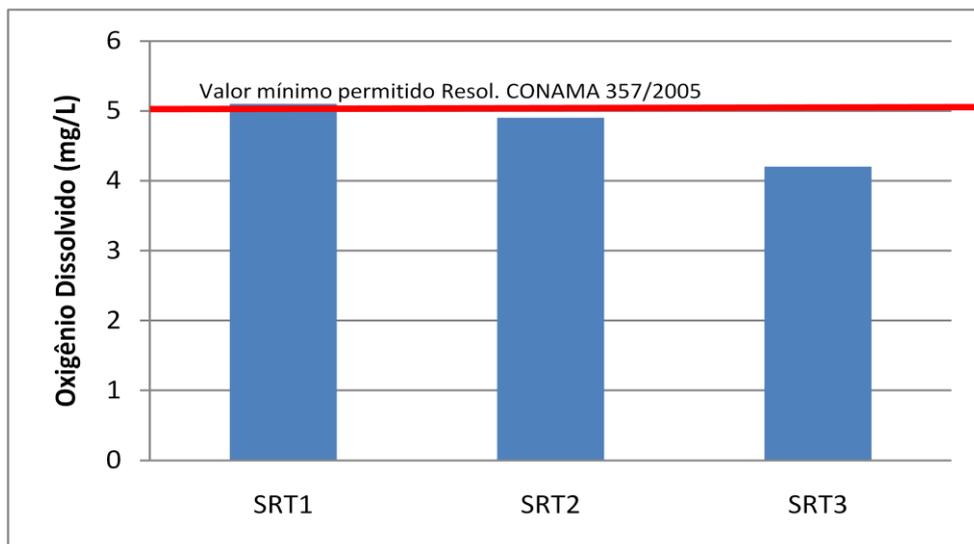


Figura 14 - Oxigênio Dissolvido dos pontos de coleta do rio Fabrício. A linha vermelha representa o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA n.º 357/2005

Fonte: Neamb, 2009.

Após a passagem desse rio pelo ponto SRT2 (ponto de captação de água do município), ponto que tem uma água com a qualidade visivelmente boa, o rio recebe, após cerca de trezentos metros, uma provável carga de poluição por esgotos domésticos, demonstrada mediante o resultado obtido para o parâmetro Coliformes Fecais no ponto SRT3 (24.300). A Figura 15 mostra a elevada quantidade de Coliformes Fecais do ponto SRT3 em relação à Resolução CONAMA n.º 357/2005.



Figura 15 - Coliformes Fecais dos pontos de coleta do rio Fabrício. A linha vermelha representa o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA n.º 357/2005

Fonte: Neamb, 2009.

Como comentado acima, as análises do ponto SRT3 mostram uma provável contaminação do rio Fabrício por esgotos domésticos. O resultado obtido para o Fósforo Total nesse ponto confirma esse fato, pois o Fósforo encontra-se acima do esperado para rios de Classe 2. A Figura 16 mostra que os pontos SRT2 e SRT3 apontam para a desconformidade do parâmetro Fósforo Total no rio Fabrício.

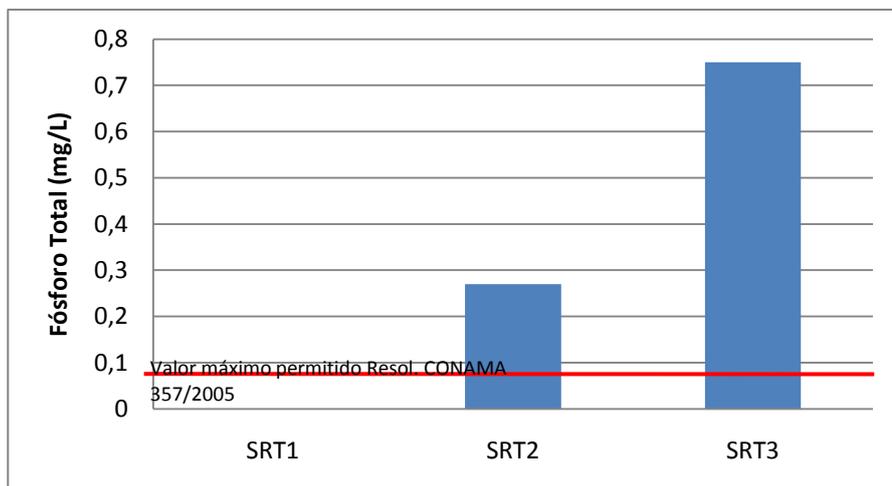


Figura 16 - Fósforo Total dos pontos de coleta do rio Fabrício. A linha vermelha representa o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/2005

Fonte: Neamb, 2009.

Todos os resultados obtidos para as análises realizadas no mês de junho estão apresentadas na Tabela 12.

Tabela 12 - Resultados obtidos para as análises realizadas no Rio Fabrício em junho/2009

Data: 24/06/2009					
Parâmetro	Unidade	Valor máx.*	SRT1	SRT2	SRT3
pH	-	6<pH<9	6,15	6,35	5,62
Temperatura	°C	-	18,3	18,1	17,9
Sólidos Totais	mg/L	-	152	107	173
Oxigênio Dissolvido	mg/L	>5	7,2	6,4	6,2
DBO	mg/L	<5	-	-	< 5
DQO	mg/L	-	-	-	-
Coliformes Totais	NMP	-	-	7.940	61.310
Coliformes Fecais	NMP	<1.000	-	0	980
Fósforo Total	mg/L	<0,1	0	0	0,33
Turbidez	NTU	<100	1,65	0,169	3,92
NTK	mg/L	-	0,56	4,48	3,36
Condutividade (µS/200µS)	µS/cm	-	108,3	88,8	112,4

*Resolução CONAMA 357/2005 Artigo 15 - Classe 2 Doce

O parâmetro pH para rios de classe 2, de acordo com a Resolução CONAMA n.º 357/2005, deve estar entre 6 e 9. A análise acima mostra o ponto SRT3 (5,62) em desconformidade com a Resolução. A Figura 17 mostra que o pH dos pontos SRT1 E SRT2 estão dentro do limite estabelecido pela Resolução, e que o ponto SRT3 está abaixo do limite permitido.

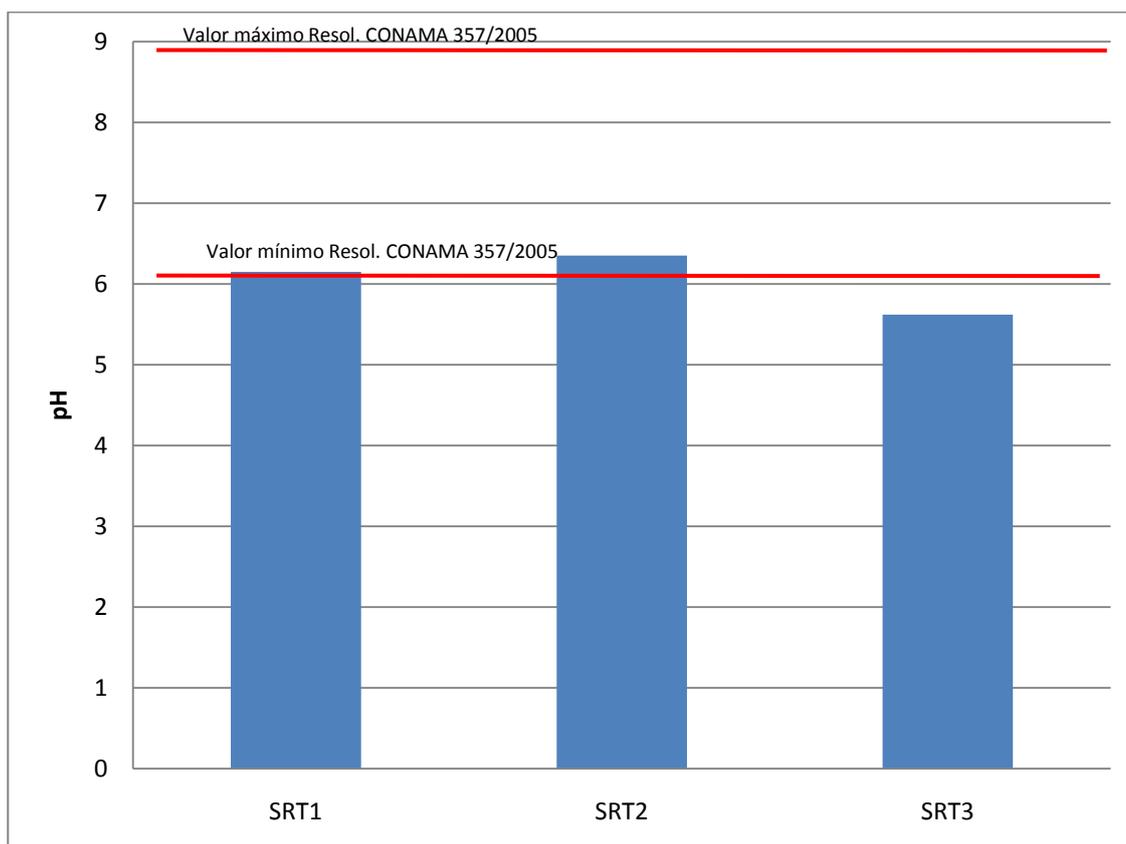


Figura 17- Potencial Hidrogeniônico dos pontos de coleta do rio Fabrício. A linha vermelha representa os valores permitidos pela Resolução CONAMA 357/2005

Fonte: NEAmb, 2009.

Nessa segunda análise (mês de junho) para o rio Fabrício, o Fósforo Total mostrou-se novamente em desconformidade com o limite máximo, no ponto SRT3. Esse ponto torna-se, a partir dessa segunda análise, um foco para implantação de rede coletora de esgoto e tratamento desse efluente. A Figura 18 mostra que, novamente, o Fósforo Total esteve acima do permitido para rios de Classe 2.

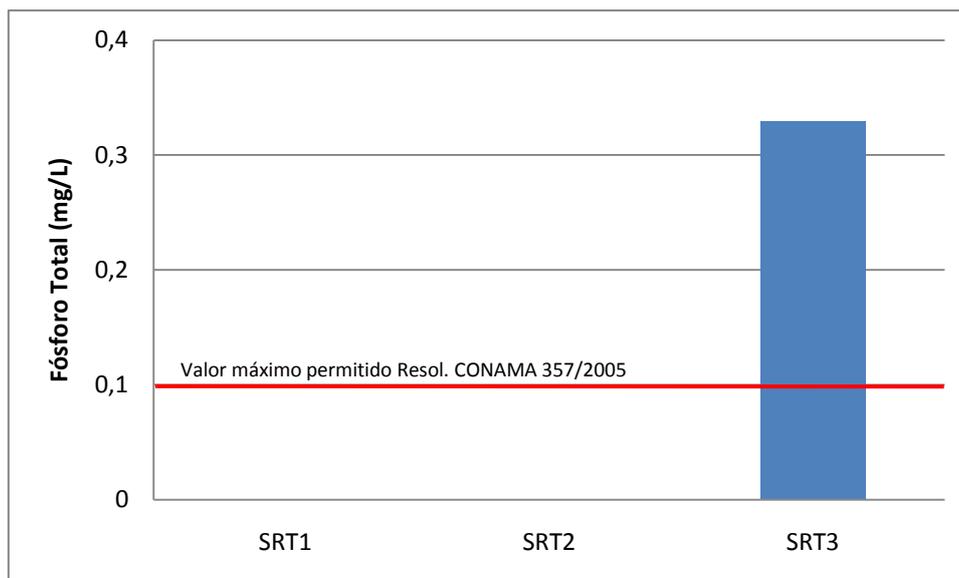


Figura 18 - Fósforo Total dos pontos de coleta do rio Fabrício. A linha vermelha representa os valores permitidos pela Resolução CONAMA 357/2005

Fonte: NEAmb, 2009.

A Tabela 13 apresenta todos os resultados que foram obtidos para as análises realizadas no mês de setembro para esse rio.

Tabela 13 - Resultados obtidos para as análises realizadas no Rio Fabrício em setembro/2009

Data: 15/09/2009					
Parâmetro	Unidade	Valor máx.*	SRT1	SRT2	SRT3
pH	-	6<pH<9	7,23	7,65	7,28
Temperatura	°C	-	18,5	18,2	18,6
Sólidos Totais	mg/L	-	89	75	76
Oxigênio Dissolvido	mg/L	>5	8,2	9,6	7,9
DBO	mg/L	<5	1,9	1,4	4,5
DQO	mg/L	-	11,48	14,7	14,51
Coliformes Totais	NMP	-	-	24.192	52.900
Coliformes Fecais	NMP	<1.000	-	20	4.000
Fósforo Total	mg/L	<0,1	0,076	0,145	0,23
Turbidez	NTU	<100	0,133	3,76	4,79
NTK	mg/L	-	0,84	0,28	1,4
Condutividade (µS/200µS)	µS/cm	-	97	85,2	94,7

*Resolução CONAMA 357/2005 Artigo 15 - Classe 2 Doce

É válido lembrar que o ponto de coleta SRT2 está localizado em um dos locais de captação de água para abastecimento público do município de Itapema. De uma maneira geral, esse rio apresentou boa qualidade da água nos seus pontos de coleta SRT1 e SRT2.

Porém, após a ocupação urbana tomar parte das suas margens, a qualidade da sua água piora. Temos valores obtidos que comprovam essa situação, como os do parâmetro Coliformes Fecais do ponto de coleta SRT3 (4.000), o que indica provável poluição por despejos de esgoto doméstico no local. A Figura 19 mostra a situação dos Coliformes Fecais no para esse rio no mês de setembro.

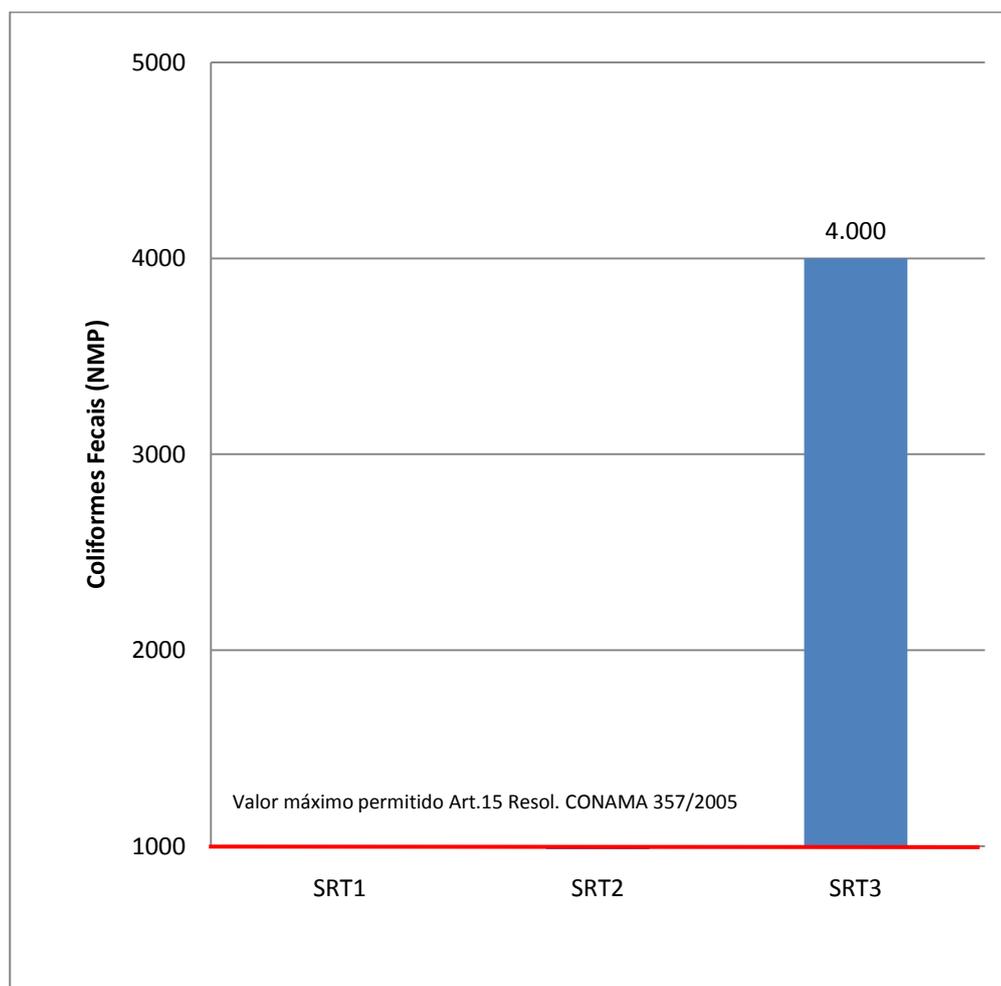


Figura 19

Coliformes Fecais dos pontos de coleta do rio Fabrício. A linha vermelha representa os valores permitidos pela Resolução CONAMA 357/2005

Fonte: NEAmb, 2009.

Além do parâmetro Coliformes Fecais, outro parâmetro que se mostrou em desconformidade com a Resolução CONAMA n.º 357/2005 foi o Fósforo Total. Nos pontos SRT2 e SRT3, o Fósforo Total apresentou valores 0,145 mg/L e 0,23 mg/L, respectivamente. A Figura 20 apresenta em forma de gráfico os valores obtidos para o parâmetro Fósforo Total nos pontos de coleta desse rio, no mês de setembro.

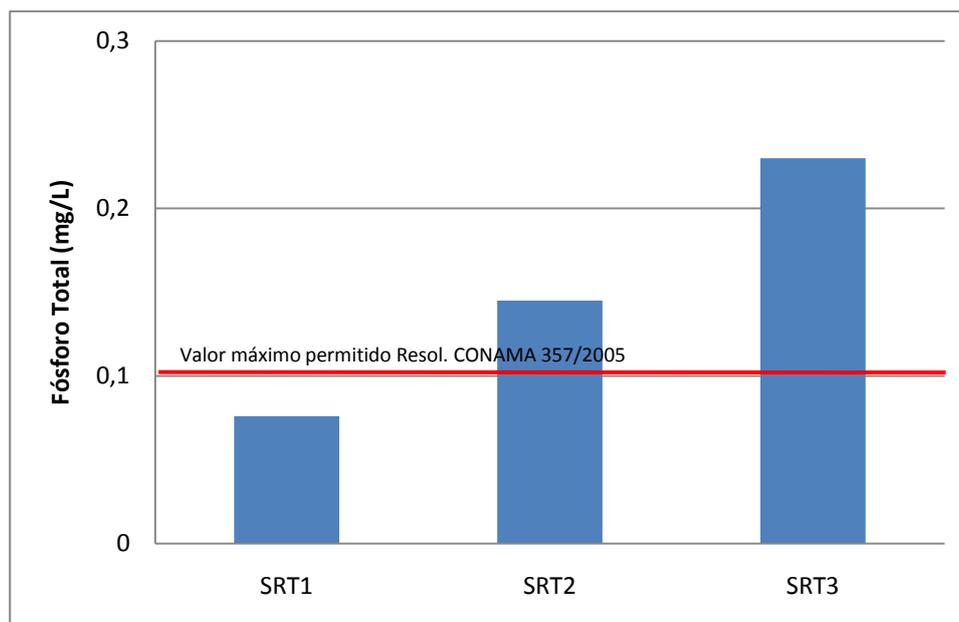


Figura 20 - Fósforo Total dos pontos de coleta do rio Fabrício. A linha vermelha representa os valores permitidos pela Resolução CONAMA n.º 357/2005

Fonte: NEAmb, 2009.

7.2.2 RIO SÃO PAULINHO

O rio São Paulinho está localizado no bairro São Paulinho. O rio a montante destaca-se por apresentar grande beleza cênica, escoando com águas claras e mata ciliar preservada. A Tabela 14 mostra os resultados obtidos para as análises realizadas no mês de maio.

Tabela 14 - Resultados obtidos para as análises realizadas no Rio São Paulinho em Maio/2009

Data: 13/05/2009					
Parâmetro	Unidade	Valor máx.*	SPO1	SPO2	SPO3
pH	-	6<pH<9	7,2	6,6	6,5
Temperatura	°C	-	19,8	20,2	21,2
Sólidos Totais	mg/L	-	67	51	92
Oxigênio Dissolvido	mg/L	>5	7,2	6,6	6,5
DBO	mg/L	<5	-	-	8
Coliformes Totais	NMP	-	-	17.500	86.000
Coliformes Fecais	NMP	<1.000	-	0	2.000
Fósforo Total	mg/L	<0,1	0	0,05	10,04
Turbidez	NTU	<100	3,09	3,67	5,18
NTK	mg/L	-	19,99	2,91	2,58
Condutividade (µS/200µS)	µS/cm	-	44,7	45,7	54

*Resolução CONAMA 357/2005 Artigo 15 - Classe 2 Doce

No rio São Paulinho, podemos perceber que a qualidade da água dos pontos SPO1 e SPO2 é boa. Essa análise demonstra que esses dois pontos apresentam-se com bons níveis de Oxigênio Dissolvido (7,2 mg/L de O₂ para o SPO1 e 6,6 mg/L de O₂ para o SPO2), e também baixo nível de Condutividade (44,7 µS e 45,7 µS), o que pode indicar pouca poluição da água. O ponto que se mostra como problemático nesse rio é o ponto SPO3, primeiramente apresentando uma DBO₅ de 8 mg/L de O₂, o que está acima do permitido para rios de Classe 2. Outro parâmetro em desconformidade com a Resolução CONAMA n.º 357/2005 é o Coliformes Fecais (2.000). Mas o parâmetro que veio chamar a atenção dos pesquisadores foi o Fósforo Total do ponto SPO3 (10,04 mg/L). A Figura 19 mostra que o Fósforo Total do ponto SPO3 encontra-se cerca de cem vezes acima do limite máximo permitido.

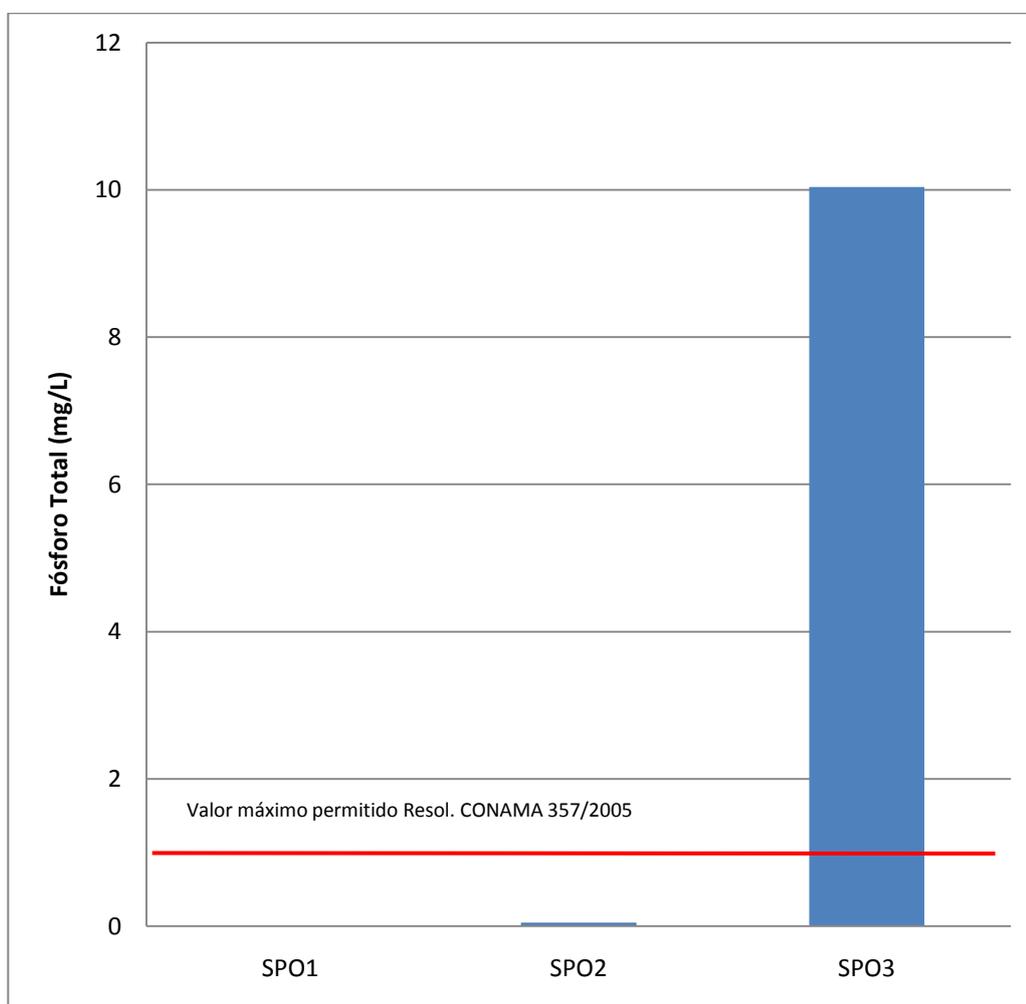


Figura 21 - Fósforo Total dos pontos de coleta do rio São Paulinho. A linha vermelha representa os valores permitidos pela Resolução CONAMA 357/2005

Fonte: NEAmb, 2009.

Tabela 15 - Resultados obtidos para as análises realizadas no Rio São Paulinho em junho/2009

Data: 10/06/2009					
Parâmetro	Unidade	Valor máx.*	SPO1	SPO2	SPO3
pH	-	6<pH<9	6,91	7,06	6,7
Temperatura	°C	-	17,5	17,9	19
Sólidos Totais	mg/L	-	17	30	43
Oxigênio Dissolvido	mg/L	>5	7,5	7,6	7
DBO	mg/L	<5	-	-	-
DQO	mg/L		10,27	15,6	14,17
Coliformes Totais	NMP	-	-	26.020	24.890
Coliformes Fecais	NMP	<1.000	-	520	500
Fósforo Total	mg/L	<0,1	0,3	0,01	0
Turbidez	NTU	<100	0,216	0,164	4,57
NTK	mg/L	-	1,57	0	1,9
Condutividade (µS/200µS)	µS/cm	-	54	55,5	80,4

*Resolução CONAMA 357/2005 Artigo 15 - Classe 2 Doce

As análises do mês de junho mostram apenas o Fósforo Total do ponto SPO1 (0,3 mg/L de P) em desconformidade com a limite estabelecido. A Figura 20 mostra os resultados obtidos para o parâmetro Fósforo Total no mês de junho.

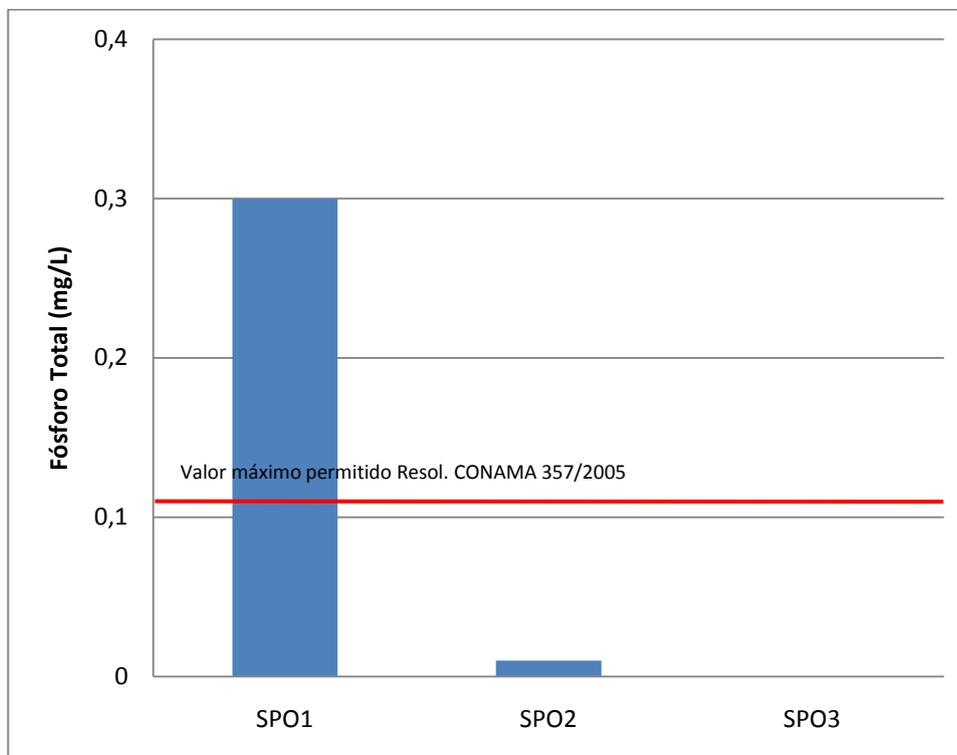


Figura 22 - Fósforo Total dos pontos de coleta do rio São Paulinho. A linha vermelha representa os valores permitidos pela Resolução CONAMA n.º 357/2005

Fonte: NEAmb, 2009.

Tabela 16 - Resultados obtidos para as análises realizadas no Rio São Paulinho em setembro/2009

Data: 15/09/2009						
Parâmetro	Unidade	Valor máx.*	SPO1	SPO2	SPO3	
pH	-	6<pH<9	7,5	7,6	6,8	
Temperatura	°C	-	18,0	18,2	18,9	
Sólidos Totais	mg/L	-	93	116	286	
Oxigênio Dissolvido	mg/L	>5	9,5	9,4	8,7	
DBO	mg/L	<5	4,4	4,6	5,0	
DQO	mg/L		8,17	12,74	21,97	
Coliformes Totais	NMP	-	-	8.300	92.080	
Coliformes Fecais	NMP	<1.000	-	200	700	
Fósforo Total	mg/L	<0,1	0	0,007	0,207	
Turbidez	NTU	<100	1,43	2,35	3,76	
NTK	mg/L	-	0,84	0,84	0,28	
Condutividade (µS/200µS)	µS/cm	-	53,7	55,9	65,8	

*Resolução CONAMA 357/2005 Artigo 15 - Classe 2 Doce

Considerando os resultados obtidos acima, pode-se chegar à conclusão de que não foram obtidos resultados alarmantes em relação aos valores máximos permitidos pela Resolução n.º 357/2005 CONAMA. O parâmetro Fósforo Total foi o que se mostrou em desconformidade com a Resolução CONAMA citada. O ponto que se mostrou em desconformidade foi o SPO3 (0,207 mg/L de P). A Figura 23 mostra, em forma de gráfico, os valores do Fósforo Total para os pontos de coleta do Rio São Paulinho.

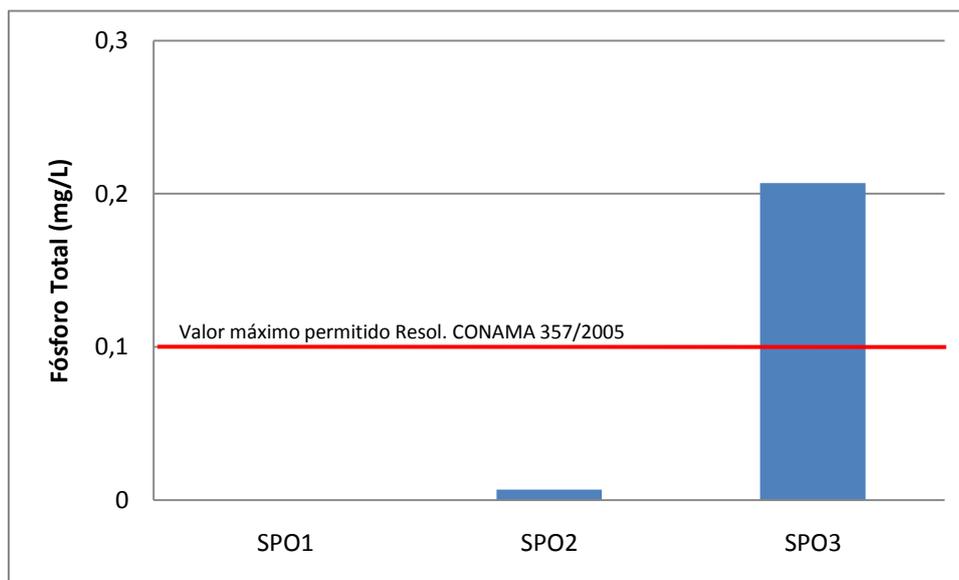


Figura 23- Fósforo Total dos pontos de coleta do rio São Paulinho. A linha vermelha representa os valores permitidos pela Resolução CONAMA n.º 357/2005

Fonte: NEAmb, 2009.

7.2.3 RIO TABULEIRO DOS OLIVEIRAS

O rio Tabuleiro dos Oliveira nasce no bairro Tabuleiro dos Oliveira e escoando encontrando-se com o rio São Paulinho a sua jusante. Parte das águas desse rio está tubulada no bairro e retorna ao ar livre às margens da rodovia BR-101. O ponto TAB1 está localizado no rio Tabuleiro dos Oliveira e os pontos TAB2 e TAB3 estão localizados na derivação desse rio citada anteriormente. A Tabela 17 apresenta os resultados obtidos para as análises realizadas no mês de abril no rio Tabuleiro dos Oliveira.

Tabela 17- Resultados obtidos para as análises realizadas no Rio Tabuleiro em abril/2009

Data: 15/04/2009						
Parâmetro	Unidade	Valor máx.*	TAB1	TAB2	TAB3	
pH	-	6<pH<9	7,05	7,11	6,96	
Temperatura	°C	-	21,2	24,3	24	
Sólidos Totais	mg/L	-	58	232	1928	
Oxigênio Dissolvido	mg/L	>5	4,2	1,5	4,1	
DBO	mg/L	<5	<5	12	-	
Coliformes Totais	NMP	-	-	740.000	1.042.000	
Coliformes Fecais	NMP	<1.000	-	100.000	63.000	
Fósforo Total	mg/L	<0,1	0,2	6,97	11,28	
Turbidez	NTU	<100	1,5	19,1	21,4	
NTK	mg/L	-	6,16	17,14	12,04	
Condutividade (µS/200µS)	µS/cm	-	69,7	0,433x10 ³	5,44x10 ³	

*Resolução CONAMA 357/2005 Artigo 15 - Classe 2 Doce

O parâmetro Oxigênio Dissolvido mostrou-se em estado crítico no Rio Tabuleiro dos Oliveira; já no ponto TAB1, o valor obtido (4,2 mg/L O₂) está abaixo do limite máximo estabelecido. Mas o que mais impressiona nos resultados obtidos para o rio Tabuleiro dos Oliveira é o valor do Oxigênio Dissolvido para o ponto TAB2 (1,5 mg/L de O₂), mostrando a dificuldade desse local em sustentar a vida aquática e a urgência desse local em receber um tratamento adequado para esgotos e despejos provenientes das casas do bairro Tabuleiro dos Oliveira. O Oxigênio Dissolvido do ponto TAB3 está fora do limite estabelecido pelo Artigo 15 da Resolução CONAMA n.º 357/2005 Classe 2 Doce, que é de no mínimo 5 mg/L da amostra. A Figura 24 mostra que os níveis de Oxigênio Dissolvido são muito baixos no rio Tabuleiro dos Oliveira.

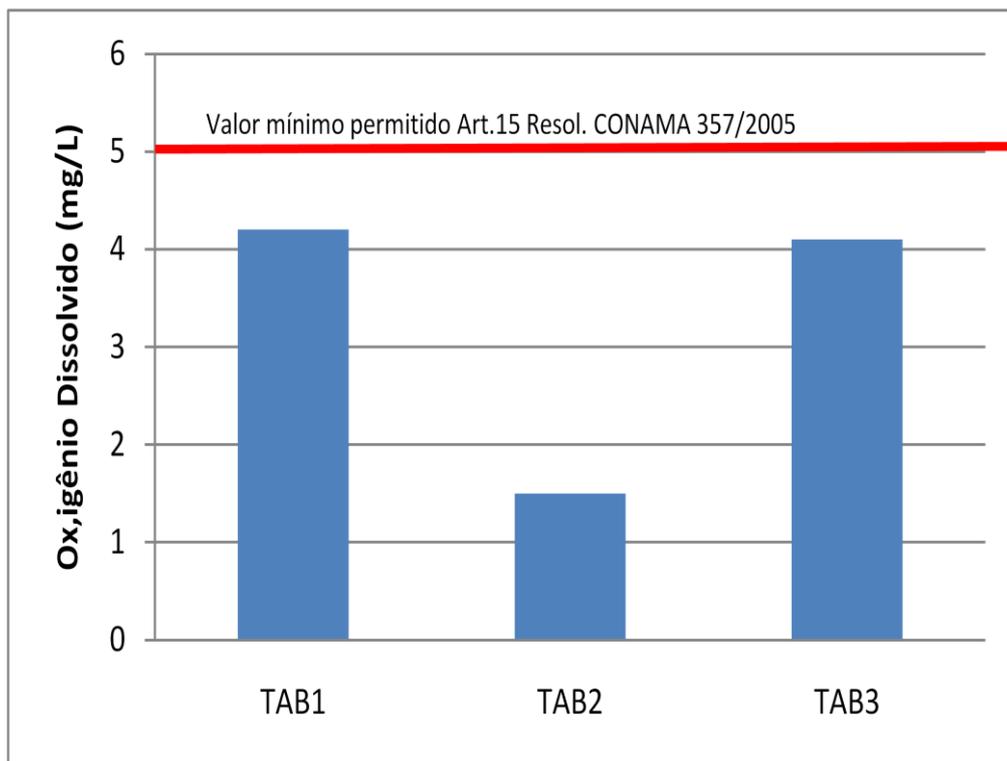


Figura 24 - Oxigênio Dissolvido dos pontos de coleta do rio Tabuleiro. A linha vermelha representa o valor mínimo permitido pela Resolução CONAMA n.º 357/2005

Fonte: NEAmb, 2009.

O resultado obtido para DBO5 no ponto TAB2 (12 mg/L de O₂) comprova mais uma vez o estado crítico desse ponto e confirma o alto teor de Oxigênio necessário para oxidar a matéria orgânica presente nesse local. O parâmetro Coliformes Fecais não deve ultrapassar 1.000 coliformes fecais para água doce, por 100 ml de amostra. Atenção para os pontos TAB2 (100.000) e TAB3 (63.000), os quais apresentam valores alarmantes para esse parâmetro. O bairro Tabuleiro dos Oliveira passa por uma situação crítica no que diz respeito, principalmente, aos despejos de esgotos domésticos. A Figura 25 apresenta a situação crítica dos Coliformes Fecais no ponto TAB2, que atinge até cem vezes o valor permitido, e também do ponto TAB3.

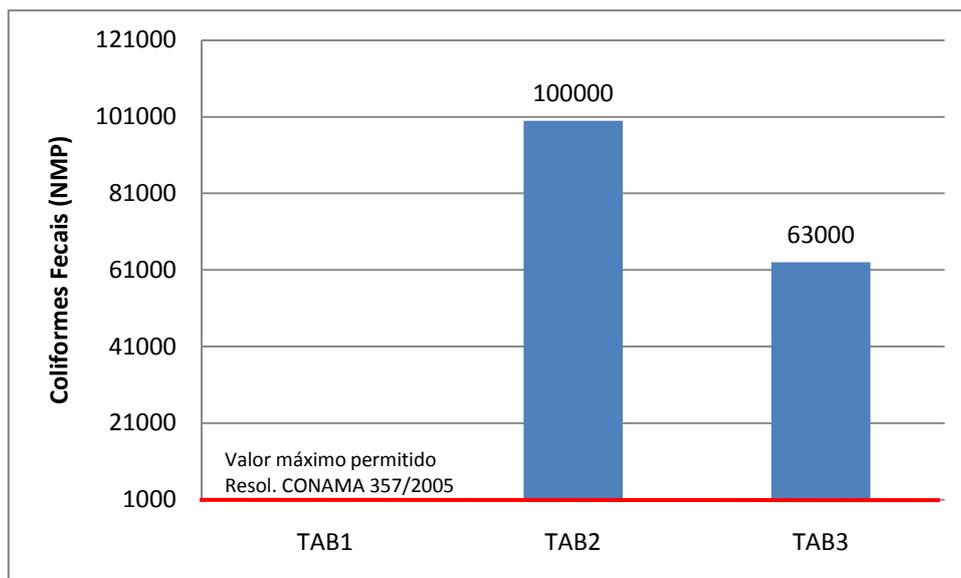


Figura 25 - Coliformes Fecais dos pontos de coleta do rio Tabuleiro. A linha vermelha representa o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA n.º 357/2005

Fonte: NEAmb, 2009.

Os resultados obtidos para o parâmetro Fósforo Total nos três pontos do rio Tabuleiro dos Oliveira mostraram-se acima do limite máximo permitido na análise feita no mês de abril. Chama-se a atenção para os pontos TAB1, TAB2 e TAB3, em que o limite máximo permitido para o Fósforo Total é de 0,1 mg/L de Fósforo (Classe 2 Doce). A Figura 26 mostra os valores obtidos para o Fósforo Total para a análise realizada no mês de abril.

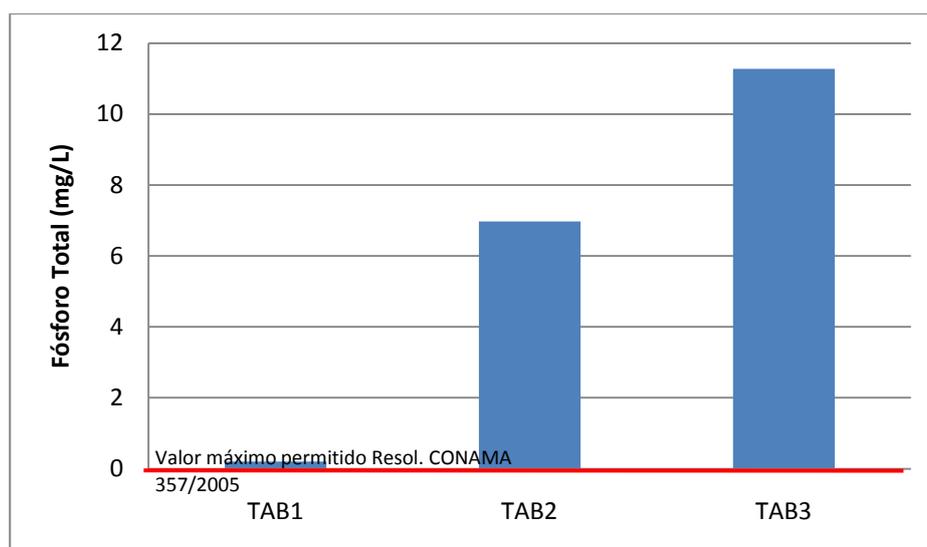


Figura 26 - Fósforo Total dos pontos de coleta do rio Tabuleiro. A linha vermelha representa o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA n.º 357/2005

Fonte: NEAmb, 2009.

A Tabela 18 mostra os valores obtidos para as análises realizadas no mês de junho no rio Tabuleiro dos Oliveira.

Data: 24/06/2009					
Parâmetro	Unidade	Valor máx.*	TAB1	TAB2	TAB3
pH	-	6<pH<9	7,21	6,69	6,71
Temperatura	°C	-	17,7	19	16,9
Sólidos Totais	mg/L	-	224	340	2137
Oxigênio Dissolvido	mg/L	>5	7,2	4,5	6,7
DBO	mg/L	<5	-	-	-
DQO	mg/L	-	1,9	41,86	55,07
Coliformes Totais	NMP	-	-	241.917	198.628
Coliformes Fecais	NMP	<1.000	-	8.080	3.730
Fósforo Total	mg/L	<0,1	0,48	5,03	3,85
Turbidez	NTU	<100	11	13,4	5,35
NTK	mg/L	-	5,26	8,4	6,33
Condutividade (µS/200µS)	µS/cm	-	85,6	0,523 x10 ³	4,33 x10 ³

*Resolução CONAMA 357/2005 Artigo 15 - Classe 2 Doce

Para a análise do mês de Junho, os pontos TAB2 e TAB3 mostraram-se novamente pontos com alto grau de poluição por esgotos domésticos, como mostra a Figura 27, em que são apresentados os valores obtidos para os Coliformes Fecais dos três pontos de coleta.

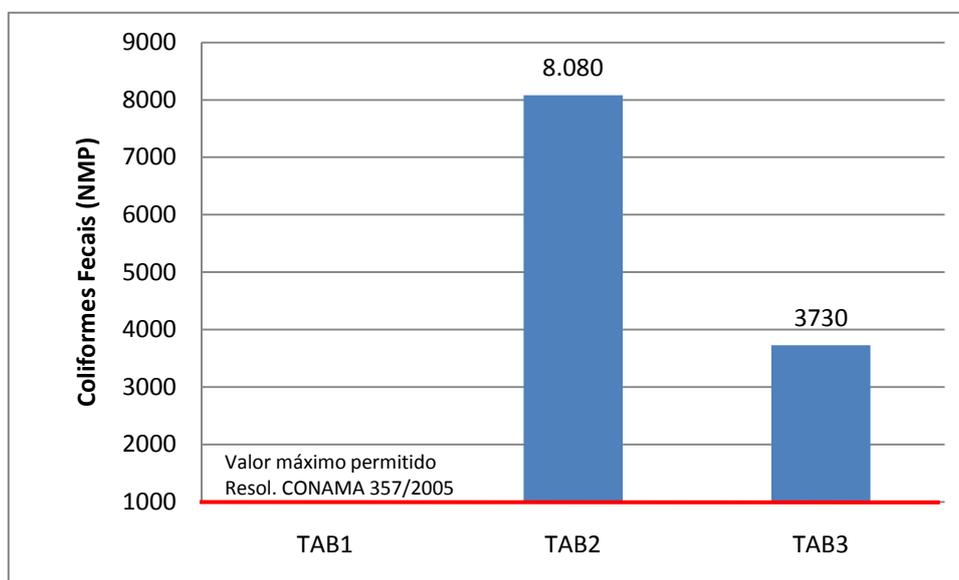


Figura 27- Coliformes Fecais dos pontos de coleta do rio Tabuleiro. A linha vermelha representa o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA n.º 357/2005

Fonte: NEAmb, 2009.

O parâmetro Fósforo Total mostrou-se novamente um parâmetro acima do limite estabelecido para os três pontos de coleta. Uma atenção especial para o ponto TAB2, que

obteve péssimos resultados nas duas baterias de análises feitas, abril e junho, apresentando valores abaixo do permitido para o parâmetro Oxigênio Dissolvido, grande quantidade de Coliformes Fecais e alto valor para o parâmetro Condutividade. Isso indica poluição por esgotos domésticos, provavelmente de grande parte das residências do bairro, pelo péssimo estado que a água se apresenta nitidamente em campo, impossibilitando a manutenção do ecossistema aquático. O ponto TAB2 necessita urgentemente de cuidados, para a própria proteção da saúde humana, e o bairro Tabuleiro dos Oliveira necessita com urgência de uma rede coletora de esgoto. Esse rio até o presente momento é um dos piores analisados e, o que é mais agravante, é que ele desemboca em uma área da praia de Itapema bastante procurada pelos banhistas, especialmente no verão. Desta forma o risco de contaminação por doenças infecciosas é eminente, impossibilitando. A Figura 28 mostra os valores para o Fósforo Total no mês de junho.

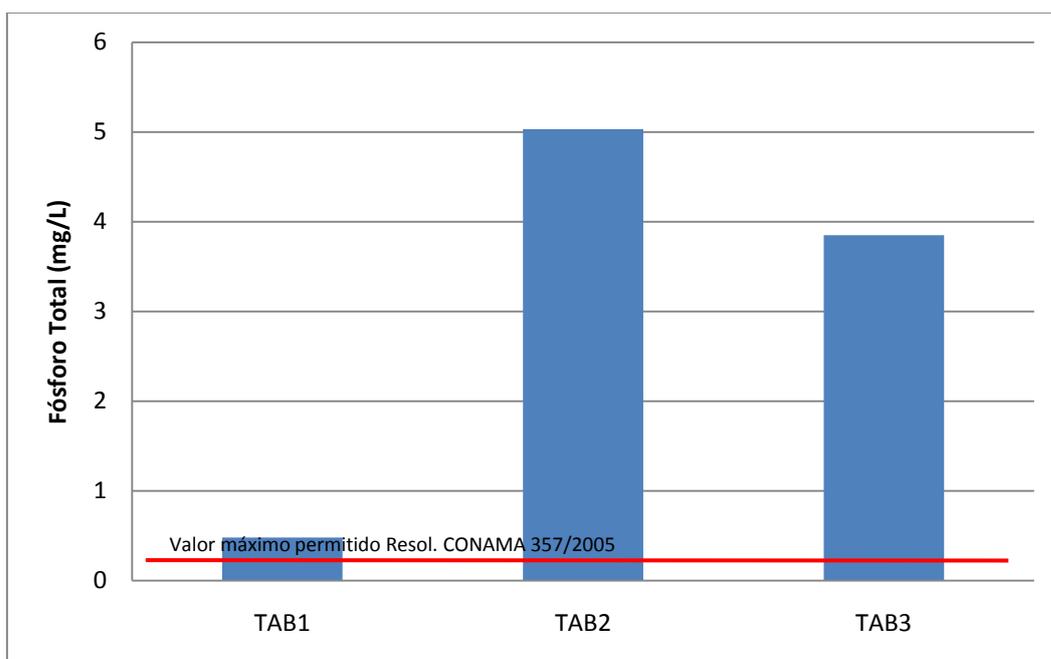


Figura 28 - Fósforo Total dos pontos de coleta do rio Tabuleiro. A linha vermelha representa o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/2005

Fonte: NEAmb, 2009.

A Tabela 19 apresenta todos os resultados obtidos para os parâmetros analisados nos pontos de coleta do Rio Tabuleiro no mês de outubro.

Tabela 19 - Resultados obtidos para as análises realizadas no Rio Tabuleiro em outubro/2009

Data: 02/10/2009					
Parâmetro	Unidade	Valor máx.*	TAB1	TAB2	TAB3
pH	-	6<pH<9	6,9	6,5	6,6
Temperatura	°C	-	19,0	21,5	22,6
Sólidos Totais	mg/L	-	137	214	418
Oxigênio Dissolvido	mg/L	>5	5,1	2,8	4,8
DBO	mg/L	<5	0	7,3	14,1
DQO	mg/L	-	7,82	15,48	20,68
Coliformes Totais	NMP	-	-	648.800	>2419200
Coliformes Fecais	NMP	<1.000	-	148.300	58.100
Fósforo Total	mg/L	<0,1	0,002	0,061	0,144
Turbidez	NTU	<100	8,37	32,6	58,7
NTK	mg/L	-	0,84	1,4	0,56
Condutividade (µS/200µS)	µS/cm	-	76,5	0,267x10 ³	0,686x10 ³

*Resolução CONAMA 357/2005 Artigo 15 - Classe 2 Doce

Os resultados obtidos para o Rio Tabuleiro, no mês de outubro, mostram novamente valores baixos de Oxigênio Dissolvido nos pontos e altos valores de Coliformes Fecais, o que indica mais uma vez poluição por esgotos domésticos no curso d'água. A Figura 29 apresenta os valores dos Coliformes Fecais para os pontos TAB2 e TAB3, o que demonstra a necessidade do bairro de um sistema eficiente de coleta e tratamento de esgotos.

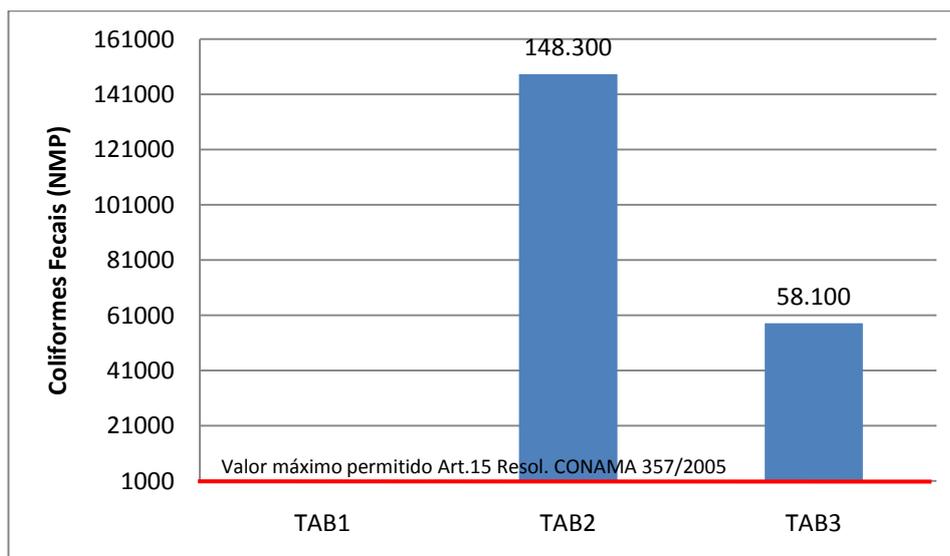


Figura 29 - Coliformes Fecais dos pontos de coleta do rio Tabuleiro. A linha vermelha representa o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/2005

Fonte: NEAmb, 2009.

7.3 BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PEREQUÊ

7.3.1 RIO PEREQUÊ

Para os resultados obtidos nas análises dos pontos PRQ1, PRQ2 e PRQ3 no rio Perequê, no mês de abril, apresenta-se a Tabela 20.

Tabela 20 - Resultados obtidos para as análises realizadas no Rio Perequê em maio/2009

Data: 13/05/2009						
Parâmetro	Unidade	Valor máx.*	PRQ1	PRQ2	PRQ3	
pH	-	6<pH<9	7,09	6,5	6,2	
Temperatura	°C	-	21	21,8	24	
Sólidos Totais	mg/L	-	67	71	79	
Oxigênio Dissolvido	mg/L	>5	6,8	6,5	6,2	
DBO	mg/L	<5	-	11	6	
Coliformes Totais	NMP	-	-	34.500	10.000	
Coliformes Fecais	NMP	<1.000	-	3.100	10	
Fósforo Total	mg/L	<0,1	0	0,37	1,57	
Turbidez	NTU	<100	3,14	4,53	13,7	
NTK (mg/L)	mg/L	-	4,59	2,69	5,38	
Condutividade (µS/200µS)	µS/cm	-	44,6	58	54,3	

*Resolução CONAMA 357/2005 Artigo 15 - Classe 2 Doce

Na análise acima, para o mês de abril, torna-se nítido que o ponto PRQ1 apresenta uma água de boa qualidade, pois nenhum parâmetro analisado esteve fora do limite estabelecido. A DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) representa uma medida indireta da matéria orgânica, pois ela fornece a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica presente em uma amostra. Os pontos PRQ2 e PRQ3 apresentaram uma DBO5 (11 mg/L de O₂ e 6 mg/L de O₂) acima do limite máximo permitido pela Resolução CONAMA n.º 357/2005, que é de 5 mg/L para rios de Classe 2. A Figura 26 mostra os valores de DBO5 para a análise do mês de abril.

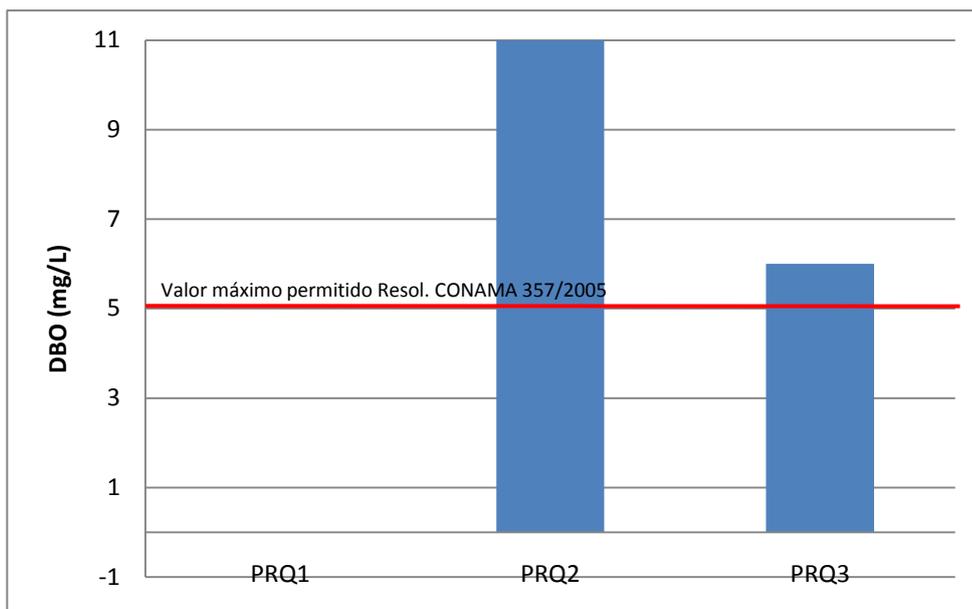


Figura 30 - Demanda Bioquímica de Oxigênio dos pontos de coleta do rio Perequê. A linha vermelha representa o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/2005

Fonte: NEAmb, 2009.

O ponto PRQ2 apresentou nessa análise (abril) um valor muito alto de Coliformes Fecais (3.100) em relação ao limite estabelecido. Algumas casas estão muito próximas da margem do rio no ponto PRQ2, e o valor encontrado mostra uma provável contaminação desse ponto por esgotos domésticos. A Figura 31 mostra a diferença do permitido para Coliformes, de acordo com a Resolução citada e o valor superior dos Coliformes Fecais do ponto PRQ2.

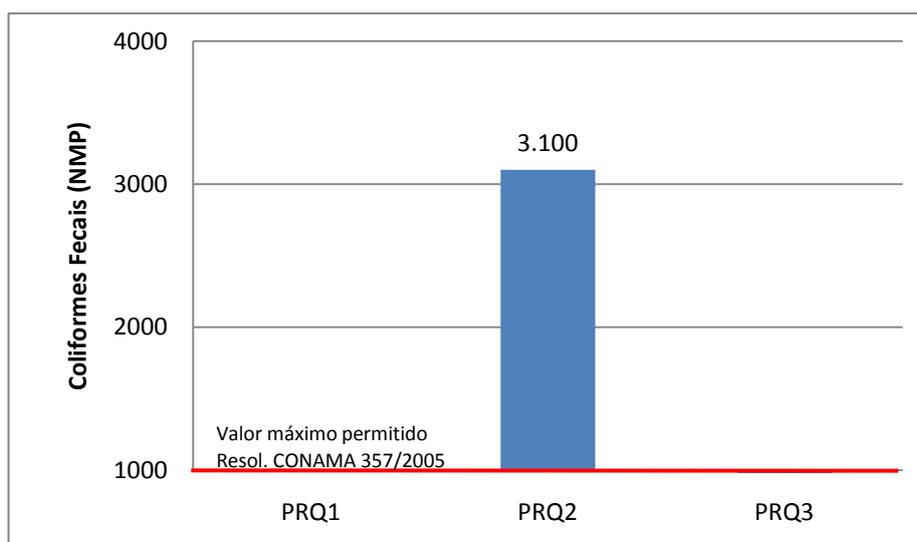


Figura 31 - Coliformes Fecais dos pontos de coleta do rio Perequê. A linha vermelha representa o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA n.º 357/2005

Fonte: NEAmb, 2009.

A Tabela 21 mostra as análises realizadas e os seus respectivos resultados para o rio Perequê no mês de junho.

Tabela 21- Resultados obtidos para as análises realizadas no Rio Perequê em junho/2009

Data: 15/06/2009					
Parâmetro	Unidade	Valor máx.*	PRQ1	PRQ2	PRQ3
pH	-	6<pH<9	7,28	7,01	7,16
Temperatura	°C	-	16,5	16,1	20,1
Sólidos Totais	mg/L	-	24	5	91
Oxigênio Dissolvido	mg/L	>5	8,9	9,5	8,2
DBO	mg/L	<5	-	-	-
DQO	mg/L		27,52	33,9	10,93
Coliformes Totais	NMP	-	-	19.680	120.331
Coliformes Fecais	NMP	<1.000	-	1.970	103.400
Fósforo Total	mg/L	<0,1	0	0,86	1,49
Turbidez	NTU	<100	2,07	8,46	14,8
NTK	mg/L	-	2,07	1,4	1,4
Condutividade (µS/200µS)	µS/cm	-	67,5	70	60,3

*Resolução CONAMA 357/2005 Artigo 15 - Classe 2 Doce

O parâmetro Coliformes Fecais mostrou-se novamente acima do limite estabelecido, indicando provável poluição por esgotos domésticos nos pontos PRQ2 e PRQ3, por possuírem casas muito próximas da margem desse rio nesses pontos. A Figura 32 mostra que o número de Coliformes Fecais está muito elevado no ponto PRQ3.

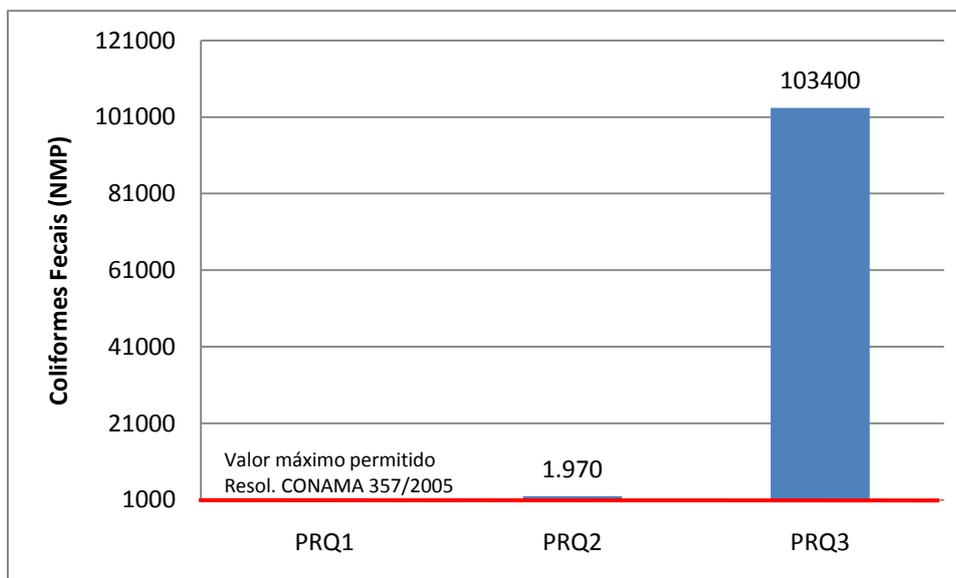


Figura 32 - Coliformes Fecais dos pontos de coleta do rio Perequê. A linha vermelha representa o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA n.º 357/2005

Fonte: NEAmb, 2009.

O Fósforo Total apresentou-se acima do limite máximo permitido pela Resolução CONAMA n.º 357/2005 nos pontos PRQ2 (0,86 mg/L de P e PRQ3 mg/L de P), o que indica poluição por esgotos domésticos, cometida, provavelmente, pelas casas que se encontram nas proximidades desse ponto. A Figura 33 demonstra que o Fósforo Total mostra-se acima do permitido para os pontos PRQ2 e PRQ3.

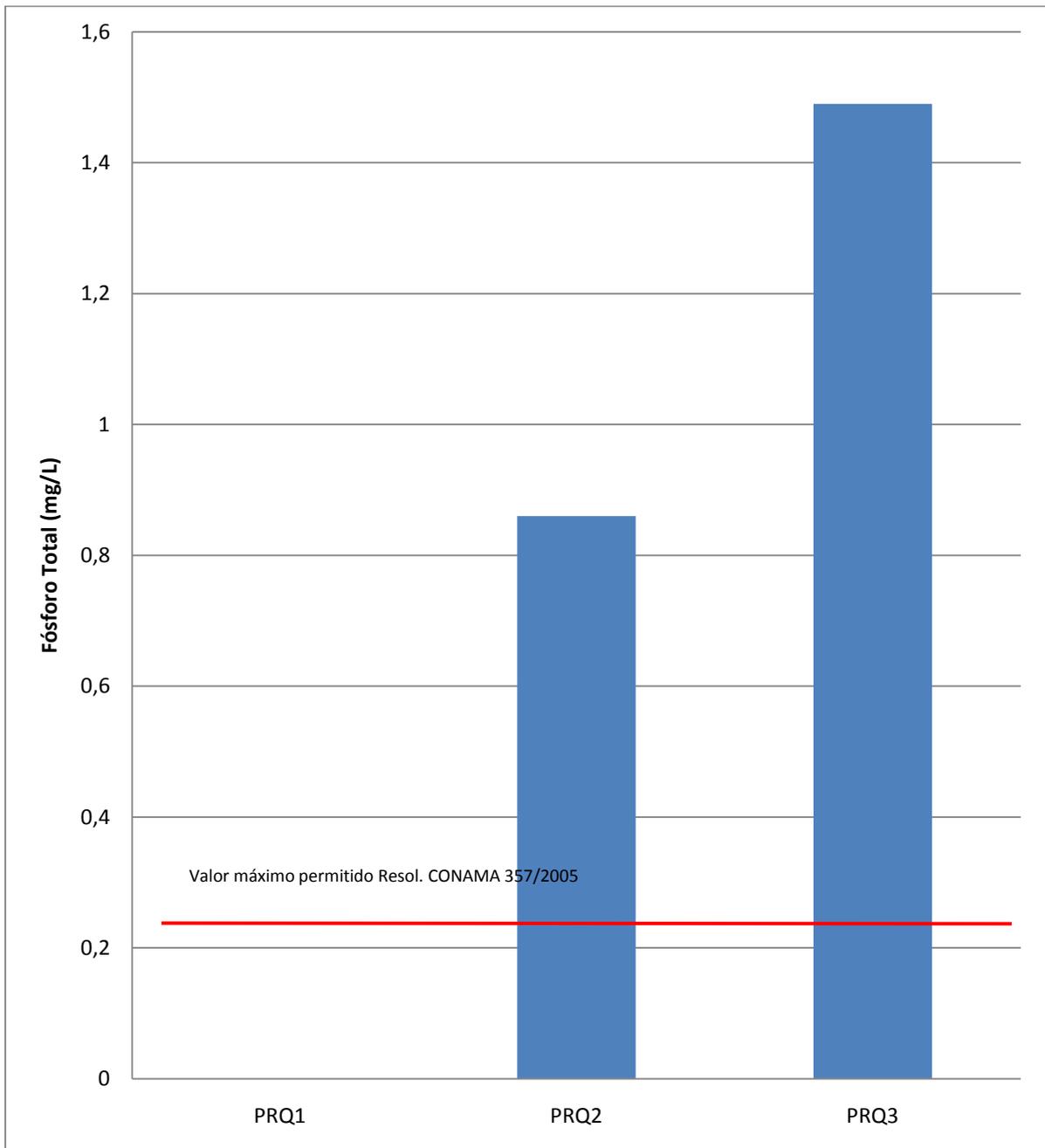


Figura 33 - Fósforo Total dos pontos de coleta do rio Perequê. A linha vermelha representa o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA n.º 357/2005

Fonte: NEAmb, 2209.

A Tabela 21 apresenta todos os resultados obtidos para os pontos de coleta do Rio Perequê em Outubro. É válido lembrar que esse rio possui grande potencial ecoturístico, pois conta com belas cachoeiras, água límpida na nascente e grande beleza cênica.

Tabela 21- Resultados obtidos para as análises realizadas no Rio Perequê em outubro/2009

Data: 02/10/2009						
Parâmetro	Unidade	Valor máx.*	PRQ1	PRQ2	PRQ3	
pH	-	6<pH<9	7,44	7,07	7,77	
Temperatura	°C	-	19,9	19,9	20,9	
Sólidos Totais	mg/L	-	85	113	119	
Oxigênio Dissolvido	mg/L	>5	9,0	8,8	7,7	
DBO	mg/L	<5	0	0	0,4	
DQO	mg/L		0,31	0	97,96	
Coliformes Totais	NMP	-	-	49.600	33.100	
Coliformes Fecais	NMP	<1.000	-	3.100	0	
Fósforo Total	mg/L	<0,1	0,140	0,144	0,140	
Turbidez	NTU	<100	18,9	17,7	31,6	
NTK	mg/L	-	1,4	2,8	1,12	
Condutividade (µS/200µS)	µS/cm	-	50,5	53,3	54,8	

*Resolução CONAMA 357/2005 Artigo 15 - Classe 2 Doce

Dentre os resultados obtidos no mês de outubro para os pontos de coleta do Rio Perequê, pode-se destacar os valores obtidos para os parâmetros Coliformes Fecais e Fósforo Total. Conforme a Resolução n.º 357/2005 CONAMA, o valor máximo permitido para o parâmetro Coliformes Fecais para rios de Classe 2 é de mil Coliformes Fecais por 100 ml. O valor que se encontra em desconformidade com a Resolução é o PRQ2 (3.100). Os valores obtidos para o parâmetro Fósforo Total para os pontos de coleta desse rio estão acima do valor máximo permitido pela Resolução n.º 357/2005 CONAMA (0,1 mg/L). A Figura 34 apresenta os valores obtidos para o Fósforo Total em outubro no Rio Perequê.

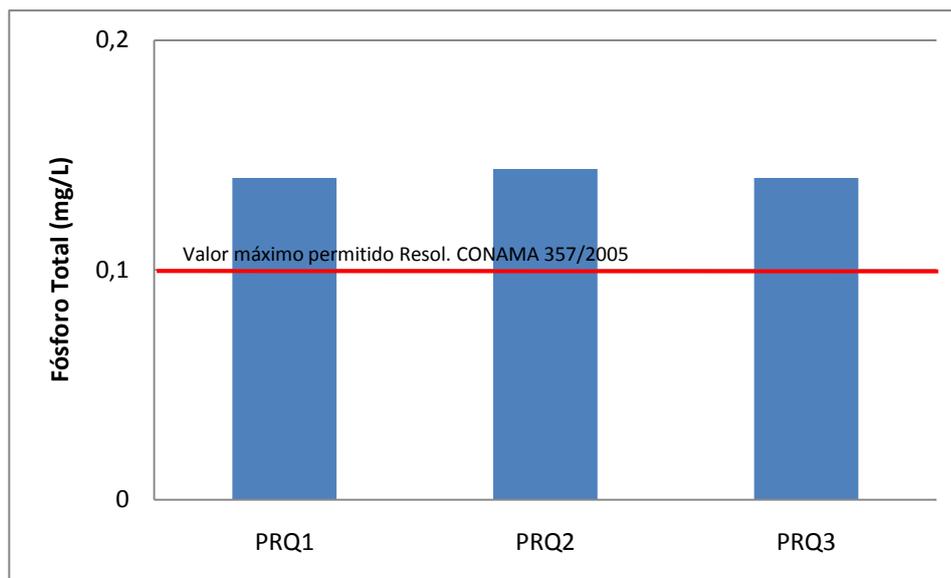


Figura 34 - Fósforo Total dos pontos de coleta do rio Perequê; a linha vermelha representa o valor máximo permitido pela Resolução CONAMA 357/2005

Fonte: NEAmb, 2009.

7.4 ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)

O Índice de Qualidade da Água foi calculado para os pontos 2 e 3 dos rios do município de Itapema devido à indisponibilidade de dados como Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Coliformes Fecais para os pontos 1 dos rios, os que se localizam mais a nascente dos rios. Os pontos 1 dos rios não possuem esses dados, pois não havia material disponível para realizar as análises para tais pontos. Pelo fato de o parâmetro Nitrogênio Total Kjeldhal (NTK) representar a maior parte do parâmetro Nitrogênio Total, o qual faz parte da análise do IQA, o NTK, foi adotado como Nitrogênio Total no cálculo do Índice de Qualidade da água. A diferença entre os dois tipos de análises, geralmente é entre 0,3 e 0,5, o que não faz diferença no cálculo do Índice de Qualidade da Água. Alguns valores do Índice de Qualidade da Água estão apresentados na Tabela 22.

Tabela 22 - Valores do Índice de Qualidade da Água para pontos de coleta no município de Itapema

Ponto de coleta	Data	IQA	Descrição
ILH2	2/9/2009	49	Aceitável
ILH3	2/9/2009	42	Aceitável
PGR2	2/9/2009	67	Boa
PGR3	2/9/2009	64	Boa
SRT2	15/9/2009	80	Ótima
SRT3	15/9/2009	60	Boa
SPO2	15/9/2009	76	Boa
SPO3	13/5/2009	45	Aceitável
SPO3	15/9/2009	65	Boa
TAB2	15/4/2009	22	Ruim
TAB2	2/10/2009	34	Ruim
TAB3	2/10/2009	38	Aceitável
PRQ2	13/5/2009	52	Boa
PRQ2	2/10/2009	64	Boa
PRQ3	13/5/2009	58	Boa
PRQ3	2/10/2009	85	Ótima

Fonte:NEAmb, 2009.

Dentro da avaliação do Índice de Qualidade da Água (IQA), temos alguns pontos classificados com a qualidade de água “Ótima”, como o SRT2, que é um ponto onde há a captação de água para abastecimento público. Outro ponto classificado com a qualidade de água “Ótima” é o PRQ3. Alguns pontos podem ser observados com a classificação “Boa”, mesmo sendo pontos em que se observa a presença de Coliformes Fecais, como é o caso do ponto de coleta SRT3 e também do ponto de coleta PRQ2. Quatro pontos de coleta foram classificados com a qualidade da água “Regular”, pois neles há a presença de altos níveis de Coliformes Fecais. São os pontos ILH2, ILH3, SPO3, TAB3. Sabe-se que esses pontos contam com grande presença de poluição no local de coleta, porém, no balanceamento do cálculo do IQA, em que temos diferentes pesos para os seus parâmetros contribuintes, levam a

denominação da qualidade da água do local de “Regular”. Dois pontos de coleta como o SPO3 e o PRQ3 tiveram duas avaliações da qualidade da água, em datas diferentes, obtendo diferentes índices. Em maio, o SPO3 recebeu a classificação de “Aceitável” e, em setembro, de “Boa”. Já o PRQ3 obteve uma classificação de água “Boa” em maio e, em outubro, de uma água “Ótima”. Provavelmente a mudança de classificação ocorre principalmente pela mudança da estação do ano, quando diferentes valores são obtidos nas suas análises. Já o ponto de coleta TAB2 foi avaliado duas vezes pelo IQA, em abril e em outubro, e em ambas as vezes esse ponto recebeu a classificação da qualidade da água “Ruim”. Realmente esse local apresenta uma qualidade da água ruim, causada provavelmente por despejos de origem doméstica proveniente de todo o bairro do Tabuleiro dos Oliveiras.

8. CONCLUSÕES

Pode-se concluir desse monitoramento da qualidade da água na área da futura Unidade de Conservação e também na sua Zona de Amortecimento que:

Referente ao parâmetro de análise Coliformes Fecais, este mostrou-se em níveis mais elevados sempre que o curso d’água começa a passar por locais onde existe a ocupação urbana, caracterizando despejos clandestinos de esgotos domésticos nesses locais;

Referente ao parâmetro de análise Fósforo Total, este mostrou-se diversas vezes em níveis elevados, o que se conclui que a provável causa também está no despejo de esgotos domésticos nos pontos de coleta;

A Resolução n.º 357/2005 mostrou-se efetiva em relação à quantificação dos valores máximos permitidos para rios de Classe 2, mostrando onde a situação da qualidade da água se encontra dentro e fora do limite e de forma indireta mostrando onde a qualidade da água dos rios do município se encontra comprometida;

O município de Itapema sofre atualmente com uma grande quantidade de despejos de esgotos domésticos nos seus mananciais e necessita urgentemente de um sistema eficiente de coleta e tratamento de esgoto doméstico;

Os rios de Itapema têm boa qualidade da água nas suas nascentes, bem como extrema beleza cênica nessas localidades, mas essa qualidade é comprometida a partir do ponto em que o curso d’água se distancia da sua nascente e começa a adentrar a mancha urbana;

É de grande importância a continuação do monitoramento das águas do município de Itapema, visando à verificação da existência ou não de poluição por despejos de origem doméstica, visando à proteção dos seus mananciais hídricos;

É muito importante a criação, no município de Itapema, de sistemas municipais de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), uma vez que Itapema é um grande produtor de água e outros municípios utilizam suas águas, ressaltando que seria regularizado e devidamente remunerado todo o recurso hídrico que for utilizado por outras localidades;

É de grande importância para o município, como um grande produtor de água, a proteção das nascentes dos seus mananciais hídricos mediante a Unidade de Conservação de categoria de Proteção Integral na localidade desses mananciais, bem como a proteção da sua mata ciliar respeitando a distância necessária para a sua conservação.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A.; KOBIYAMA M.; SILVA, R. V.; CHECCHIA, T. Análise dos dados hidrológicos na região do município de Alfredo Wagner/SC. In anais do I Simpósio de Recursos Hídricos do Sul.
- AMARAL, C. P. do e FERNANDES, N. F. Movimentos de massa: uma abordagem geológica-geomorfológica – cap.3. In: Geomorfologia e meio ambiente; A. J. T. Guerra e S. B. da Cunha (coord.). Ed. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 2003. 347p.
- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Dairy Products. 20th ed. Washington: APHA-AWWA-WEF, 1998. 1195 p.
- ANJOS, F. A. Processo de planejamento e gestão de territórios turísticos: uma proposta sistêmica. Tese de Doutorado. Florianópolis, UFSC, 2004.
- ASSIS NETO, F. et al. Aplicações de Estatística à Climatologia: teoria e prática. Pelotas: editora universitária - UFPel, 1996.
- BIGARELLA, J. J. Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais. v. 3 Florianópolis: Ed. da UFSC, 2003
- BRASIL Diário Oficial da União_____. Resolução CONAMA n° 357. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e de outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 17 de março de 2005.
- BRASIL. Índice de qualidade das águas. CETESB. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice_iap_iqa.asp. Acesso em: 12 nov. 2009.
- CARUSO JR., F. Notas Técnicas: Mapa Geológico da Ilha de Santa Catarina, escala 1:100.000. Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM; Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica – CECO/UFRGS. Notas técnica, n.º 6, dezembro de 1993.
- CARUSO JUNIOR, F.; KREBS, A. S. J.; WILDNER, W.; ARAÚJO, S. A.; DIEHL, L. F.; MÁRIO, H. F. S.; CARMO, V. B. Mapa Geológico da Folha Camboriú, Santa Catarina- Escala 1:50.000. In: Simpósio Brasileiro sobre Praias Arenosas, 2000, Itajaí - SC. Anais do 1o Simpósio Brasileiro sobre Praias Arenosas. Itajaí: Editora da Univali, 2000. v. 1. p. 192-194.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo - Apêndice A - Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. CETESB, 2008.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo - Apêndice B - Índices de qualidade das águas. CETESB, 2008.
- CUNHA, S. B. e GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental – cap.7. In: Geomorfologia e meio ambiente; A. J. T. Guerra e S. B. da Cunha (coord.). Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 2003.
- CURTARELLI, M. P. – SIG aplicado a caracterização morfométrica de bacias hidrográficas: o estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Cubatão do Sul em Santa Catarina/SC. In Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. INPE. Natal. 2009.
- DONN, W. L. Meteorology. Versão espanhola traduzida por Joaquin Catalá de Alemany. Ed, Reverté S/A. Espanha, Barceloma, 1978.
- EMBRAPA. CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: EMBRAPA, SPI, 1999.

EMBRAPA. Solos do Estado de Santa Catarina. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n.º 46. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p. (EMBRAPA-SNLCS. Micelânea, 1).

ENGECORPS *et al.* Instrumento de Gestão de Recursos Hídricos para o Estado de Santa Catarina: Regionalização de Vazões das Bacias Hidrográficas Estaduais do Estado de Santa Catarina. Estudo realizado pelo Consórcio Engecorps/Tetraplan/Lacaz/Martins. Governo do Estado de Santa Catarina - SDS/SADR/Micro Bacias. Fevereiro 2006.

EPAGRI. Mapoteca Digital do Estado de Santa Catarina. Disponível em: <http://www.ciram.com.br:8080/mapoteca/> acessado em: 10 abril. 2009.

ESRI. Advanced 3D Analysis Using Raster and Vector data. New York St, Redlands CA, USA. 2001.

ESRI. ArcGIS Desktop, Tools for Authoring, Editing, and Analyzing Geographic Information. New York St, Redlands CA, USA. 2007.

FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA. Relevância de parâmetros de qualidade das águas aplicados a águas correntes. Parte I: Características gerais, nutrientes, elementos traço e substâncias nocivas inorgânicas, características biológicas. Florianópolis: FATMA. 1999.

FUZINATTO, C. F. Avaliação da qualidade da água de rios localizados na ilha de Santa Catarina utilizando parâmetros toxicológicos e o índice de qualidade de água. Florianópolis: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Santa Catarina. 2009.

GAPLAN – Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral. Atlas de Santa Catarina. Rio de Janeiro, Aerofoto Cruzeiro, 1986.

GUERRA, A. J. T. Dicionário geológico – geomorfológico. IBGE, 7ª ed. Rio de Janeiro, 1989.

GUERRA, A. J. T. e MARÇAL, M. S. Geomorfologia Ambiental. Ed. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 2006. 192p.

HARTMANN L.A., BITENCOURT M.F., SANTOS, J.O.S., MCNAUGHTON, N.J., RIVERA, C.B., BETIOLLO, L. Prolonged Paleoproterozoic magmatic participation in the Neoproterozoic Dom Feliciano Belt, Santa Catarina, Brazil, based on zircon U-Pb SHRIMP geochronology. *J. South Am. Earth Sci.*, 16:477-492. 2003.

HERRMANN, M. L.P. e ROSA, R.O. Mapeamento temático do município de Florianópolis – Geomorfologia. IPUF/IBGE, 1991.

HORN FILHO, N. O. O quaternário costeiro da Ilha de São Francisco do Sul e arredores, nordeste do estado de Santa Catarina: aspectos geológicos, evolutivos e ambientais. Florianópolis, 1997. 283 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em Geociências.

HORN FILHO, N.O. Setorização da Província Costeira de Santa Catarina em base aos aspectos geológicos, geomorfológicos e geográficos. *Revista Geosul*, v. 18, n.35, p.71-98, jan./jun. 2003.

IBGE. Carta Topográfica de Camboriú. Folhas SG.22-Z-D-II-2/III-1MI-2894-2/2895-1, escala 1:50.000, 1983.

IBGE. Manual Técnico de Geomorfologia. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1995.

IBGE; IPUF. Estudos Ambientais da Grande Florianópolis: Síntese Temática – Geomorfologia. Florianópolis, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Folha SG.22 Curitiba, Parte da Folha SG.21 Asunción, Folha SG.23 Iguape. Levantamento de Recursos Naturais, v. 35. Rio de Janeiro, 2005.

INSTITUTO DE PLANEJAMENTO URBANO DE FLORIANÓPOLIS – IPUF. Prefeitura Municipal de Florianópolis (SC). Atlas do Município de Florianópolis. Coordenado por Maria das Dores de Almeida Bastos. Florianópolis: IPUF, 2004.

LEPSCH, I. F. Formação e conservação dos solos. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 178p.

MANZOLLI, J. I.; MIRA, M. A. F. B.; PRATES, A. M. Geografia física de Santa Catarina. 2. grau. Florianópolis: Lunardelli, 1989.

MASSIGNAM, A. M., PANDOLFO, C. Estimativa da Evapotranspiração de Referência Mensal e Anual no Estado de Santa Catarina. Florianópolis: Epagri, 2006. 24p (EPGRI. Documentos, 225).

POMPEU C. T. Águas doces no Direito brasileiro. In: Aldo Rebouças; Benedito Braga; José Galizia Tundisi. (Org.). Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. São Paulo: Escrituras, 2006, v., p. 677-718.

RIGHETTO, A. M. Hidrologia e Recurso Hídricos. São Carlos: EESC/USP, 1998.

RIVERA, C. B.; BITENCOURT, M. F.; NARDI, L.V.S. Integração de Parâmetros Físicos do Magma e Composição Química dos Minerais na Petrogênese do Granito Itapema, SC. Revista Brasileira de Geociências. 34(3):361-372, setembro de 2004.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia aplicada aos Eias-Rimas – cap. 6. In: Geomorfologia e meio ambiente; A. J. T. Guerra e S. B. da Cunha (coord.). Ed. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 2003. 347p.

SCHROEDER, G. S. Análise tectônica da Bacia do Itajaí. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre, 2006.

SHEIBE, L.F. Geologia de Santa Catarina. Revista Geosul, v.1, n.1, p.7-38, jan./jun. 1986.

SILVA, L.C. e BORTOLUZZI, C.A. Texto explicativo para o mapa geológico do estado de Santa Catarina. Escala 1:500.000. Florianópolis: 11º Distrito do DNPM; Coordenadoria de Recursos Minerais da Secretaria da Ciência e Tecnologia, Minas e Energia, 1987.

SPERLING, M. V. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 3ª Ed, 2005.

SUGUIO, K. Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 1217p.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia: Ciência e aplicação. Organizado por Carlos E. M. Tucci; André L. L. da Silveira... [et al.]. – 4. Ed. – Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2007.

UBERTI, A. A. A. Santa Catarina: proposta de divisão territorial em regiões edafoambientais homogêneas. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2005.

VILLELA, S. M., MATTOS, A. Hidrologia Aplicada. São Paulo: McGraw – Hill do Brasil, 1975. 245p.

ANEXOS

Séries Históricas dos dados de precipitação mensal **Dados Estação Itajaí – EPAGRI**

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Anual (mm)
1981	175,6	203,1	232	89	44,2	42,2	107,6	50,5	59,5	221,8	103	165,3	1493,8
1982	135,6	247,4	340,8	176,5	106,3	139,4	60,5	90,7	45,4	174	211,2	111,7	1839,5
1984	252,2	178	247,9	131,2	86,4	134,6	124,3	295,8	130,7	76,3	177,8	110	1945,2
1985	130,9	211,7	169,4	153,6	27,7	41,2	38,4	12,4	110	131,6	73	73,6	1173,5
1987	142,3	283,6	97,9	174	216,4	185,7	107,4	82,8	99,1	191	67,4	101,6	1749,2
1988	167,6	91,2	51,1	100,6	174,3	70,8	14	7,6	133,2	119	60,3	48,4	1038,1
1989	474,3	169	162,9	138,9	102	64,3	118,1	58,8	186,3	60,6	79	227,1	1841,3
1990	301,7	165,6	255,7	120,7	83,1	114,7	210,1	168,6	138,1	235,5	142,1	128	2063,9
1991	179,2	67,1	129,4	49,3	58,4	130,5	21,3	153,4	101,2	192,2	213,4	149,4	1444,8
1992	106,8	137,3	207,2	60,3	438,9	95,6	150,6	123,1	72	56,1	121,7	52,2	1621,8
1993	189,5	220,6	148,4	109,5	104,3	75,5	102,6	10	262	106,2	50,6	196,2	1575,4
1994	112,9	283,1	243,2	133,1	218,6	93,1	165,9	14,6	28,9	123,2	115,5	182,8	1714,9
1995	410,4	169,4	126,1	46,8	3,7	102,2	124,4	39,4	150	112,4	74,6	300,7	1660,1
1996	227,5	241,6	285,4	76,5	16,7	204	94,4	64,6	181,3	115,1	68,4	117,2	1692,7
1997	312,1	177,8	25,2	112,7	77,4	127,8	89,8	92,7	105	274,1	287	162,6	1844,2
1998	427,4	239,4	240,8	222,8	35,1	60,8	105,6	261,2	260,1	217,2	139,9	121,1	2331,4
1999	500,5	222,4	171,2	115,2	50,9	74,2	195,6	11,6	117,7	216,9	188,8	65,5	1930,5
2000	242,5	321,5	138,6	34,5	30,7	102,8	38,2	53,1	135,6	142,9	97	154	1491,4
2001	214,7	213,7	136,4	136,3	231	116	117,9	49,6	217	244,6	123,2	128,3	1928,7
2002	168,9	158,7	159,4	227,4	77,1	50,9	26	43,8	162,8	143,1	127,6	215,8	1561,5
2003	93,1	82,1	199	32,8	43,8	91,2	38,6	11,7	97,9	131,2	297,4	236,6	1355,4
2004	238,8	90,8	149,5	116,1	102,1	87,9	164,5	41,3	59	156,5	119,1	182,8	1508,4
2005	303,8	41,6	140,6	192,3	180,1	94	156,5	197	398,5	172,4	100,6	91,4	2068,8
2006	146,6	192,1	96,9	57,5	28,5	39,7	75,2	63,5	91	164,9	255,8	197,1	1408,8
2007	152,1	234,8	199,5	78,8	225,6	25,3	134,4	56,4	170,7	186,1	194,3	182,9	1840,9
2008	215,7	257,7	160,4	202,3	60,4	83,1	41,9	99,2	112	275,3	725,1	241,3	2474,4
Média	231,64	188,51	173,65	118,80	108,60	94,13	100,92	82,82	139,42	163,08	162,07	151,68	1715,3
Máx	500,50	321,50	340,80	227,40	438,90	204,00	210,10	295,80	398,50	275,30	725,10	300,70	
Min	93,10	41,60	25,20	32,80	3,70	25,30	14,00	7,60	28,90	56,10	50,60	48,40	

Dados estação Gov. Celso Ramos - ANA

Ano/Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Anual (mm)
1981	134,40	163,60	64,80	78,80	71,60	58,30	115,50	22,00	50,60	222,40	108,60	131,40	1222,00
1982	88,60	207,80	439,20	117,80	101,80	108,00	49,60	59,20	27,00	211,40	220,00	57,00	1687,40
1983	340,80	218,20	205,80	131,00	325,60	130,00	422,60	103,40	205,70	52,80	285,70	346,40	2768,00
1984	81,60	25,00	122,20	92,60	44,60	66,40	128,40	375,60	138,00	46,00	430,40	43,00	1593,80
1985	64,60	102,50	216,00	177,80	13,40	8,00	61,90	11,80	56,10	58,00	102,10	32,70	904,90
1986	93,80	107,60	33,80	95,00	20,40	20,60	58,20	12,80	66,20	68,70	42,60	29,80	649,50
1987	39,60	89,50	31,10	62,70	100,70	86,40	28,80	4,80	38,60	121,80	9,60	28,40	642,00
1989	196,40	55,20	32,90	63,80	108,80	18,40	33,80	48,40	124,20	26,60	30,60	114,40	853,50
1990	93,40	45,40	34,20	20,00	17,60	23,20	46,40	45,60	35,20	70,60	86,40	26,20	544,20
1991	78,80	34,60	69,80	23,60	19,40	59,00	0,00	71,00	26,20	69,20	231,40	36,20	719,20
1992	57,20	51,00	26,00	14,00	79,80	52,40	61,80	31,80	8,80	24,20	57,00	44,40	508,40
1994	36,20	80,70	83,20	36,40	130,20	7,00	62,50	13,10	18,20	119,90	48,60	179,60	815,60
1995	478,10	202,90	101,30	32,60	3,50	111,70	132,80	90,10	144,60	176,60	85,90	364,80	1924,90
1996	246,80	288,90	288,40	125,70	117,60	161,20	123,30	152,50	244,10	141,60	59,60	154,00	2103,70
1999	298,80	184,70	196,20	166,30	77,80	96,20	175,70	23,70	117,30	172,20	286,70	176,40	1972,00
2000	195,60	376,30	195,60	47,00	28,70	103,20	49,80	61,60	169,60	212,60	91,40	132,90	1664,30
2001	331,80	176,00	212,40	149,70	306,80	88,60	86,00	132,00	196,30	338,00	238,00	194,20	2449,80
2002	210,70	261,50	79,90	277,90	103,00	64,90	101,30	128,70	113,00	211,30	172,40	223,60	1948,20
2003	77,70	96,80	222,90	77,90	34,80	68,90	44,90	11,20	73,60	115,80	195,00	370,70	1390,20
2004	287,50	125,50	284,70	312,50	101,90	79,90	152,70	43,00	98,50	182,60	219,80	217,60	2106,20
2006	224,10	129,80	122,40	68,70	37,30	45,30	50,60	68,80	65,10	180,00	253,30	234,60	1480,00
Média	174,12	143,98	145,85	103,42	87,87	69,41	94,60	71,96	96,04	134,40	155,00	149,44	1426,09
Máx	478,10	376,30	439,20	312,50	325,60	161,20	422,60	375,60	244,10	338,00	430,40	370,70	
Min	36,20	25,00	26,00	14,00	3,50	7,00	0,00	4,80	8,80	24,20	9,60	26,20	

APÊNDICES