

DIOGO BARNETCHE

**HIDROLOGIA DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA DO RIO
INFERNINHO, BIGUAÇU – SC.**

**Florianópolis
2006**

**Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Filosofia e Ciências Humanas
Departamento de Geociências
Programa de Pós-Graduação em Geografia**

DIOGO BARNETCHE

**HIDROLOGIA DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA DO RIO INFERNINHO,
BIGUAÇU – SC.**

Orientadora: Dra. Gerusa Maria Duarte

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Área de Concentração: Utilização e Conservação de Recursos Naturais

Linha de Pesquisa: Recursos Hídricos

Florianópolis/SC, Julho de 2006.

**Hidrologia das águas superficiais da bacia do Rio Inferninho, Biguaçu –
SC.**

Diogo Barnetche

Dissertação submetida ao Curso de Mestrado em Geografia, área de concentração Utilização e Conservação dos Recursos Naturais, do Programa de Pós-Graduação em Geografia do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina, em cumprimento aos requisitos necessários à obtenção do grau acadêmico de **Mestre em Geografia**.

Coordenador: _____

Prof. Dr. Carlos José Espíndola

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM: 25/08/2006

Dra. Geresa Maria Duarte (Presidente e Orientadora-GCN/UFSC)

Dr. Masato Kobiyama (Membro-ENS-UFSC)

Dr. Luis Alberto Basso (Membro-UFRGS)

Florianópolis - 2006.

Dedico esta pesquisa à Simone,
minha querida companheira, e aos
nossos filhos que ainda estão por vir.
Que tenhamos água boa por longa
data nesse mundo.

AGRADECIMENTOS

Sou grato a Deus por esta oportunidade de viver, tendo saúde e condição de crescer, estudar, conhecer.

À minha companheira Simone Daniella Moretti, pelo carinho e apoio dado ao longo de toda nossa convivência.

Aos meus pais José Antônio Barnetche e Maria de Lourdes Barnetche pela participação e incentivo nesta jornada e ao meu irmão Marcus Barnetche que mesmo à distância trouxe alegria ao meu viver.

À Profa. Dra. Gerusa Maria Duarte, que se dispôs a orientar esta pesquisa, e contribuiu diretamente na sua realização.

Ao Prof. Dr. Masato Kobiyama e ao Bolsista do Laboratório de Hidrologia Pedro Luiz Borges Chaffe pela disposição e orientação no trabalho com a modelagem, instrumento importante nesse estudo.

Ao Mestre José Gabriel da Costa, pelo apoio, força e orientações ao longo do caminho.

Aos operadores dos pluviômetros e suas famílias, que realizaram tarefa importante nesta pesquisa, e alegraram os trabalhos de campo.

Aos professores e alunos do Programa de Pós Graduação em Geografia que contribuíram, seja de modo direto na pesquisa, seja pela amizade e convívio.

À CAPES que concedeu uma bolsa de estudos pelo período de 1 ano, recurso imprescindível na realização deste curso de mestrado.

Aos professores do Centro Federal de Educação Tecnológica, em especial ao Dr. Cavalheiro, Dra. Bertília e Dra. Angélica, e principalmente aos alunos do curso técnico em meio ambiente e ao técnico laboratorista Faccio que cooperaram com esta pesquisa nas coletas e análises das amostras de água.

Ao Dr. Walter Seiffert por ceder os dados e informações de sua pesquisa.

Aos inúmeros amigos que conviveram e participaram dessa dissertação, seja acompanhando relatos, indo a campo trabalhar e mesmo aos que só foram banhar-se nas águas do rio.

A todos que de alguma forma contribuíram com esta realização.

RESUMO

Este trabalho trata de um estudo de hidrologia de águas superficiais na Bacia do Rio Inferninho. Esta bacia situa-se no Município de Biguaçu, na Grande Florianópolis e deságua diretamente no Atlântico entre aquelas do Rio Tijucas e do Rio Biguaçu. A pesquisa utilizou dados de campo: pluviométricos, registrados diariamente no ano de 2005 através de três pluviômetros instalados especificamente para esta pesquisa; fluviométricos registrados através de micromolinete e medidas do nível da água, obtendo assim dados de vazão para uma avaliação da quantidade de água do manancial ao longo do ano de 2005; de qualidade das águas: para o que foram coletadas amostras de água, analisadas junto ao laboratório de análises do CEFET-SC, em regime cooperativo com o Curso Técnico em Meio Ambiente. Além desses, utilizaram-se os dados das estações pluviométricas de Antônio Carlos, Major Gercino, Nova Trento e Governador Celso Ramos. No tratamento dos dados foram utilizadas metodologias de análise de consistência em relação aos registros pluviométricos, aplicação de modelagem computacional através do HCYMODEL, de modo a preencher as falhas no monitoramento de vazão, utilizando-se da correlação entre chuva e vazão verificada. Considerando os resultados oferecidos pelo modelo, observa-se que o mesmo se mostrou adequado para o tipo de análise, oferecendo um bom ajuste. Para respostas mais conclusivas em relação ao aproveitamento da água do Rio Inferninho, uma coleta de dados mais longa se faz necessária, de modo a obter uma melhor quantificação dos recursos hídricos. Porém, considerando os dados e informações obtidos nesta pesquisa, de que o Rio Inferninho em 2005 apresentou uma vazão média na seção transversal definida de 1.797,4 l/s, é possível afirmar que a bacia apresenta características que favorecem o aproveitamento da água, que poderá servir à população no sentido do abastecimento público em um futuro breve. Os municípios de Tijucas, Governador Celso Ramos e Biguaçu seriam os principais credenciados a receber água oriunda do Rio Inferninho, pela relativa proximidade com o manancial.

Palavras-Chaves: Hidrologia, Rio Inferninho, Hycymodel, vazão, abastecimento.

ABSTRACT

WATER SURFACE HYDROLOGY IN THE INFERNINHO RIVER BASIN

This work is a study on the superficial hydrology of the waters of the Inferninho River Basin. This basin is on the Biguaçu municipality, near by Florianópolis city, and drains directly into the Atlantic between the Tijucas and Biguacu rivers. The research utilized to collect field data from: pluviometric, registered daily in the year of 2005 through three pluviometers installed specifically for this research; fluviometrics through current meter and measures from the water level in order to obtain outflow data for an evaluation of water quantity throughout the year 2005; water quality: water samples were collected and taken to the laboratory of analysis of CEFET-SC, through a school cooperation with the Environmental Technical Course. Besides these, data from the pluviometric stations of Antônio Carlos, Major Gercino, Nova Trento and Governador Celso Ramos was used. For data treating, methodologies of consistency analysis in relation to pluviometric registers were used. The Hycymodel computer modeling program was used in order to fulfill possible errors on water flow monitoring, using the correlation between rain and verified water flow. Considering the results offered by the model, it was observed that it showed itself to be adequate for the type of analysis, offering then good adjustment. For more conclusive answers in regards to the better use of the waters of the Inferninho River, a longer data collection is necessary in order to obtain better quantification of the available water resources. However, considering the data and the information gathered in this research, that the Inferninho River in 2005 showed an average water flow in the cross section defined in 1.797,41/s, it is possible to affirm that the basin presents characteristics that favors water use and that it may serve the urban population in a near future. The municipalities of Tijucas, Governador Celso Ramos e Biguaçu could benefit the water coming from the Inferninho River due to their proximity.

Key-words: Hydrology, Inferninho River, Hycymodel, water flow, water supply.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 01 – IDHE – Estado de Santa Catarina	8
FIGURA 02 – O Ciclo Hidrológico	11
FIGURA 03 – Efeito da forma no escoamento em bacias hidrográficas	13
FIGURA 04 – a) Distribuição estações pluviométricas; b) Isoietas resultantes	16
FIGURA 05 – Resultados típicos obtidos pela técnica da Dupla Massa	17
FIGURA 06 – Hidrograma X Hietograma.....	20
FIGURA 07 – Discretização de bacias hidrográficas.....	30
FIGURA 08 – Fluxograma do modelo HYCYMODEL	31
FIGURA 09 – Foto pluviômetro.....	34
FIGURA 10 – Leito sobre rocha sã.....	36
FIGURA 11 – Micromolinete Gurley D622 Price Meter	37
FIGURA 12 – Delimitação do perfil transversal no leito normal.....	39
FIGURA 13 – Perfil Transversal.....	39
FIGURA 14 – Perfil Transversal do Leito Normal (menor)	40
FIGURA 15 – Linha de falha SW – NE	54
FIGURA 16 – MDT – Alta Bacia.....	57
FIGURA 17 – a) Toras de Pinus; b) Pastagem em colinas na alta bacia	63
FIGURA 18 – Centros de Ação	68
FIGURA 19 – Totais Pluviométricos na Bacia do Rio Inferninho Jun/93 - Out/94	70
FIGURA 20 – Chuva Mensal - Estações Adjacentes: 1977 – 2000 e 2005	71
FIGURA 21 – Chuva Anual nas Estações Adjacentes: 1977 – 2000 e 2005.....	71
FIGURA 22 – Correlações entre os registros de P1 e P3 com P2	73
FIGURA 23 – Isoietas na Bacia do Rio Inferninho em 2005.....	74
FIGURA 24 – Precipitação calculada (técnica das Isoietas) e dados de campo	75
FIGURA 25 – Técnica da Dupla-Massa em P1 e P3 X Estações Adjacentes.....	76
FIGURA 26 – Totais mensais - Estações Adjacentes* e Alta Bacia em 2005.....	78
FIGURA 27 – Curva Chave – Seção Transversal (n=23).....	78
FIGURA 28 – Hietograma X Hidrograma - 06 e 07 de Novembro/05	80
FIGURA 29 – Análise de regressão - Vazões medidas e calculadas (n=38).....	81
FIGURA 30 – Precipitação e Vazão diária em 2005 - HYCYMODEL	82
FIGURA 31 – Regime sugerido do Rio Inferninho - 2005.....	84
FIGURA 32 – Curva de permanência de vazões para 2005.....	85
FIGURA 33 – Dupla massa evaporação e precipitação – São José e Amâncio.....	86
FIGURA 34 – Resultados das análises de água - Parâmetros Físicos	87
FIGURA 35 – Resultados das análises de água - Parâmetros Químicos	88
FIGURA 36 – Resultados das análises de água - Parâmetros Biológicos e Bacteriológicos.....	89

LISTA DE MAPAS

MAPA 01 – Localização da Bacia do Rio Inferninho.....	02
MAPA 02 – Planialtimetria e Hidrografia da Bacia do Rio Inferninho, Biguaçu, SC..	50
MAPA 03 – Geologia da Bacia do Rio Inferninho, Biguaçu, SC.....	52
MAPA 04 – Geomorfologia da Bacia do Rio Inferninho, Biguaçu, SC.....	55
MAPA 05 – Declividades na Bacia do Rio Inferninho, Biguaçu, SC.....	56
MAPA 06 – Solos da Bacia do Rio Inferninho, Biguaçu, SC.....	60
MAPA 07 – Vegetação da Bacia do Rio Inferninho, Biguaçu, SC.....	61
MAPA 08 – Uso do Solo na Bacia do Rio Inferninho, Biguaçu, SC.....	65

LISTA DE QUADROS

QUADRO 01 – Tipos de Relevo em função da Declividade	15
QUADRO 02 – Estações meteorológicas adjacentes.....	33
QUADRO 03 – Velocidade média em função da profundidade das verticais	38
QUADRO 04 – Técnicas Laboratoriais.....	44
QUADRO 05 – Estudos Realizados na Bacia do Rio Inferninho	49
QUADRO 06 - Características físico-hidrográficas da Bacia do Rio Inferninho.....	51
QUADRO 07 – Atualização da Classificação de Solos.....	58
QUADRO 08 – Medidas de Vazão.....	79
QUADRO 09 – Precipitação em P1 e dados calculados pelo HYCYMODEL	82
QUADRO 10 – Capacidade de Abastecimento na Seção Transversal.....	86
QUADRO 11– Elementos e compostos químicos tóxicos em E4, E5 e E6.....	90

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
1. A ÁGUA COMO RECURSO FUNDAMENTAL À VIDA.....	4
1.1. A CONDIÇÃO DE SANTA CATARINA.....	7
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	9
2.1. ANÁLISE HIDROLÓGICA.....	9
2.1.1. <i>Características Físicas de Bacias Hidrográficas</i>	12
2.1.2. <i>Precipitação</i>	15
2.1.3. <i>Vazão</i>	18
2.1.4. <i>Evapotranspiração</i>	23
2.1.5. <i>Qualidade da Água</i>	26
2.2 REGIONALIZAÇÃO DE DADOS	27
2.3 MODELAGEM HIDROLÓGICA.....	28
2.3.1 <i>HYCYMODEL</i>	30
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	32
3.1. AQUISIÇÃO DE DADOS.....	32
3.1.1. <i>Dados Bibliográficos e Institucionais:</i>	32
3.1.2. <i>Dados de Campo</i>	33
3.1.2.1. <i>Precipitação</i>	33
3.1.2.2. <i>Vazão</i>	36
3.1.2.3. <i>Temperatura e Evaporação</i>	41
3.1.2.4. <i>Qualidade da Água</i>	42
3.2. TRATAMENTO, ANÁLISE E APRESENTAÇÃO DOS DADOS:	44
3.2.1. <i>Precipitação</i>	45
3.2.2. <i>Vazão</i>	46
3.2.3. <i>Evapotranspiração</i>	47
3.2.4. <i>Qualidade da água</i>	47
4. A BACIA DO RIO INFERNINHO	48
4.1. O REGIME PLUVIOMÉTRICO NA BACIA DO RIO INFERNINHO.....	67
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
5.1 Precipitação.....	70

5.2 Vazão.....	78
5.3 Qualidade da água	87
6. CONSIDERAÇÕES.....	91
REFERÊNCIAS.....	96
ANEXOS	103

INTRODUÇÃO

A Bacia do Rio Inferninho, situada em sua maior parte no município de Biguaçu - SC, na área da Grande Florianópolis, apresenta uma série de características favoráveis ao uso de suas águas para abastecimento público.

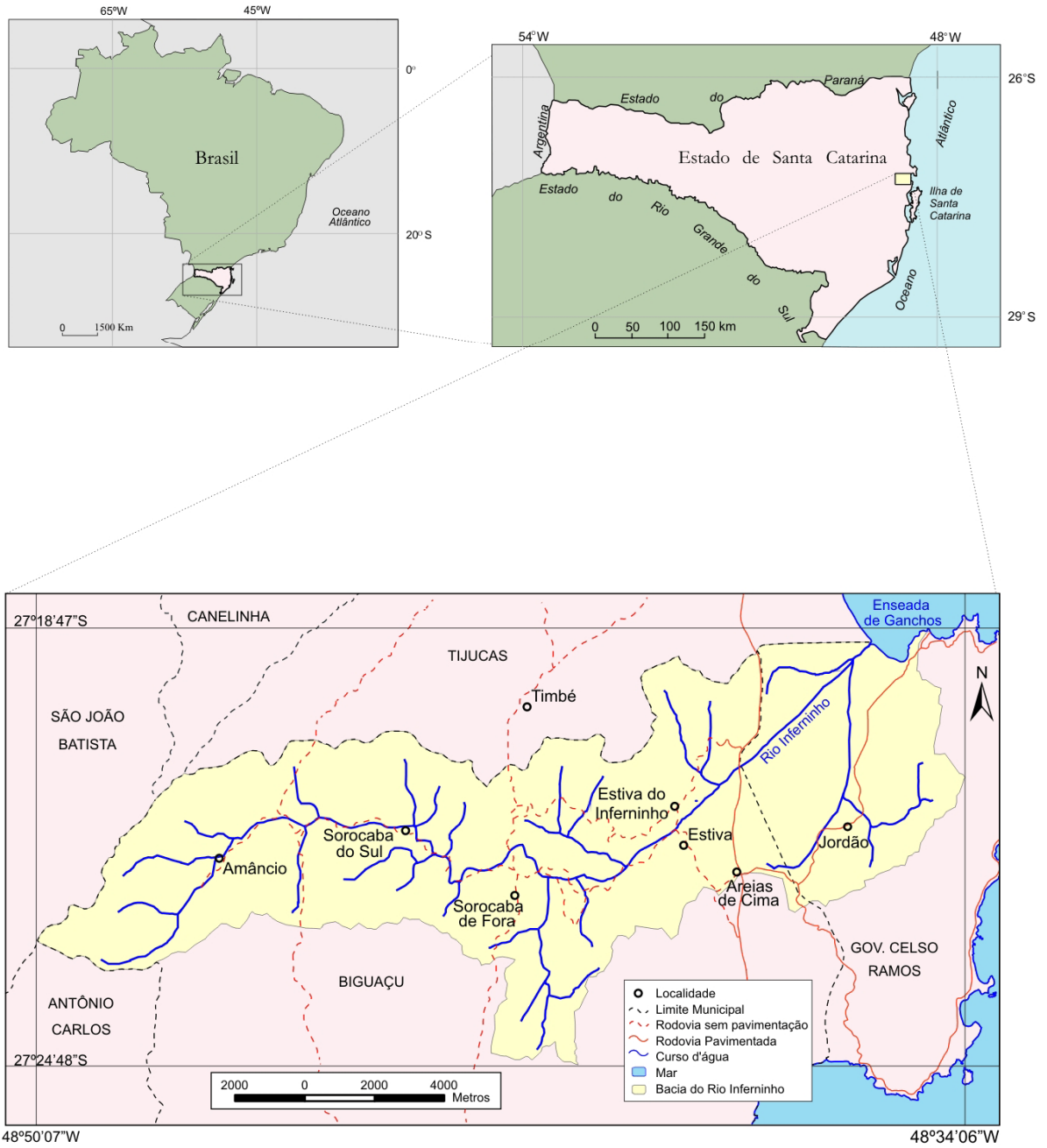
A área de estudo, a Bacia do Rio Inferninho, situa-se entre as coordenadas 27° 18' 47" e 27° 24' 48"S e, 48° 34' 06" e 48° 50' 07"W (SANTA CATARINA, 1986), como pode ser verificado no Mapa 01.

A Bacia do Rio Inferninho, pertencente à vertente atlântica em Santa Catarina, se alinha paralelamente a outras maiores como as dos rios Biguaçu e Tijucas e outras menores, na parte central da zona costeira deste estado. Esta bacia caracteriza-se por elevações de rochas ígneas e metamórficas que não configuram aquíferos. Porém, são um meio fraturado com águas que dão origem a rios. E no seu trecho costeiro há também áreas planas constituídas depósitos sedimentares de várias origens e ambientes que podem estar constituindo aquíferos. Entretanto os rios são corpos d'água de múltiplos usos. Suas águas refletem tanto o substrato como o clima da área e podem ser facilmente degradadas, mas também facilmente captadas.

Conforme os fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, instituídos na Lei 9.433 de 08 de Janeiro de 1997, a água é um bem de domínio público, é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico e que em casos de escassez, o uso prioritário é o consumo humano e a dessedentação de animais. Quanto aos objetivos, a Política Nacional de Recursos Hídricos estabelece que deve-se "assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade da água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos".

Deste modo, há que se estabelecer a gestão das águas, atendendo as prioridades existentes e os usos múltiplos, entre outros. Para tanto, a gestão desse recurso deve se embasar em conhecimentos hidrológicos, ou seja, o conhecimento da quantidade e qualidade da água, para qualquer trabalho de outorga.

MAPA 01 LOCALIZAÇÃO DA BACIA DO RIO INFERNINHO



FONTES: Mapa do Estado de Santa Catarina: Atlas de Santa Catarina, 1986.
 IBGE, Cartas: São João Batista Folha SG 22-Z-D-II, 1978. Escala 1: 50 000.
 Biguaçu Folha SG 22-Z-D-III, 1978. Escala 1: 50 000.

Esta outorga é um dos instrumentos da política nacional de recursos hídricos, que trata da concessão do direito de uso da água, que conforme explicado, é um bem de domínio público.

A Bacia do Rio Inferninho já foi palco de diversos trabalhos científicos, que contribuem para o conhecimento desta área, tanto de suas características ambientais quanto sociais. Nesta pesquisa trata-se mais diretamente das questões relativas aos recursos hídricos, quantidade e qualidade da água. Com foco nas necessidades futuras, que já estão sendo visualizadas crescentes tanto pelo crescimento populacional na zona costeira como pela necessidade de planejamento de reservas nesta faixa sem importantes aquíferos, propõe-se os seguintes objetivos:

a) Geral

Realizar um estudo de hidrologia das águas superficiais do Rio Inferninho focado na disponibilidade quantitativa de água e verificar as atuais modalidades de uso do solo na bacia e suas conseqüências à qualidade da água do rio e ao meio ambiente.

b) Específicos

- Identificar o regime do Rio Inferninho.
- Identificar o balanço hídrico da bacia na área a montante da seção transversal de estudo
- Determinar as atuais modalidades de uso do solo e dos recursos hídricos da bacia e suas conseqüências à qualidade da água e ao meio ambiente.

1. A ÁGUA COMO RECURSO FUNDAMENTAL À VIDA

A situação dos recursos hídricos em escala mundial aponta para a necessidade de uma maior reflexão em relação ao precioso recurso natural, a água. Observando a necessidade e de certa forma convidando à primeira revolução do Séc. XXI, se é que haverá, Petrella (2001, p. 24) expõe o significado básico da dita “revolução da água”, que é “o direito à vida para todos”, objetivando uma mudança de concepção em relação a este recurso vital. Outra premissa da revolução da água indica a promoção e a consolidação do direito de cada indivíduo, no sentido do acesso permanente à vida, expondo o caráter de sustentabilidade que deve compor o desenvolvimento das ações de distribuição dos recursos hídricos.

Petrella (2001, p. 25) indica ainda, que “...é preciso ‘começar do começo’, reconhecendo a água como um patrimônio comum da humanidade, como uma fonte de vida, um recurso fundamental ao desenvolvimento sustentável do ecossistema Terra.”

Afirmações como a de Barlow e Clarke (2003, p. 67) de que “não há em nenhuma parte da Terra um lugar para escapar da crise de água global” alertam para as dimensões da questão da crise de água no mundo. Estes autores exemplificam o problema com dados do Conselho de Defesa dos Recursos Naturais dos Estados Unidos, país desenvolvido, rico financeiramente, mas que “possui quase a quinta parte de sua população consumindo água contaminada com chumbo, bactérias fecais ou outros poluentes sérios”.

Conforme Irigaray (2003, p. 01), “já se contabilizam milhões de pessoas sem acesso à água de qualidade e aos serviços de saneamento em todo o mundo”. O autor salienta ainda que os países ditos “em desenvolvimento” são os que concentram a maior parte dos problemas de saúde relacionados à falta de água tratada, atingindo principalmente crianças.

Em uma explicação simplificada, Petrella (2002, p. 52) aponta como responsáveis pela crise de água: “a distribuição desigual, o desperdício e o mau

gerenciamento, a poluição e a contaminação dos recursos, e o crescimento populacional, especialmente nos países de terceiro mundo”.

Neste momento cabe pensar no âmbito nacional. O Brasil possui uma das maiores redes hídricas do mundo, com extensos rios e reservas subterrâneas consideráveis, mas que não necessariamente atendem a toda a população brasileira. Segundo Rebouças *et al.* (1999) encontram-se 13% de toda a água doce disponível no planeta, porém a distribuição dos recursos não é homogênea. A região Norte acumula 78% dos recursos, porém a concentração populacional apresenta-se maior nas regiões Sudeste e Sul. O autor indica que a condição de distribuição por habitante/ano em Santa Catarina, por exemplo, atinge 12.653 m³/hab/ano, o que pode ser interpretado como um quadro “confortável” quanto à questão da quantidade de água. Vale lembrar que esta quantidade por habitante representa a disponibilidade de água para todo e qualquer uso, e não considera a qualidade da água.

No quadro brasileiro de recursos hídricos é possível verificar diretamente os apontamentos de Petrella (2002), na distribuição desigual e no crescimento populacional. A cultura da abundância de recursos aliada ao desenvolvimento industrial e à concentração populacional indicam a correspondência com os outros fatores responsáveis pela crise, como o desperdício, a poluição e a contaminação dos recursos hídricos.

Preliminarmente é possível entender que o Brasil só não está numa crise mais intensa relativa aos recursos hídricos, por que a disponibilidade quantitativa ainda sustenta as condições atuais de uso da água. Porém, observa-se que em áreas com disponibilidade quantitativa relativamente menor a população encontra dificuldades, tal qual nas áreas com boa quantidade de água, porque a qualidade da água encontra-se prejudicada devido à poluição, ou seja, alterações nas propriedades físicas, químicas ou biológicas, e à contaminação, ou a introdução de organismos patogênicos, substâncias tóxicas e até radioativas nos mananciais. Nestas áreas de mananciais degradados, o uso da água possui sérias restrições, impondo riscos à saúde humana e por vezes incorrendo em prejuízos graves aos usuários e consumidores.

Irigaray (2003) afirma que o Brasil possui uma condição privilegiada quanto à disponibilidade de água doce, mas que a despeito desse privilégio natural, enfrenta sérios problemas de escassez, seja porque a distribuição dessa água é desigual no espaço, ou ainda devido à negligência quanto ao gerenciamento desse patrimônio natural.

Petrella (2001, p. 55-56) indica os principais fatores que causam a poluição da água, dos quais se destacam os seguintes:

- uso maciço de produtos químicos;
- incapacidade de tratar os resíduos domésticos e industriais, a maior parte sendo lançada diretamente nos rios;
- falta de sistemas de esgoto para metade da população mundial (aproximadamente 3 bilhões de pessoas);
- degradação do solo devido ao desflorestamento, à desertificação, entre outros;

Para Lanna (1997, p. 727), os recursos hídricos são "...bens de relevante valor para a promoção do bem-estar de uma sociedade" e afirma ainda que "a água é bem de consumo final ou intermediário na quase totalidade das atividades humanas."

Benetti e Bidone (1997, p. 853) apontam o uso doméstico da água como o "mais nobre em todas as atividades do homem: manutenção da vida (água para beber), higiene pessoal e das habitações, entre outras".

Conforme indica a Agência Nacional de Águas - ANA (2003), o consumo per capita no meio urbano para cidades dos Estados da Região Sul do Brasil, que tenham um contingente populacional de até 10.000 habitantes, é em média de 200 litros por habitante, por dia (l/hab/dia), sendo em média de 230 l/hab/dia, em cidades de 10.000 a 100.000 habitantes e aumentando para 265 l/hab/dia em cidades entre 100.000 e 500.000 habitantes e ainda de 310 l/hab/dia para cidades com mais de 500.000 habitantes.

1.1. A CONDIÇÃO DE SANTA CATARINA

No Estado de Santa Catarina é possível observar problemas como os apontados por Petrella (2001). Em áreas fortemente poluídas por dejetos de suínos no Oeste e no Sul, resíduos da mineração de carvão no Sul, e de um modo geral, falta de saneamento básico nas bacias urbanas e rurais por falta de coleta e tratamento de esgoto ou mesmo pela deficiente rede de distribuição de água tratada. Ocorrem problemas ainda pelo uso de agrotóxicos e pesticidas, comuns no âmbito rural. Na faixa litorânea os problemas são os relacionados a uma maior concentração da população e por conseqüência da demanda de água (SDM 1997).

Rodrigues e Monteiro (2006), afirmam que “estudos de variabilidade climática, realizados em nível global, indicam uma tendência para a ocorrência de condições extremas de tempo, resultando em episódios de estiagem intercalados com episódios de chuva intensa.” Observam-se os efeitos desta variabilidade em Santa Catarina, através do grande número de municípios que tiveram ou têm decretada situação de emergência em virtude das estiagens que ocorrem principalmente no meio-oeste e oeste do Estado, mas que atingem também os municípios mais próximos ao litoral. Os autores apresentam ainda as ocorrências de estiagens prolongadas a partir do ano 2000 em Santa Catarina conforme segue:

agosto de 2001 a abril de 2002; abril a agosto de 2003 ; verão 2004; verão 2005 e verão e outono de 2006.

Avaliando os índices de demanda hídrica em estiagem (IDHE), a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente de Santa Catarina - SDM (1997) estabeleceu um quadro básico para o Estado de Santa Catarina, conforme a Fig. 01. O IDHE consiste da relação entre a disponibilidade hídrica em estiagem (m^3/s), tendo como referência a vazão mínima $Q_{7,10}$, e a demanda hídrica (m^3/s) na área abastecida pelo manancial avaliado, seja para uso da água em irrigação e indústria, seja para consumo humano e dessedentação de animais.

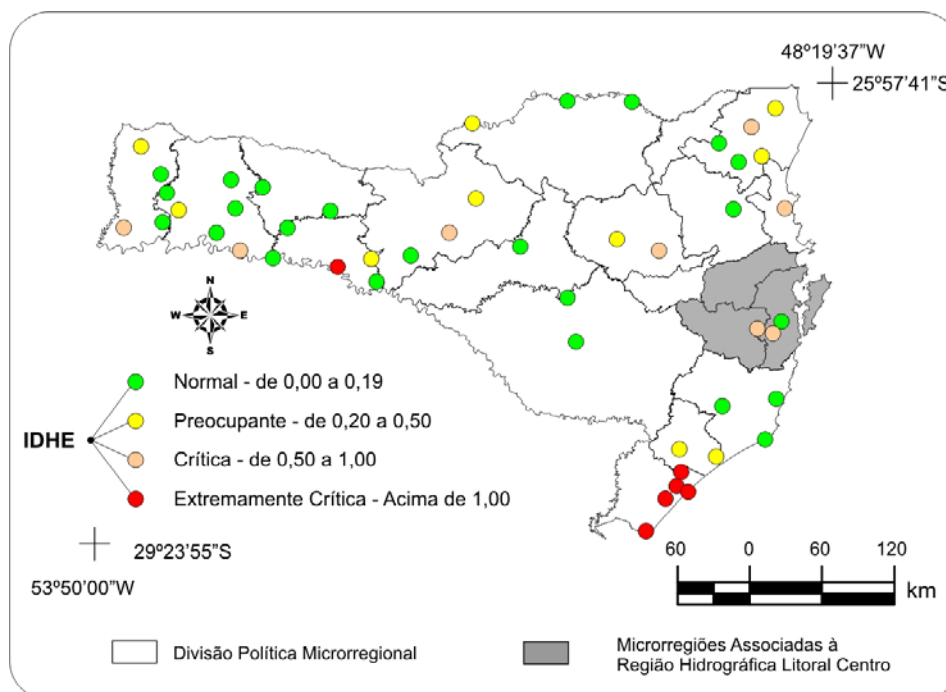


FIGURA 01 – IDHE – Estado de Santa Catarina
(Fonte: SDM 1997).

Nesta figura, a área compreendida como Região Hidrográfica Litoral-Centro, constituída pelas microrregiões de Florianópolis, Tijucas e Tabuleiro, abriga a maior densidade demográfica de Santa Catarina (ANEEL, 1999). Ao se confrontar o consumo urbano, o industrial e o de irrigação com as vazões de estiagens no manancial do Rio Vargem do Braço, a situação pode ser classificada como crítica, com mais de 90% da água em uso. Quanto à qualidade dos recursos hídricos, todos os rios desta região hidrográfica apresentam poluição, principalmente por esgoto domiciliar e hospitalar, resíduos sólidos (lixo), agrotóxicos e efluentes industriais (ANEEL, 1999; SDM, 1997).

O abastecimento de água no Estado de Santa Catarina apresenta quadros críticos quanto à disponibilidade hídrica em diversos pontos. De modo a possibilitar um melhor aproveitamento dos mananciais existentes, a ANEEL (1999) apresenta, entre outras, a recomendação de que sejam realizados estudos aprofundados nos mananciais.

Considerando que na região da Grande Florianópolis tanto o trabalho da Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL (1999) quanto o da SDM (1997) avaliam principalmente as reservas hídricas dos rios Vargem do Braço e Cubatão do

Sul, que atendem a maior parte da população e se situam na parte sul desta região, observa-se a necessidade de uma avaliação nos rios da porção norte, e mesmo rios menores.

Na cidade de Tijucas, conforme informações obtidas junto ao Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto - SAMAE-TJ, a captação que hoje atende a 27.000 pessoas, está mantendo o reservatório de 6.400m³ cheio apenas por poucas horas durante a madrugada, sendo necessária a implementação de uma nova captação, estação de tratamento, reservatório e sistema de distribuição para atender a demanda da população ali residente.

Na cidade de Biguaçu, em 2003, a estiagem demonstrou a fragilidade do sistema de abastecimento de água à época, levando o município a decretar situação de emergência. Em matéria publicada por Jeferson Lima no Jornal *A Notícia*, de Joinville, de 23/08/2003 que tem como título: "**Biguaçu decreta situação de emergência: Estiagem prolongada causa situação crítica nos bairros situados em áreas mais elevadas.**", pode-se perceber que o problema nesta área é sério. Em outro recorte desta matéria, o autor salienta: "Em algumas localidades não chega água há 2 meses".

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Inicialmente cabe estabelecer o entendimento de alguns conceitos, terminologias, técnicas e procedimentos que contribuem no desenvolvimento desta pesquisa.

2.1. ANÁLISE HIDROLÓGICA

A hidrologia pode ser caracterizada pelo estudo da água, sua ocorrência, movimento superficial e subsuperficial, suas propriedades químicas e físicas, e sua relação com os elementos vivos e materiais no ambiente (HORNBERGER *et al.*1998).

Sendo assim, importa conhecer o entendimento do ciclo hidrológico, âmbito geral da pesquisa em hidrologia. Segundo Hornberger *et al.* (1998), o ciclo hidrológico é um processo cíclico, contínuo, que liga a água na atmosfera, às águas continentais e às águas oceânicas em escala global. Conforme Bigarella *et al.* (2003, p. 885) de modo geral, o ciclo hidrológico consiste no “transporte da água evaporada do mar para a terra, sua precipitação e drenagem em direção ao oceano”.

Pode-se iniciar a descrição do ciclo hidrológico pela existência do vapor de água na atmosfera. Este vapor, em determinadas condições condensa-se, e formam-se microgotículas que uma vez agrupadas dão forma aos nevoeiros e às nuvens. Devido à dinâmica atmosférica das massas de ar ocorre a transferência da água da atmosfera para a superfície terrestre, sob forma de precipitação. No Brasil a forma mais comum de precipitação é a chuva. No trajeto em direção à superfície terrestre esta chuva está sujeita à evaporação, e em áreas cobertas com vegetação, ocorre a interceptação de parcela do total precipitado pelas folhas, galhos e caules, de onde retorna à atmosfera sob forma de evaporação. A parcela que atinge o solo, diretamente, por fluxo de tronco (*stemflow*) ou por reprecipitação a partir da vegetação, infiltra-se no solo até que a superfície deste sature de água. Quando atingida esta saturação superficial do solo, inicia-se o escoamento superficial, que é impulsionado pela gravidade. Ocorrem ainda fluxos subsuperficiais que, junto do escoamento sobre o solo alimentam os canais fluviais, configurando o escoamento superficial, que via de regra segue para os oceanos. Em qualquer tempo dentro do ciclo apresentado, pode ocorrer a evaporação e com isso o retorno à atmosfera do vapor de água, reiniciando o ciclo (SILVEIRA, 1997).

A Fig. 02 apresenta o ciclo hidrológico com os movimentos e mudanças de estado da água, apontando para alguns processos como os de interceptação pela vegetação, evapotranspiração, infiltração, escoamentos superficial e subsuperficial, também componentes do ciclo. Há que se considerar ainda a ação do homem, pois modificações no uso do solo, como a supressão da cobertura florestal de uma determinada área, alteram a dinâmica de interceptação, evapotranspiração, escoamentos superficial e subsuperficial.

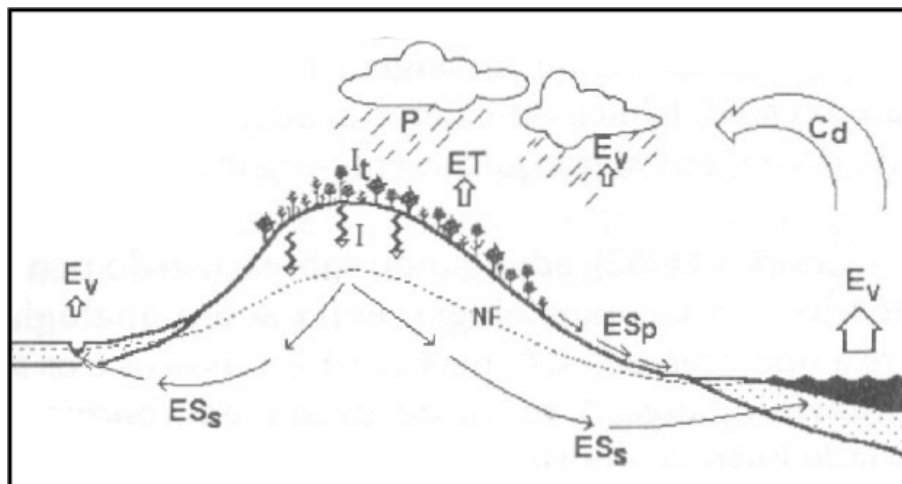


FIGURA 02 – O Ciclo Hidrológico

E_v = Evaporação (oceanos, rios e lagos); ET = Evapotranspiração (solos e plantas); C_d = Condensação do vapor e formação de nuvens; P = precipitação; I_t = Interceptação pela vegetação; I = Infiltração; ES_p = Escoamento Superficial; ES_s = Escoamento Subsuperficial ou subterrâneo; NF = Nível Freático (COELHO NETTO, 2003 p. 97).

A análise hidrológica das águas superficiais do Rio Inferninho está diretamente focada na identificação do regime do rio e do balanço hídrico para a bacia. O balanço hídrico é entendido como o resultado da entrada e da saída de água na bacia num dado período, contemplando dados de precipitação na área de captação, vazão nos canais, perdas por evapotranspiração, armazenamento, entre outros, de modo a subsidiar um melhor planejamento do uso dos recursos hídricos (WANIELISTA *et al.* 1997; HORNBERGER *et al.* 1998; VILLELA e MATTOS, 1975).

Conforme Tucci e Beltrame (1997), duas funções do estudo do balanço hídrico para uma bacia hidrográfica são: a) aprimorar o entendimento do comportamento do sistema, e; b) facilitar uma utilização racional dos recursos hídricos.

Segundo Tucci (2003 p. 120), o balanço hídrico de uma bacia hidrográfica pode ser expresso por:

$$Q_t = P_t - ET_t \quad (2.1)$$

Onde:

Q_t é a vazão de saída da bacia no tempo t .

P_t é a precipitação no tempo t .

ET_t é a evapotranspiração no tempo t .

A equação do balanço hídrico, além de um meio de interpretação de um sistema hidrológico, opera como uma das formas de estimar alguma das variáveis de interesse no sistema, comumente utilizada na obtenção de dados de evapotranspiração.

2.1.1. Características Físicas de Bacias Hidrográficas

Segundo Christofolletti (1980) a análise de bacias hidrográficas, de um modo mais sistemático, teve início com a publicação de Robert H. Horton (1945)¹, que procurou identificar e apresentar leis do desenvolvimento dos rios em suas respectivas bacias hidrográficas, sendo um pioneiro na abordagem quantitativa de análise destas bacias, abordagem esta seguida por diversos pesquisadores. Vale destacar o trabalho de Arthur N. Strahler (1957)², que sugeriu índices e parâmetros para o estudo analítico de bacias hidrográficas.

Na análise de bacias hidrográficas, uma importante, quando não a principal característica a ser observada, é a área da bacia, dada em km² ou hectares, que tem efeito direto na captação de água da precipitação, e que serve de parâmetro fundamental para a obtenção de diversos outros aspectos inerentes ao tema (SILVEIRA, 1997).

Em relação à forma da bacia, destacam-se o Índice de Circularidade, também conhecido como Índice de Gravelius ou de compacidade, e o Fator ou Índice de Forma. No primeiro, relaciona-se a área da bacia com uma circunferência de mesma área, de modo que quanto mais irregular é a forma da bacia, maior é o índice. Quanto mais circular for a bacia, mais próximo de 1 será o índice de circularidade. O Índice de Forma relaciona a forma da bacia à de um retângulo, sendo obtido pela relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia, ou seja, o comprimento de seu canal mais longo. Quanto mais alongada a bacia, menor será o índice de forma (VILLELA E MATTOS, 1975).

¹ HORTON, R. Erosional development of streams and their drainage basin: Hydrophysical approach to quantitative morphology. Geological Society of American Bulletin, New York, v.56, n.3, p.257-370 - 1945

² STRAHLER, A.N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. Transactions. American Geophysical Union, v.38, p. 913-920 - 1957.

Uma bacia com uma forma mais radial apresenta um índice de circularidade próximo à unidade e um índice de forma alto, o que implica em um aumento da susceptibilidade a enchentes, enquanto uma bacia alongada tem picos de cheia mais suaves, com menores índices de circularidade e de forma. Conforme Fig. 03.

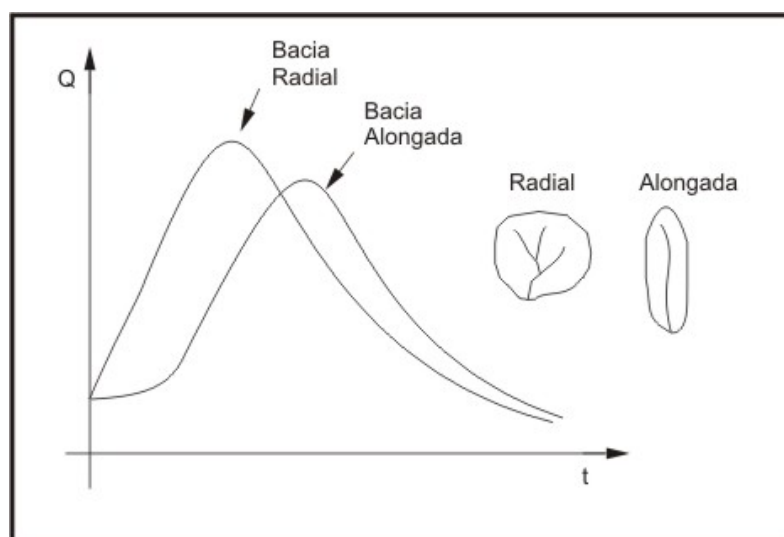


FIGURA 03 – Efeito da forma no escoamento em bacias hidrográficas
Adaptado de TUCCI (1997: 395).

Índice de Circularidade: K_c

$$K_c = 0,28 \times P / \sqrt{A} \quad (2.2)$$

Sendo, P = Perímetro e A = Área da Bacia

Índice de Forma: K_f

$$K_f = L' / L \quad (2.3)$$

Sendo L' a largura média da bacia e L o comprimento da bacia. Como L' é dado pela relação entre a área e o comprimento da bacia, ou seja:

$$L' = A / L \quad (2.4)$$

Assim,

$$K_f = A / L^2 \quad (2.5)$$

Em relação ao sistema de canais superficiais, são considerados principalmente a ordem dos cursos d'água, a densidade de canais, também

chamada de densidade da drenagem, e ainda a sinuosidade do canal. Conforme Villela e Mattos (1975 p. 15) "...a ordem do rio principal mostra a extensão da ramificação na bacia". Os autores apresentam ainda a indicação de Strahler (1957), de que dois rios de ordem n resultam em um rio de ordem $n+1$.

A densidade de canais é obtida a partir da relação entre o somatório dos comprimentos dos rios da bacia e a área desta. Villela e Mattos (1975) indicam que esta densidade representa a eficiência da drenagem superficial da bacia. Os autores afirmam ainda que pode-se considerar uma densidade de $0,5\text{km}/\text{km}^2$, uma densidade pobre, enquanto $3,5\text{km}/\text{km}^2$ ou mais, são os resultados obtidos para bacias excepcionalmente bem drenadas.

Silveira (1997) alerta que para qualquer análise fisiográfica relativa à drenagem em bacias hidrográficas, deve-se considerar a escala do mapa utilizado, e recomenda que junto dos índices apresentados sejam identificados o mapa fonte e a escala do mesmo.

A sinuosidade do canal é representada pela relação entre o comprimento total do canal principal (L_p) e a sua distância vetorial (L_t), sendo este considerado como a distância em linha reta da nascente mais alta até a foz do rio (VILLELA e MATTOS, 1975). Importa conhecer esta característica em rios, pois a velocidade do escoamento é inversamente proporcional à sinuosidade dos canais, o que pode facilitar a ocorrência de inundações das áreas próximas às margens.

Outro aspecto importante na análise de bacias hidrográficas é a declividade dos terrenos, pois a velocidade do fluxo das águas nas encostas e mesmo nos cursos d'água apresenta proporção direta com a declividade (VILLELA e MATTOS, 1975).

Diversas classificações podem ser adotadas quanto às declividades em uma área. Segundo a EMBRAPA (1999), o relevo pode ser classificado em função da declividade, conforme apresenta o quadro 01.

QUADRO 01 – Tipos de Relevo em função da Declividade

Declividade (%)	Tipo de Relevo
0 – 3	Plano
3 – 8	Suavemente Ondulado
8 – 20	Ondulado
20 – 45	Fortemente Ondulado
> 45	Montanhoso

Fonte: EMBRAPA (1999)

2.1.2. Precipitação

Considerando a precipitação na forma de chuva, Ayoade (1998: 162) indica três principais agentes formadores de precipitação, de acordo com o modo como o ar que dá origem à precipitação se eleva. Convectivo – associado com a instabilidade convectiva; Ciclônico – associado com a convergência em uma depressão atmosférica e; Orográfico – associado a áreas acidentadas ou montanhosas.

Importam no estudo da precipitação em uma dada área três grandezas características que são: a) Altura Pluviométrica, medida em pluviômetros e pluviógrafos (mm); b) Duração, período de tempo a contar do início até o final da precipitação (h ou min); c) Intensidade, relação entre a altura e a duração pluviométrica (mm/h ou mm/min) (VILLELA e MATTOS 1975).

A precipitação é registrada a partir da leitura de pluviômetros e/ou pluviógrafos, que apresentam a intensidade da precipitação em um dado ponto. Como o estudo de bacias hidrográficas compreende uma área (bacia, sub-bacia) necessita-se de técnicas que permitam distribuir espacialmente a precipitação por sobre a área de estudo.

Duas formas comumente utilizadas para verificar a altura média, ou a distribuição da precipitação em uma área, utilizando dados de diversos postos pluviométricos ou pluviográficos, são as técnicas de Thiessen e das isoietas.

A técnica das isoietas é considerada por Villela e Mattos (1975) como a mais precisa para determinar a precipitação média em uma área. Esta técnica consiste em elaborar um mapa com curvas representativas de igual precipitação (isoietas). A partir destas curvas, verificam-se as áreas compreendidas entre duas isoietas consideradas, e multiplicam-se os valores destas áreas pelo valor médio obtido, conforme a Fig. 04 e texto explicativo da equação 2.6 correspondente.

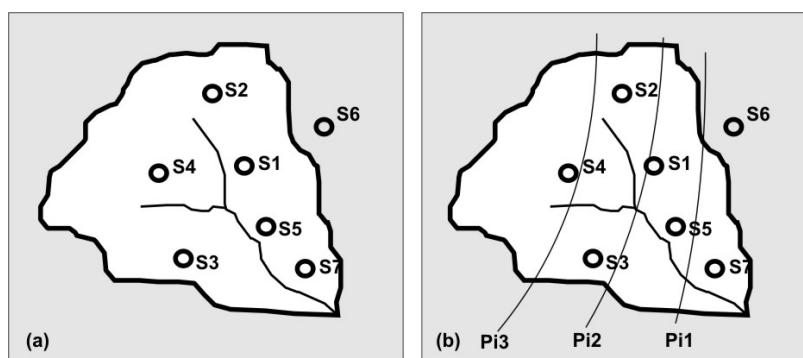


FIGURA 04 – a) Distribuição estações pluviométricas; b) Isoietas resultantes

Fonte: (Hornberger *et al*, 1998).

Segundo Hornberger *et al.* (1998), a equação que permite a determinação da precipitação pela técnica das isoietas é a seguinte:

$$P = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^I a_i p_i \quad (2.6)$$

Onde: $p_i = \frac{1}{2} (P_{i1} + P_{i2})$, a média de precipitação para cada subárea (i), sendo P_{i1} o valor de precipitação da isoietas de menor valor e P_{i2} o valor de precipitação da isoietas seguinte, de maior valor;

a_i = Área entre as isoietas consideradas;

P = Precipitação resultante do somatório das precipitações verificadas para cada subárea;

A = Área total em análise

Segundo Tucci (1997) uma técnica que se apresenta adequada à finalidade de preenchimento de falhas é a da regressão linear simples, que considera as precipitações da estação que apresenta registros com falhas e as precipitações de alguma estação vizinha, correlacionando-as. Deste modo, é possível obter as precipitações faltantes graficamente através do cruzamento dos dados

pluviométricos referentes a um mesmo período, em um gráfico cartesiano ortogonal, em que são plotados os valores correspondentes às duas estações envolvidas e em seguida traça-se uma reta que passa pelos valores médios da nuvem de pontos. Ainda através desta técnica é possível utilizar a função da reta resultante ou linha de tendência da nuvem de pontos plotados. Lanna (1997) indica esta possibilidade, sendo os valores para preenchimento de falhas obtidos a partir de uma função do tipo geral $Y = f[X]$. O autor afirma ainda que para funções lineares a equação assume a forma $Y = AX + B$, assim, se $X=0$, Y assume o valor de B .

Em uma pesquisa de hidrologia, em que se considerem os dados de precipitação, após o preenchimento das falhas torna-se necessária a análise de consistência dos dados coletados. Deste modo, Tucci (1997) indica, para fins de realização desta análise, a técnica da Dupla Massa, válida para séries mensais ou anuais, e afirma ainda que esta prática é comumente adotada no Brasil.

Esta técnica de análise consiste basicamente na construção de gráficos cartesianos de dispersão, no qual são plotados os dados da estação a consistir no eixo das ordenadas (Y) e de um outro posto confiável no eixo das abscissas (X). Do resultado deste cruzamento de dados, observa-se a reta que apresenta linha de tendência da nuvem de pontos. De acordo com a proporcionalidade entre os registros das estações pluviométricas em análise esta reta pode adotar diferentes declividades, ou mesmo apontar a impossibilidade de associação entre os postos, como apresenta a Fig. 05.

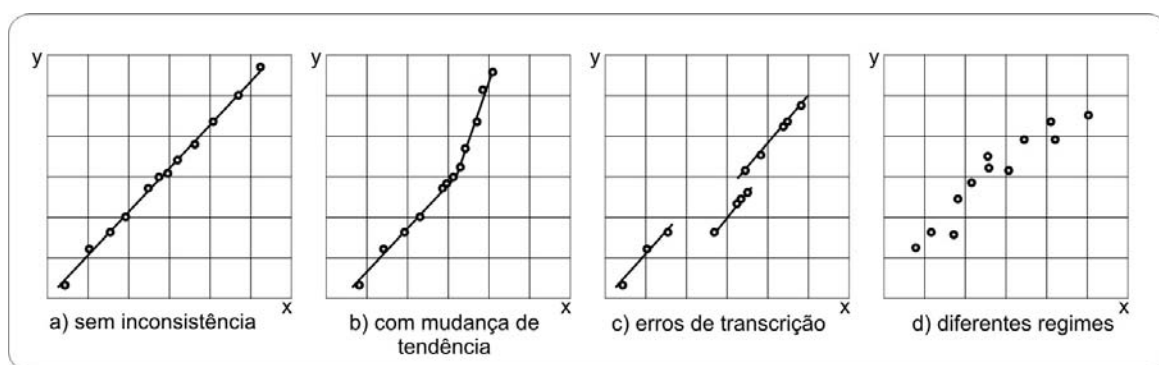


FIGURA 05 – Resultados típicos obtidos pela técnica da Dupla Massa
(Adaptado de Tucci 1997)

Para que se considere uma mudança de tendência, conforme apresentado no item b da figura 5, Tucci (1997) afirma que é necessário pelo menos 5 pontos de dados em um alinhamento diferenciado dos demais. Estas mudanças de declividade podem ser oriundas da existência de erros sistemáticos, mudanças nas condições de observação ou a existência de alguma alteração climática eventualmente provocada pela instalação de um reservatório artificial, por exemplo.

No caso de ocorrência de alinhamentos entre os pontos em retas paralelas, como no item c da figura 5, isto normalmente relaciona-se com erros de transcrição de um ou mais dados ou mesmo pela presença de extremos em uma das séries plotadas. Já uma distribuição errática dos pontos, como a do item d da figura 5, geralmente está associada à comparação de postos com diferentes regimes pluviométricos, sendo incorreta qualquer associação entre os dados dos postos analisados (TUCCI, 1997).

2.1.3. Vazão

Segundo Villela e Mattos (1975), a principal grandeza que caracteriza o escoamento superficial é a vazão (m^3/s ou l/s), ou volume escoado em um dado tempo. Os autores indicam ainda a importância de relacionar a vazão com a área da bacia, estabelecendo a vazão específica ($l/s/km^2$).

Considerando que o foco desta pesquisa é o abastecimento público de água, e considerando que este não é esporádico, mas sim, deve apresentar uma regularidade, observa-se que, para Tucci (2003, p. 122) "...a disponibilidade hídrica máxima de uma bacia é a vazão média, pois a vazão média é a maior vazão que pode ser regularizada." O autor indica ainda que alterações no uso do solo de uma bacia podem acarretar em mudanças na vazão média.

Como exemplo de tipos de mudanças que podem ocorrer em relação ao uso do solo em uma bacia, Tucci (2003) apresenta o desmatamento e o reflorestamento. As alterações podem ainda caracterizarem-se por substituições no uso do solo, como no caso de um simples desmatamento, um desmatamento seguido de urbanização ou da implementação de culturas agrícolas permanentes ou anuais na área.

Os efeitos provocados na vazão média a partir de mudanças na cobertura vegetal são retratados por Bosch e Hewlett (1982, p. 16) em uma revisão de estudos experimentais que apresentam as alterações do escoamento em função das mudanças na cobertura vegetal. Os autores indicam que a redução da cobertura vegetal aumenta a vazão média e que o crescimento da cobertura vegetal sob forma de floresta em áreas anteriormente de cobertura esparsa diminui a vazão média.

A vazão pode ser representada por uma hidrógrafa ou um hidrograma, que consistem na apresentação gráfica da vazão no tempo, com séries contínuas de vazões ou mesmo vazões geradas por eventos pluviométricos específicos. Linsley e Franzini (1978) indicam que para se obter um registro contínuo das vazões é necessário que haja uma relação entre os valores da vazão e o nível da água no rio. Os autores afirmam que em grandes cursos d'água se torna impraticável a instalação de dispositivos calibrados em laboratório (vertedouros), cabendo o uso de molinetes. O uso de molinetes ou outros aparelhos de medição de vazão permite que se estabeleça graficamente, a partir de uma série de medidas de vazão e do nível da água, uma curva que os relacione, chamada de curva-chave, na qual, cada valor de nível d'água corresponde a uma vazão. Caso a seção de medição de vazão esteja logo a montante de uma corredeira ou de qualquer outra seção de controle natural do fluxo da água, torna-se possível estabelecer uma correlação efetiva, com uma boa correspondência entre o nível d'água e a vazão, devido à estabilidade da seção transversal adotada para medição.

Chow (1964) expõe que a forma do hidrograma depende de diversos fatores, principalmente climáticos e fisiográficos. Dentre os fatores climáticos, figuram a precipitação, a interceptação e a evapotranspiração. Dentre os fisiográficos, o autor destaca as características físicas da bacia, como tamanho, forma, declividade, permeabilidade do solo, presença de lagos ou pântanos, uso e cobertura do solo, e ainda as características hidráulicas do canal.

Isolando-se os picos de cheias em hidrogramas é possível analisar importantes fenômenos em hidrologia (VILLELA e MATTOS, 1975). A representação da vazão através do hidrograma permite identificar e separar os tipos de

escoamento, como: o escoamento superficial, o subsuperficial e o subterrâneo (VESTENA, 2002).

O hidrograma e o comportamento da bacia podem ser caracterizados por alguns valores de tempo, representados no eixo das abscissas, como tempo de retardamento, tempo de pico, tempo de concentração e tempo de recessão, conforme apresenta a Fig. 06 (WANIELISTA, 1998; INPE, 2005).

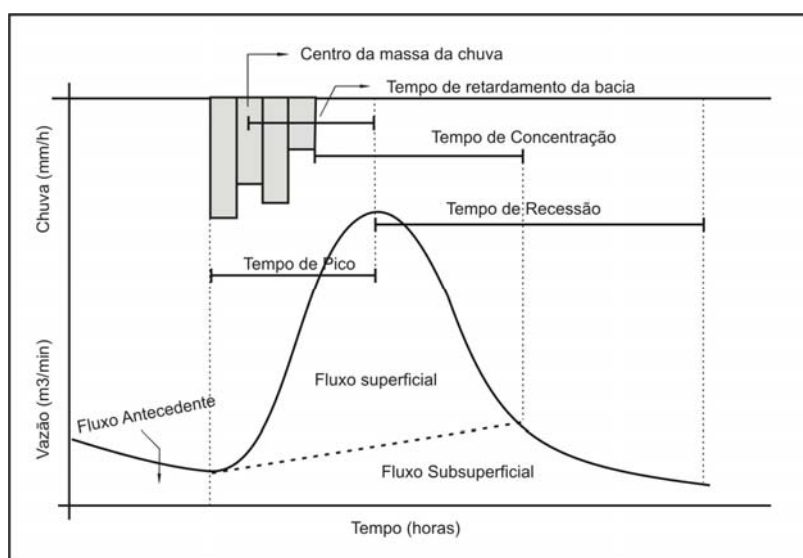


FIGURA 06 – Hidrograma X Hietograma

(Fonte: Adaptado de WANIELISTA, 1998; INPE, 2005)

Dentre as observações possíveis em um hidrograma, está o coeficiente de escoamento superficial, dado pela razão entre a vazão e a precipitação (VILLELA e MATTOS, 1975). Os autores indicam ainda a possibilidade de estimar a vazão a partir de dados pluviométricos, através de modelos matemáticos. Dentre os modelos expostos figura a Fórmula Racional, porém sua aplicação está condicionada ao conhecimento do coeficiente de deflúvio, que é dado por:

$$C = Q / iA \quad (2.7)$$

Onde **C** é o coeficiente de deflúvio; **Q** é a vazão; **i** é a intensidade de chuva (mm/h); e **A** é a área de drenagem, ou captação (m²), seja esta um trecho dentro da bacia, seja a bacia em sua totalidade, considerando que a chuva dure um tempo tal que toda a área contribua com o escoamento (VILLELA e MATTOS, 1975).

Se o objetivo é conhecer a vazão em m³/s e tem-se a intensidade de chuva em mm/h e a área em m², a fórmula ou equação fica:

$$Q = (10^{-6} / 3,6) C i A \quad (2.8)$$

Pois a intensidade da chuva que antes era dada em mm/h foi convertida em m/s, assim 1 mm/h é igual a $(1 \times 10^{-3} \text{m}) / 60 \text{ segundos} \times 60 \text{ minutos} = 10^{-3}/3600$, ou $10^{-6}/3,6$.

No intuito de estabelecer uma relação que facilite a estimativa de vazões a partir de dados de precipitação, Sherman³ (1932, apud CHOW *et al.*, 1964) apresentou a técnica do hidrograma unitário. Segundo Villela e Mattos (1975, p. 117), “Chama-se hidrógrafa unitária a hidrógrafa resultante de um escoamento superficial de volume unitário”.

A geração do hidrograma unitário pode ser realizada a partir de hidrograma ou hidrogramas observados. Um hidrograma gerado a partir de uma chuva isolada, intensa, de curta duração, com uma distribuição próxima da uniformidade na área de captação e no tempo, configura uma base favorável à obtenção do hidrograma unitário (CHOW, 1964).

Conforme Pinto *et al.* (1998), podem ser enunciadas três proposições básicas que regem a técnica do hidrograma unitário, em relação a chuvas de igual distribuição e intensidades constantes em uma bacia hidrográfica:

1. Em uma mesma bacia, o tempo de escoamento superficial é igual para chuvas de igual duração.
2. Duas chuvas de igual duração e volumes diferentes de escoamento superficial resultam em hidrogramas nos quais os tempos correspondentes (de pico, recessão, etc.), são proporcionais aos volumes totais escoados.

³ SHERMAN, L. K. **Stream flow from rainfall by the unit-graph methods**. Eng. News-Rec., vol 108, pp.501-505, 07/Abril – 1932.

3. A distribuição temporal do escoamento superficial de uma precipitação independe de precipitações anteriores.

Segundo Chow (1964), o tempo de duração em um hidrograma a partir de uma precipitação de período unitário é constante, sendo as ordenadas de cada hidrograma proporcionais para cada escoamento superficial representado. Segundo Pinto *et al.* (1998) o período unitário representa o tempo escolhido para obtenção do hidrograma unitário.

A partir dos preceitos considerados para a elaboração do hidrograma unitário, é possível determinar o escoamento superficial em uma mesma bacia hidrográfica para eventos pluviométricos de intensidades diferentes e durações iguais (PINTO *et al.* 1998; VILLELA E MATTOS, 1975).

Villela e Mattos (1975) indicam que a obtenção do coeficiente de escoamento superficial de uma bacia, a partir de um evento de precipitação intensa, com uma duração conhecida, permite a determinação do escoamento superficial de precipitações de intensidades diferentes, desde que a duração seja a mesma.

Silveira e Silveira (2003) considerando o conhecimento das vazões mínimas em estudos de disponibilidade hídrica em bacias hidrográficas, apontam três alternativas conceituais para o termo vazão mínima, com enfoques estatísticos, hidrológicos e ecológicos.

“Uma vazão mínima estatística é determinada pelo seu valor, duração e probabilidade de ocorrência” (SILVEIRA e SILVEIRA 2003 p.129).

Segundo Rodriguez (2004), a quantidade de água disponível para outorga deve ser estabelecida com base, entre outras coisas, na análise das vazões mínimas $Q_{7,10}$ (vazão mínima de 7 dias e 10 anos de retorno) ou Q_{95} (vazão mínima de 95% de permanência no tempo).

A ($Q_{7,10}$) consiste no valor de vazão, que em média, a cada 10 anos, é igualado ou inferiorizado em períodos de estiagem de 7 dias consecutivos (SILVEIRA e SILVEIRA 2003).

A vazão mínima Q_{95} consiste no valor de vazão que ocorre durante 95% do período (horas, dias, meses, anos) em uma série analisada. A Q_{95} é obtida a partir da curva de permanência, que apresenta os valores amostrados de vazão, e o percentual de ocorrência destes valores no tempo (VILLELA e MATTOS, 1975; SILVEIRA e SILVEIRA 2003).

Em um enfoque ecológico no tratamento de vazões mínimas, devem ser considerados diversos fatores, que consistem nas demandas hídricas da fauna e da flora, uma vez que determinadas espécies tem maior ou menor necessidade de água, ou seja, para cada ecossistema, sazonalmente, teremos uma vazão mínima que não poderá ser inferiorizada, sob risco de prejuízos ambientais (SILVEIRA e SILVEIRA 2003).

2.1.4. Evapotranspiração

A evapotranspiração consiste basicamente na soma do total de água que retorna do solo e da vegetação à atmosfera através da evaporação e da transpiração (WANIELISTA *et al.* 1997).

A evaporação é o fenômeno no qual a água passa do estado sólido ou líquido para o gasoso, através da obtenção de energia advinda da radiação solar e/ou de processos de condução e convecção de calor das camadas de ar subjacentes (VEIHMEYER, 1964).

Conforme Villela e Mattos (1975) existem diversos estudos no intuito de determinar taxas de evaporação em superfícies líquidas e/ou sólidas. Geralmente são dirigidos ao desenvolvimento de aparelhos e técnicas de medida com precisão cada vez maior, e à elaboração de fórmulas teórico-empíricas que aproximem os resultados à realidade. Assim, os autores indicam três categorias de processos de obtenção da taxa de evaporação:

1. Metodologias de medidas diretas – Instrumentos que medem a transferência direta de vapor d'água para a atmosfera.
2. Metodologias de medidas indiretas – Medidas de parâmetros no solo, com evapotranspirômetros e lisímetros.
3. Metodologias fundamentadas em fórmulas teórico-empíricas.

As fórmulas ou equações utilizadas na estimativa da evapotranspiração devem considerar tanto a disponibilidade de água para evaporação, quanto as condições meteorológicas atuantes na área de estudo. Para tanto, cumpre estabelecer o entendimento sobre a evapotranspiração potencial (ETp) ou de referência, e a evapotranspiração real (ETr) (RIGHETTO, 1998).

Segundo Pereira *et al.* (1997) o termo evapotranspiração potencial foi introduzido por Thornthwaite⁴ e aperfeiçoado em diversas oportunidades. A evapotranspiração potencial é considerada como a perda de água de uma extensa superfície natural totalmente coberta com vegetação em crescimento ativo e com uma disponibilidade contínua de umidade no solo. (RIGHETTO, 1998; VILLELA e MATTOS, 1975; PEREIRA *et al.* 1997).

A evapotranspiração real é a perda de água observada por evaporação e transpiração, sob as condições da vegetação e de umidade naturais, expostas às condições meteorológicas normais (RIGHETTO, 1998; VILLELA e MATTOS, 1975).

Conforme Villela e Mattos (1975) as metodologias teórico-empíricas para obtenção dos valores de evapotranspiração são a aerodinâmica, a do balanço energético e as que combinam as anteriores. Nesta pesquisa, diante dos dados disponíveis para a estimativa da evapotranspiração, cabe detalhar as técnicas empíricas de Thornthwaite e de Thornthwaite modificado por Camargo.

Pereira *et al.* (1997) apresentam a metodologia de Thornthwaite, proposta em

⁴ Thornthwaite, C. W. **An approach toward a rational classification of climate**. Geogr. Rev., v. 38, p. 55-94, 1948.

1948 para estimativa da evapotranspiração mensal. Esta metodologia é fundamentada no balanço hídrico de bacias hidrográficas e em medidas de evaporação realizadas com lisímetros, utilizando apenas a temperatura do ar como variável independente. A evapotranspiração potencial é representada pelas equações que seguem.

$$ETp = 16 (10 Ti/I)^a. \quad Ti > 0^\circ C \quad (2.9)$$

$$a = 6,75 \times 10^{-7} I^3 - 7,71 \times 10^{-5} I^2 + 1,7912 \times 10^{-2} I + 0,49239 \quad (2.10)$$

$$I = \sum_{i=1}^{12} (0,2 Ti)^{1,514} \quad (2.11)$$

Sendo T_i a temperatura média mensal ($^\circ C$) e I o índice de calor, que é a soma das médias climatológicas em 12 meses para a área. A técnica de Thornthwaite estima a ETp para uma condição de 12 horas diárias de brilho solar em meses de 30 dias, havendo a necessidade de ajustar a ETp para os meses de ND dias, com fotoperíodo médio mensal N conforme a equação 3.9.

$$ET = ETp \times N/12 \times ND/30 \quad (2.12)$$

Os valores de N são obtidos a partir do valor de fotoperíodo médio do 15º dia de cada mês, que é assumido como o valor médio mensal, sendo variável em função da latitude (PEREIRA *et al.* 1997).

De modo a facilitar a obtenção da ETp através de dados de temperatura, Camargo⁵ (1960, apud Pereira *et al.*, 1997) substituiu o índice I por um índice T , correspondente à temperatura média anual da região em um nomograma. Este nomograma oferece a ETp mensal para meses de 30 dias e fotoperíodo diário de 12 horas, apresentando os resultados em função das temperaturas médias diária e anual.

Com a técnica de Thornthwaite modificado por Camargo é possível estimar

⁵ CAMARGO A.P. **Balanço Hídrico do Estado de São Paulo**. Campinas, Inst. Agrônomo. Bol. 116. 1960

tanto a evapotranspiração diária quanto a mensal, o que exige apenas a multiplicação por um fator de ajuste, função do fotoperíodo local e o número de dias do mês correspondente.

2.1.5. Qualidade da Água

Conforme a definição de hidrologia apresentada no início deste capítulo, além dos aspectos quantitativos, a análise hidrológica contempla os aspectos qualitativos da água, de modo a facilitar a identificação de problemas e proposição de ações preventivas e corretivas. Assim, inicialmente cabe estabelecer o entendimento de alguns conceitos utilizados nessa pesquisa, a partir das definições apresentadas no artigo 2º da Resolução do CONAMA n° 357/2005, conforme segue:

- Classe de qualidade: conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros;
- Condições de lançamento: condições e padrões de emissão adotados para o controle de lançamentos de efluentes no corpo receptor;
- Enquadramento: estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo;
- Monitoramento: medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo de água;
- Padrão: valor limite adotado como requisito normativo de um parâmetro de qualidade de água ou efluente;
- Parâmetro de qualidade da água: substâncias ou outros indicadores representativos da qualidade da água;
- Tratamento convencional: clarificação com utilização de coagulação e floculação seguida de desinfecção e correção de pH;
- Tratamento simplificado: clarificação por meio de filtração e desinfecção e correção de pH quando necessário;
- Zona de mistura: região do corpo receptor onde ocorre a diluição inicial de um efluente.”

A regulamentação da classificação dos corpos de água com diretrizes ambientais para este enquadramento e as condições e padrões de condição de lançamentos de efluentes em corpos hídricos, é dada por esta mesma resolução (CONAMA, 357/2005).

A qualidade da água pode ser representada através de diversos parâmetros, que traduzem as suas principais características físicas químicas e biológicas. Os principais parâmetros a serem investigados numa análise de água superficial bruta para abastecimento e para águas de rios (corpos receptores) segundo SPERLING (1996):

- Parâmetros Físicos: Cor, Turbidez, Sabor e Odor, Temperatura.
- Parâmetros Químicos: pH, Alcalinidade, Acidez, Dureza, Ferro e manganês, Cloretos, Nitrogênio, Fósforo, Oxigênio Dissolvido, Matéria Orgânica, Micropoluentes Inorgânicos e Orgânicos.
- Parâmetros Biológicos: Organismos indicadores (bactérias), Algas diversas.

Conforme Koide e Souza (2003) os critérios para seleção de pontos de coleta de amostras são:

- Influências na qualidade da água (descargas, captações, atividades humanas na bacia).
 - Usos da água (magnitudes e tipos).
 - Planejamento do uso do solo na bacia e fontes futuras e atuais de poluição.
 - Estudos anteriores de qualidade de água.
 - Comportamento hidrológico da bacia.
 - Ocupação do solo na bacia.

2.2 REGIONALIZAÇÃO DE DADOS

Em uma abordagem relacionada ao estudo de vazões máximas em pequenas bacias hidrográficas, Genovez (2003) afirma que em havendo disponibilidade de dados de vazão em quantidade suficiente para uma boa aplicação de técnicas estatísticas de tratamento, estes devem ser priorizados, pois esta priorização evita

as incertezas de se ter que transformar a chuva em vazão. A autora indica ainda que essa disponibilidade de dados é rara para pequenas bacias hidrográficas no Brasil.

Tucci e Clarke (2003, p. 169) afirmam que "...a falta de informações é crucial no adequado entendimento do comportamento de um sistema hídrico". Assim torna-se necessária a aplicação de metodologias que cubram a falta de informações ou dados, já que modelos matemáticos ou estatísticos não criam dados, mas apenas facilitam a exploração e interpretação dos dados existentes.

Uma solução que possibilita a minimização da falta de dados e informações é a regionalização de dados. O termo regionalização, segundo Tucci e Clarke (2003, p. 169) é utilizado em hidrologia para "...caracterizar a transferência de informações de um local para outro dentro de uma área com comportamento hidrológico semelhante. Esta informação pode ser na forma de uma variável, função ou parâmetro."

Deste modo, bacias com poucos dados podem ser estudadas com base em dados de outras bacias. Uma prática comumente adotada para obtenção de dados de precipitação sobre uma área é a da técnica das isoietas, que conforme explicado anteriormente, adota dados de diversos postos pluviométricos e de acordo com a interpolação destes, representa a precipitação na área de interesse.

2.3 MODELAGEM HIDROLÓGICA

Segundo Tucci (1997, p. 13), modelo "é a representação de algum objeto ou sistema numa linguagem ou forma de fácil acesso e uso" O autor indica que os modelos podem ser físicos (protótipos ou modelos reduzidos), analógicos (analogias entre fenômenos diferentes, ex.: escoamento hidráulico X circuitos elétricos), e, matemáticos ou digitais.

Kobiyama e Manfroi (1999) indicam que os modelos matemáticos apresentam vantagens em relação aos físicos, principalmente nos aspectos inerentes à

execução, ao custo e à obtenção de resultados, permitindo a simulação de experimentos inviáveis na prática.

Os modelos podem ser classificados em função de determinados aspectos. Conforme Tucci (1997) os modelos podem ser classificados quanto ao tempo (contínuo ou discreto) e quanto à distribuição espacial (concentrado ou distribuído). Quanto à consideração do conceito de probabilidade (estocástico ou determinístico), Tucci (1997, p. 23), citando Dooge⁶ (1973), indica que, “quando para uma mesma entrada, o sistema produz sempre a mesma saída, o sistema é dito determinístico, enquanto o sistema é estocástico quando o relacionamento entrada-saída é estatístico”.

Quanto à origem das funções utilizadas, os modelos podem ser conceituais ou empíricos. Os modelos conceituais apresentam funções representativas dos processos físicos, enquanto os empíricos ajustam os valores calculados aos dados observados através de funções que não tem nenhuma relação com os processos físicos (TUCCI, 1997).

Para esta pesquisa, importa estabelecer o entendimento da aplicação de modelos hidrológicos no estudo de bacias hidrográficas. Os modelos básicos no estudo de bacias hidrográficas são os que relacionam a vazão à precipitação.

A consideração espacial da bacia para a modelagem ou discretização obedece três classes (Fig. 07) definidas por Tucci (1997, p. 228) como:

- *Concentrada* – toda bacia é representada por uma precipitação média e os processos hidrológicos por variáveis concentradas no espaço.
- *Distribuída por Sub-bacias* – permite a subdivisão da bacia em sub-bacias, de acordo com a drenagem principal da mesma. A discretização realizada com base na disponibilidade de dados, locais de interesse e variabilidade de parâmetros físicos da bacia.

⁶ Dooge, J. C. I. 1973. **Linear theory of hydrologic systems**. Technical Bull. 1468, U.S. Dept. of Agriculture, Washington, D.C.

- *Distribuída por módulos* – Essa discretização é realizada por formas geométricas como quadrados, retângulos, sem relação direta com a forma da bacia, mas caracterizando internamente os componentes dos processos.

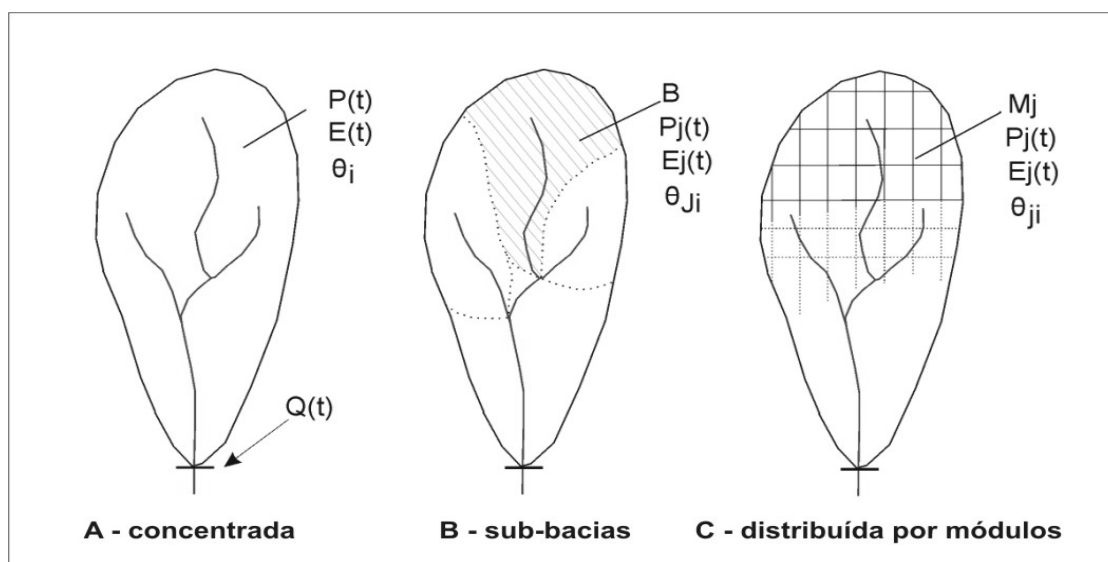


FIGURA 07 – Discretização de bacias hidrográficas

(Fonte: Adaptado de Tucci, 1998, p. 229)

2.3.1 HYCYMODEL

Conforme Kobiyama e Manfroi (1999), Fukushima⁷ (1988), criou o HYCYMODEL com base em monitoramentos hidrológicos realizados durante 10 anos no Japão.

Esse modelo, segundo Sagara (2001), considera as relações de linearidade e não linearidade entre chuva e vazão em seus diversos subsistemas e indica ainda que o HYCYMODEL pode ser considerado como determinístico, concentrado, conceitual, de multi-componentes, e não linear. O autor apresenta ainda uma revisão da aplicação do HYCYMODEL em diversas bacias hidrográficas com características diferentes, indicando que os resultados destas aplicações apresentam bom ajuste, o que permitiu a comparação do comportamento hidrológico entre bacias de geologia, vegetação e dimensões diferentes.

⁷ FUKUSHIMA, Y. A model of river flow forecasting for small forested mountain catchments. Hydrological Processes, v.2, p.167-185, 1988.

Kobiyama e Manfroi (1999) apresentam estudos realizados a partir do HYCYMODEL em que foi possível estabelecer bons ajustes para modelagem precipitação-vazão, além de estimar evapotranspiração e realizar a separação entre o escoamento superficial e subsuperficial.

O modelo HYCYMODEL consiste basicamente em expressar quantitativamente o ciclo hidrológico, podendo simular os hidrogramas em função da precipitação ocorrida. Sua estrutura é composta por 5 tanques (I-V) que representam dois sistemas: de canal, e de encosta. Tanques retangulares implicam em fenômenos lineares e os tanques não-retangulares, abertos na parte superior, implicam em fenômenos não-lineares conforme Fig. 08 (SAGARA, 2001; KOBİYAMA e MANFROI, 1999).

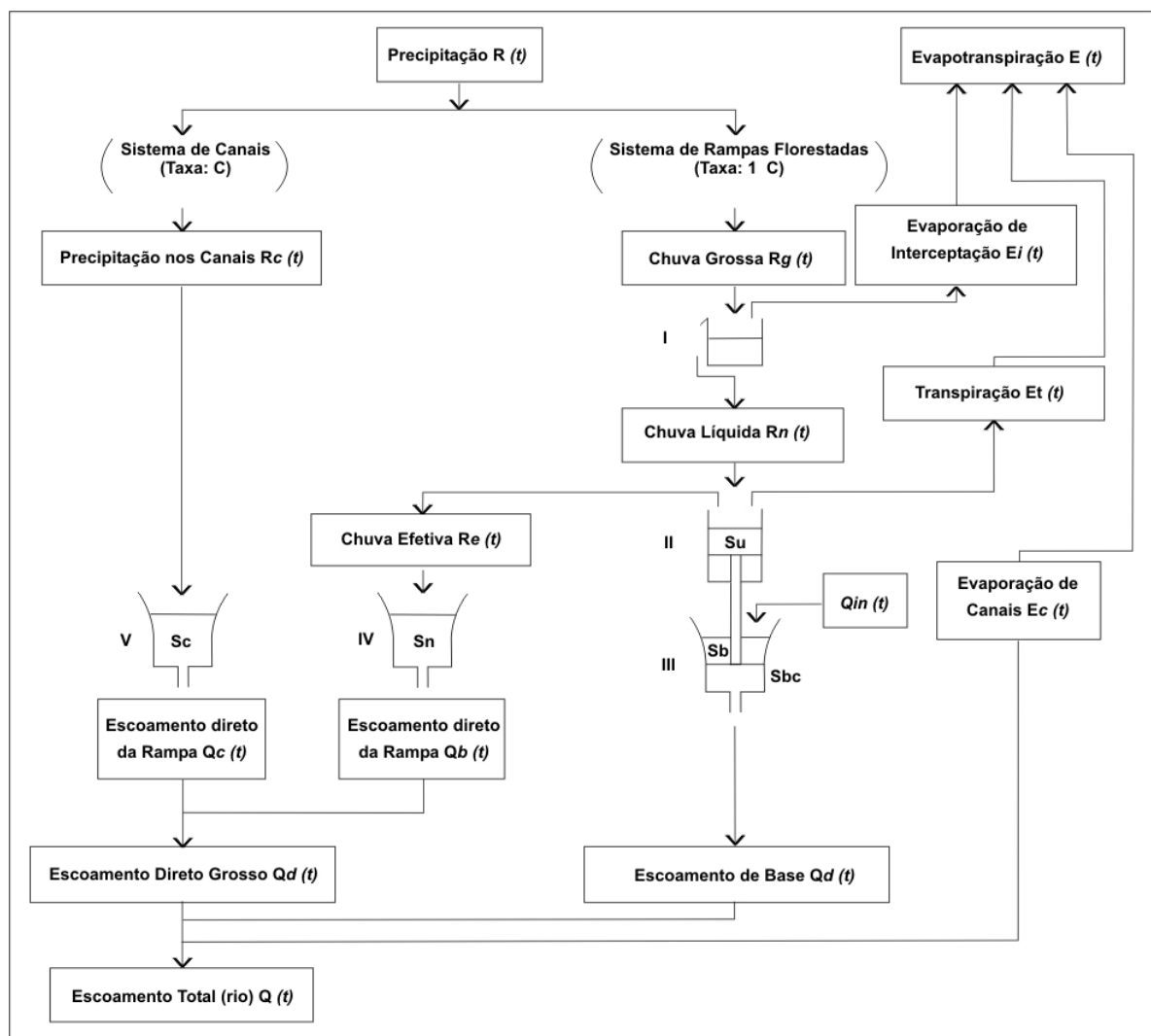


FIGURA 08 – Fluxograma do modelo HYCYMODEL

(Fonte: Adaptado de Sagara 2001, p. 24)

Observa-se que alguns termos no fluxograma do modelo não correspondem aos comumente utilizados neste trabalho, assim, torna-se necessária uma melhor explicação da teoria do modelo. A precipitação $R(t)$ é dividida em precipitação nos canais $R_c(t)$ e chuva bruta $R_g(t)$. A chuva bruta representa o total precipitado sobre uma área de rampa ou encosta florestada, esta rampa é representada pelo Tanque I, que considera as perdas de água para a atmosfera pela evaporação do total interceptado. O resultado da saída do tanque I chega ao tanque II, e este considera as perdas de água para a atmosfera relativas à transpiração. Deste tanque, considera-se que o volume resultante de escoamento, segue para os tanques III e IV, representando o escoamento subsuperficial e superficial respectivamente. Os escoamentos resultantes destes, somados ao escoamento do tanque V, que representa o escoamento gerado pela precipitação que chega diretamente aos canais é que constituem o escoamento total. O Modelo considera ainda a evaporação nos canais.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1. AQUISIÇÃO DE DADOS

3.1.1. Dados Bibliográficos e Institucionais:

Etapa importante na pesquisa, a coleta de dados bibliográficos teve início com a busca de dados e informações constantes em trabalhos acadêmicos realizados na área de estudo, e ainda trabalhos realizados na mesma linha de pesquisa.

Constou ainda desta fase da pesquisa a obtenção dos dados das estações pluviométricas adjacentes à Bacia do Rio Inferninho (quadro 02), das quais se dispõe das séries históricas de precipitação do ano de 1977 ao ano 2000. Estes dados foram obtidos junto aos órgãos governamentais ANA e EPAGRI, e subsidiaram os trabalhos de avaliação da precipitação registrados nestas mesmas estações, para o ano de 2005, sendo estes utilizados na composição da interpolação de dados através da técnica das isolinhas de precipitação (Isoietas). Junto à

EPAGRI foram obtidos ainda os dados de evaporação e de pluviometria da estação meteorológica de São José-SC de modo a obter-se uma referência quanto aos dados de evaporação.

QUADRO 02 – Estações meteorológicas adjacentes

Operadora	Identificador / Código	Município
EPAGRI	191 / 02748001	Major Gercino
EPAGRI	194 / 02748002	Nova Trento
EPAGRI	210 / 02748016	Antônio Carlos
EPAGRI	223 / 02748013	Governador Celso Ramos

Na elaboração cartográfica, foram utilizadas como base as Cartas Topográficas 1:50 000 do IBGE, folhas SG-22-Z-D-II-3 e 4, bem como mapeamentos temáticos realizados para a área de estudo (IBGE 2003) e imagens de satélite. Estas bases apresentam dados topográficos, hidrográficos, geológicos e geomorfológicos, de solos, uso e ocupação do solo e de cobertura vegetal, importantes no desenvolvimento das análises propostas nesta pesquisa.

3.1.2. Dados de Campo

Os principais dados coletados em campo são os necessários à determinação do regime do Rio Inferninho e do balanço hídrico da bacia, como os de precipitação, vazão e temperatura, e ainda amostras para posterior análise da qualidade da água.

3.1.2.1. Precipitação

Os volumes de precipitação foram medidos com pluviômetros de construção própria. Uma solução satisfatória para a aquisição de dados de chuva na área de estudo foi o reaproveitamento de garrafas PET de 1,48 litro, tubos de PVC de 2 metros de comprimento por 100 mm de diâmetro, luvas de 100 mm, e flanges com 100 mm de diâmetro externo, com rosca interna de uma polegada, conforme a Fig. 09.

Quanto à calibração dos pluviômetros, segundo Santos *et al.* (2001, p. 38) quando não se dispõe de uma proveta calibrada, pode-se calcular a precipitação através da seguinte fórmula:

$$P = 10 \times V/A \quad (4.1)$$

Onde: P = Precipitação em milímetros; V = Volume recolhido em cm³ ou ml; A = Área de captação do anel em cm².

O diâmetro verificado invariavelmente nas garrafas foi de 9,3 cm. Sabendo que a área de um círculo pode ser obtida multiplicando-se o quadrado do raio pelo valor de π . Assim:

Diâmetro = 9,3 cm

Raio = Diâmetro / 2 = 4,65 cm

$$\text{Área de captação} = \pi \times 4,65^2 = \mathbf{67,93 \text{ cm}^2}$$

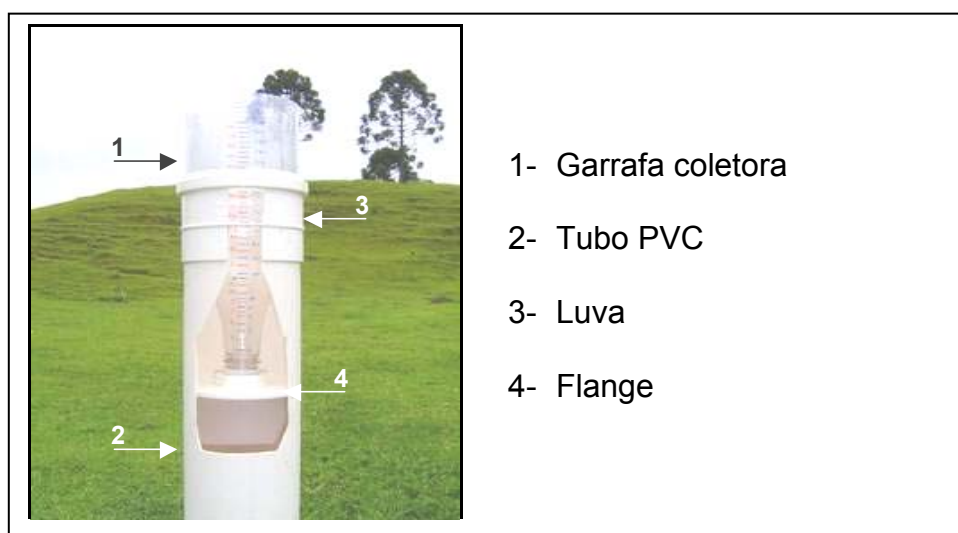


FIGURA 09 – Foto pluviômetro

19/12/2004 – Diogo Barnetche

Realizado o procedimento de calibração dos pluviômetros (Anexo 01), estes foram instalados, para o que, foram obedecidos alguns critérios específicos, quanto à altura e nivelamento do anel de captação e quanto à distância de possíveis obstáculos às gotas de chuva. A altura recomendada é de 1,5 metro e a distância

mínima dos obstáculos deve ser de no mínimo duas vezes a altura destes (VILLELA e MATTOS, 1975; WANIELISTA *et al.* 1997; SANTOS *et al.* 2001; MARTINS e PAIVA, 2003).

Assim, os pluviômetros P1 e P2 foram instalados a montante da seção transversal de medição de vazão na localidade do Amâncio, na data de 17/12/2004, a uma altitude de cerca 320 metros. Há uma relativa redundância de dados, uma vez que a distância entre os pluviômetros é de aproximadamente 1.600 m, porém, esta se justifica em uma melhor condição de registro, não incorrendo em perda de dados por impossibilidade eventual na leitura do precipitado por qualquer um dos dois operadores. A distribuição não foi mais espaçada nesta área porque o número de pessoas com residência fixa na localidade do Amâncio é limitado a quatro famílias.

O pluviômetro P3 foi instalado em 18/12/2004 em uma área ao Norte da Bacia do Rio Inferninho, na localidade do Timbé, já no município de Tijucas, a uma altitude aproximada de 50m. A instalação do pluviômetro neste local possibilitou uma melhor interpolação com dados das estações pluviométricas do entorno da Bacia do Rio Inferninho.

Estes pluviômetros receberam verificação diária às 07:00 da manhã, conforme sugere Chevallier (1997), por operadores que residem na área, que registraram os dados de precipitação em planilhas, conforme anexo 02.

Com os dados dos registros destas planilhas foi possível aplicar a técnica das isoietas, que segundo Villela e Mattos (1975) apresenta maior precisão nos resultados, atenuando tanto quanto possível os erros de uma generalização do valor registrado, para o restante da área considerada. Esta aplicação se deu ao final da coleta de dados, considerando os totais mensais registrados em cada estação pluviométrica.

As ferramentas computacionais utilizadas para a plotagem das isoietas e posterior cálculo das áreas correspondentes a cada cota pluviométrica são respectivamente os *software Surfer 7.0* e o *ArcGIS 9.1*.

3.1.2.2. Vazão

A localização da seção transversal de medição da vazão do Rio Inferninho foi estabelecida com base em conhecimento prévio de alguns trechos do rio, e considerando alguns critérios técnicos que permitiriam uma melhor realização das medidas de vazão com micromolinete fluviométrico.

Conforme Righetto (1998, p. 233), “a medição sistemática de vazão deve estar localizada em um trecho retilíneo e estável do rio”. A estabilidade do canal é considerada pelo autor no sentido da inexistência da possibilidade de forte erosão ou deposição de sedimentos na seção onde se pretende realizar as medidas, ou ainda o efeito de remanso exercido por eventuais barramentos a jusante. Considerando os aspectos mencionados pelo autor, optou-se por estabelecer a seção sobre um leito de rocha sã, que não permite as variações do processo erosão-deposição, conforme Fig. 10.



FIGURA 10 – Leito sobre rocha sã
(27/11/2004 – J.Barnetche)

Considerou-se ainda a localização da seção em relação ao acesso para realização das medições com micromolinete e diante dos usos do solo na bacia,

ficando a seção a montante da principal concentração populacional da área de estudo e mantendo ainda uma área de 35,3 km² de captação pluvial.

As medições de vazão foram realizadas com micromolinetete hidrométrico, e registradas em planilhas adequadas, conforme anexo 03. O micromolinetete consiste em uma hélice calibrada ligada a um eixo de rotação, este eixo aciona foto-sensores que permitem medir o número de rotações. A velocidade da água é calculada a partir de uma relação linear da velocidade com o número de rotações por segundo da hélice (RIGHETTO, 1998, p. 26).

O micromolinetete utilizado nas medidas de vazão foi disponibilizado pelo Laboratório de Recursos Hídricos e Bacias Fluviais/Hidrográficas do Departamento de Geociências da UFSC. O modelo do aparelho é o *Gurley D622 Price Meter* com indicador digital de velocidade de fluxo modelo 1100 (Fig. 11). Este modelo opera numa faixa de velocidade de 0,06 a 7,6 m/s (GURLEY, 1994).

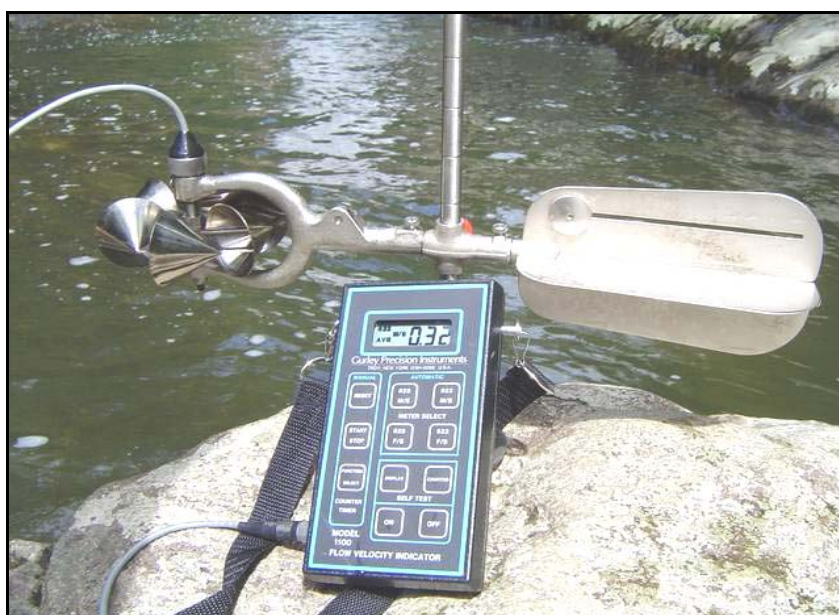


FIGURA 11 – Micromolinetete Gurley D622 Price Meter
(23/12/2004 – J.Barnetche)

A medição da vazão consiste basicamente na determinação da área da seção de medição e na medição em pontos distribuídos verticalmente em faixas dentro da seção, de modo a determinar a velocidade média em cada faixa vertical. No procedimento adotado, conhecendo-se a área de cada faixa vertical, e multiplicando-

se o valor desta área pela velocidade média verificada através do micromolinete, obtêm-se as vazões das respectivas faixas verticais. O somatório destas consiste na vazão total da seção transversal. Diversos autores apresentam as mesmas expressões para o cálculo da velocidade média em função da profundidade da vertical de medição conforme o quadro 03. O espaçamento recomendado entre as verticais é função da largura da seção do rio (BOYER, 1964; VILLELA e MATTOS, 1975; LINSLEY e FRANZINI, 1978; WANIELISTA *et al.* 1997; RIGHETTO, 1998; MARTINS e PAIVA, 2003; SANTOS *et al.* 2001).

QUADRO 03 – Velocidade média em função da profundidade das verticais

Nº de pontos	Profundidade (m)	Posição relativa à profundidade	Velocidade Média
1	0,15 – 0,6	0,6 x P	$V_{0,6}$
2	0,6 – 1,2	0,2 e 0,8 x P	$(V_{0,2} + V_{0,8}) / 2$
3	1,2 – 2,0	0,2; 0,6 e 0,8 x P	$(V_{0,2} + 2 \times V_{0,6} + V_{0,8}) / 4$

Fonte: (BOYER, 1964; VILLELA e MATTOS, 1975; LINSLEY e FRANZINI, 1978; WANIELISTA *et al.* 1997; RIGHETTO, 1998; MARTINS e PAIVA, 2003; SANTOS *et al.* 2001).

Assim, para seções com largura menor ou igual a 3 metros que é o caso da presente pesquisa, o espaçamento entre as verticais deve ser de 30 centímetros. Para eventos de pluviosidade intensa em que houve o extravasamento do leito normal, por questões de segurança no acesso à seção, foi utilizada a curva-chave estabelecida a partir da delimitação do perfil transversal e demais procedimentos de medidas de vazão com micromolinete conforme segue.

Para a delimitação do perfil transversal do canal estabeleceu-se uma referência subaérea fixada por uma linha de nylon presa em árvores existentes nas duas margens do curso d'água. Esta linha foi nivelada com o auxílio de uma mangueira transparente com água, comumente utilizada na construção civil. A partir da referência oferecida pela linha, foram medidas as profundidades relativas, a cada 30 centímetros no que configura o leito maior do curso d'água e a cada 10 centímetros na área considerada o leito normal, ou menor, conforme a Fig. 12.



FIGURA 12 – Delimitação do perfil transversal no leito normal

18/12/04 – J. Barnetche

Em posse dos dados, criou-se uma tabela de pontos cotados no *Software Microsoft Excel*, a partir da qual foram gerados gráficos do Perfil Transversal, que representa o leito maior, e do Perfil Transversal do Leito Normal, o qual detalha o leito do curso d'água, e que configura a base para o cálculo da área molhada quando da obtenção das vazões a partir das velocidades medidas. A Fig. 13 apresenta o perfil transversal na seção escolhida para medições de vazão, com os pontos cotados em equidistância horizontal de 30 centímetros (leito maior) e com o intervalo em equidistância de 10 centímetros (leito normal).

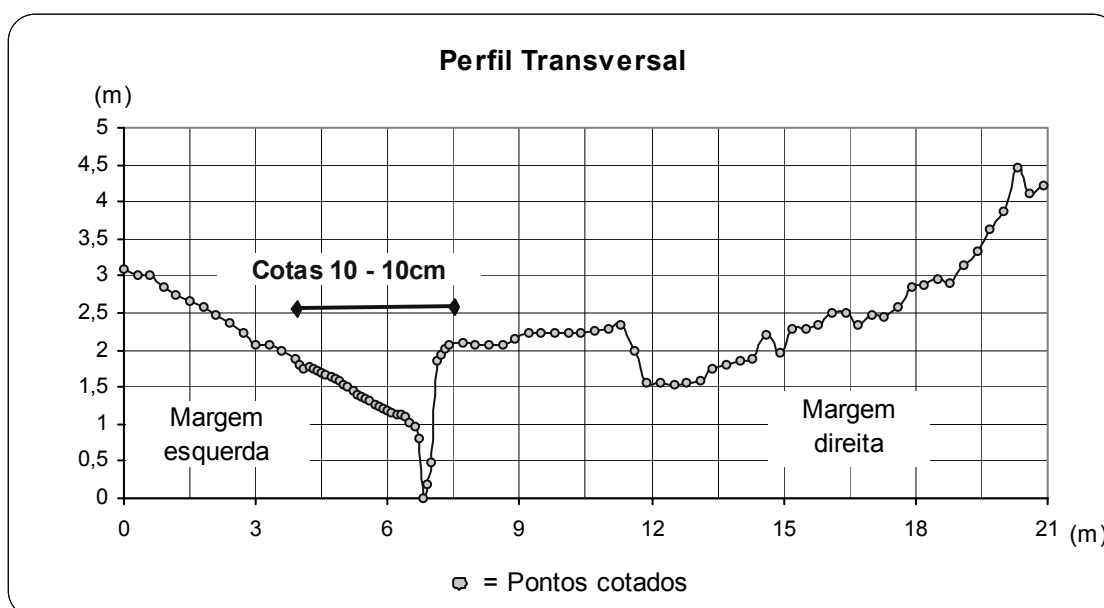


FIGURA 13 – Perfil Transversal

O leito normal, ou menor, foi delimitado com um nível maior de detalhe para melhorar a precisão dos cálculos das áreas de cada vertical e por consequência dos valores de vazão, conforme Fig. 14 na qual podem ser observadas as profundidades relativas ao centro de cada faixa vertical (V_i) para medição das velocidades com o micromolinete.

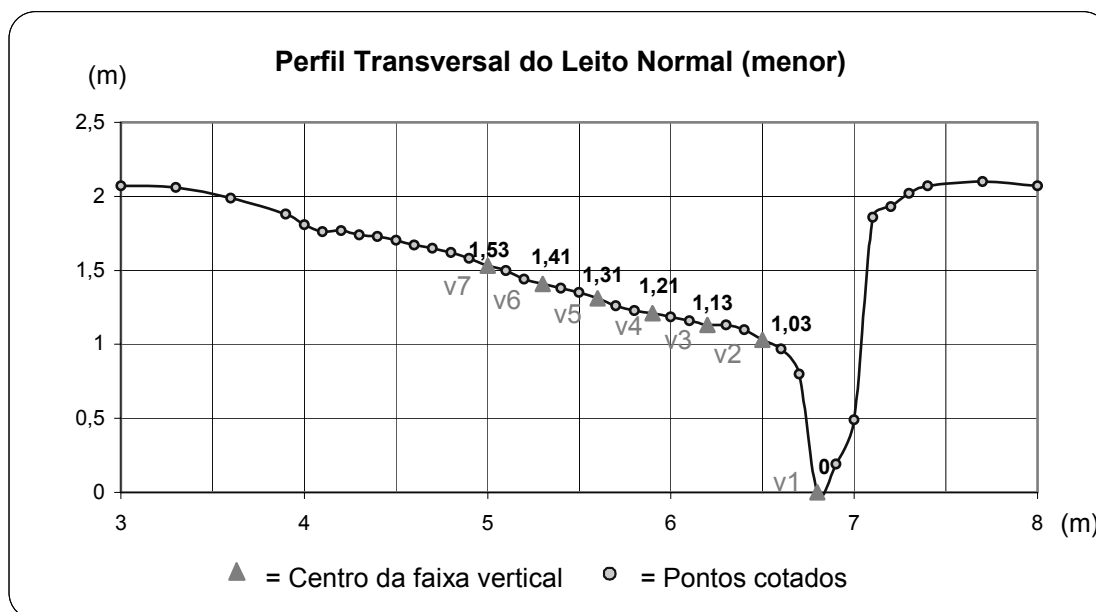


FIGURA 14 – Perfil Transversal do Leito Normal (menor)

Após uma série de 23 medidas de vazão, distribuídas aleatoriamente entre Dezembro de 2004 e Abril de 2005, com o auxílio do micromolinete, foi traçada a curva-chave relativa ao período em análise, para a seção transversal, elaborando através do *Software Microsoft Excel* um gráfico de dispersão X-Y, que cruza os valores de nível de água no canal e vazão, e fornece ainda a equação correspondente a esse cruzamento e o respectivo coeficiente de determinação (R^2) da equação, que demonstra o percentual de variância de uma das variáveis que pode ser explicado a partir do valor da outra. Assim, para um $R^2 = 1$, tem-se uma correlação linear, em que 100% dos valores de uma variável podem ser obtidos a partir dos valores da outra.

O estabelecimento da curva-chave que relaciona o nível da água no leito e a vazão medida permitiu uma melhor precisão nos trabalhos de campo quando da elaboração dos hidrogramas, já que em algumas coletas, principalmente durante as

chuvas, não é aconselhável a realização das medidas de vazão com o micromolinete. O principal motivo é o fator segurança, já que o operador do micromolinete ficaria exposto a riscos inclusive de vida em dias de chuvas mais intensas.

Em posse da curva-chave, realizou-se o monitoramento de vazão e precipitação concomitantes. Este monitoramento foi realizado de hora em hora ao longo de um período que compreende um tempo “t” antes da precipitação, o período durante e ainda um período após a precipitação, contemplando a depleção do nível da água no rio. Nesta oportunidade foram coletadas amostras de água para posterior medição da turbidez no Laboratório de Oceanografia Costeira da UFSC.

3.1.2.3. Temperatura e Evaporação

A coleta de dados de temperatura foi realizada na localidade do Amâncio, nos mesmos locais dos pluviômetros lá instalados. Porém, devido à falhas sistemáticas nos registros, verificadas por não anotação ou por anotação em horários diferentes a cada dia, não foi possível aproveitar desta coleta.

Os dados de temperatura serviriam como base para estimativa da evapotranspiração através das técnicas de Thornthwaite e Thornthwaite modificado por Camargo (valores diários e mensais). A aquisição de dados de precipitação, vazão e evapotranspiração configuram no subsídio principal ao atendimento dos objetivos específicos que tratam da verificação do regime do Rio Inferninho e do balanço hídrico na bacia.

Inicialmente para estabelecer uma comparação relativa aos dados de evaporação e evapotranspiração da Bacia do Rio Inferninho, foram obtidos junto à EPAGRI, os dados de evaporação registrados na estação meteorológica de São José-SC. Devido aos problemas já mencionados quanto á coleta de dados de temperatura, foi analisada a possibilidade de comparação entre os registros da estação de São José e os valores calculados pelo modelo HCYMODEL.

A estação meteorológica de São José dista em torno de 30 km do pluviômetro P1, e possui características distintas de situação, tais como a proximidade com o mar, e a altitude de 2 metros, uma diferença de 320 metros em relação à altitude em P1, além de pelo menos duas barreiras naturais formadas por elevações no relevo. Estas diferenças foram consideradas, uma vez que a temperatura, o vento, o número de horas de incidência de sol são distintos e possuem influência direta na evaporação.

3.1.2.4. Qualidade da Água

Em um trabalho cooperativo junto ao Curso Técnico de Meio Ambiente do Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina - CEFET-SC - viabilizou-se a coleta e análise laboratorial de amostras da água do Rio Inferninho em 6 estações de coleta distribuídas ao longo da bacia (E1 – E6) (Mapa 02).

A localização das estações de coleta foi estabelecida com base em um trabalho de reconhecimento da bacia, considerando a distribuição da população e as diversas modalidades de uso do solo observadas em campo, conforme indicam Koide e Souza (2003).

A estação de coleta E1 foi locada em meio à planície de nível de base local do Amâncio, localidade na qual residem poucas famílias e as atividades principais são o cultivo de Eucalipto e a criação de gado bovino.

A estação E2 foi locada em meio a uma área de mata relativamente mais preservada, justamente na seção transversal utilizada para obtenção dos dados de vazão, que se encontra a montante da localidade de Sorocaba do Sul que apresenta a maior concentração populacional da bacia. A localização deste ponto oferece ainda um referencial de comparação para com a estação E3 que fica logo a jusante de Sorocaba do Sul, de modo a permitir uma avaliação da “contribuição” desta localidade para a qualidade das águas do rio.

A estação E4 foi locada aproximadamente a 5 km da estação E3, a montante do tributário que traz o efluente de uma indústria de farinha e gordura animal e de

um aterro sanitário, efluente este amostrado na estação E5. Para a estação E4 há uma maior contribuição de lavouras de arroz, hortaliças, banana, cultivo de plantas ornamentais e também criação de gado bovino, com uma distribuição mais dispersa da população.

A estação E5 amostra um afluente do Rio Inferninho, sendo o objetivo da sua amostragem, verificar a concentração de poluentes que chega ao rio, oriundos de um aterro sanitário e de uma fábrica de beneficiamento de restos de animais. Já na estação E6 retorna-se ao rio principal, a cerca de 1,4 km a jusante da estação E5, verificando a capacidade de depuração do rio.

A distribuição espacial destas estações de coleta de amostras de água será demonstrada no capítulo 4, quando da apresentação dos mapas planialtimétrico e hidrográfico, e de uso do solo da bacia.

Inicialmente foram coletadas amostras de água em 4 oportunidades, nas datas de 31/08 e 27/09/2004, e 28/09 e 13/10/2005. As análises laboratoriais foram realizadas no próprio CEFET-SC, com exceção feita às análises relativas à incidência de elementos tóxicos como alumínio, cádmio, chumbo e arsênio, realizadas pela UNISUL e a análise de incidência de traços de agrotóxicos realizada no laboratório da Analytical Solutions sediada em Florianópolis-SC

Os parâmetros analisados foram definidos com base em Sperling (1996, p. 40), em concordância com as possibilidades do Laboratório de Saneamento do CEFET-SC, estabelecendo um quadro preliminar de diagnóstico da qualidade dos recursos hídricos superficiais da Bacia do Rio Inferninho. Os parâmetros contemplados nas análises foram: cor, turbidez, temperatura, pH, coliformes fecais e totais, nitritos, fosfatos, cloretos, oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO); e ainda para as estações E5 e E6, alumínio, chumbo, arsênio e cádmio. Da coleta realizada em 13/10/2005, foi encaminhada para análise em laboratório contratado pelo CEFET-SC, uma amostra de água da estação E4, para verificação da presença de sinais do uso de herbicidas ou outros “defensivos” agrícolas.

Nos laboratórios envolvidos na análise da qualidade da água, foram utilizados diversos equipamentos e técnicas, de modo a obter os resultados. Assim, no quadro 04, constam as análises feitas e as técnicas empregadas para tanto, identificando ainda o laboratório responsável pelos dados.

QUADRO 04 – Técnicas Laboratoriais

Laboratório	Parâmetro	Unidade	Técnica aplicada (Aparelho)
CEFET-SC	Cor	NTU	Método comparativo (Aparelho – Aqua nessler)
	Turbidez	NTU	Turbidímetro (Polilab – AP 1000 II)
	Temperatura	°C	Termômetro (medida em campo)
	pH		Peagâmetro de bancada
	OD	mg/L	Titulação volumétrica
	DBO	mg/L	Titulação volumétrica
	Fosfato	mg/L	Espectrofotometria
	Nitrogênio (nitrito)	mg/L	Espectrofotometria
	Cloretos	mg/L	Potenciometria direta
	Coliformes	NMP	Tubos múltiplos (caldo lauril triptose e caldo lactosado)
UNISUL	Elementos Tóxicos	mg/L	Espectrofotometria de absorção atômica
Analytical Solutions	Agrotóxico Glifosato	µg/L	Cromatografia Líquida

3.2. TRATAMENTO, ANÁLISE E APRESENTAÇÃO DOS DADOS:

Consta da organização e tratamento dos dados a confecção de tabelas e gráficos que facilitem a análise e a elaboração de conclusões a partir daqueles coletados.

O tratamento dos mesmos contempla ainda a aplicação de recursos matemático-estatísticos no estabelecimento e definição tanto dos dados obtidos a partir da pesquisa bibliográfica e institucional, quanto daqueles coletados em campo.

As cartas temáticas geradas na pesquisa também configuram importantes fontes de informações, subsidiando a caracterização da bacia. O desenvolvimento e elaboração destas representações cartográficas foi realizado através dos *Software Surfer 7.0* (na geração das Isoietas) e *ArcGIS 9.1* (mapas temáticos), e as demais figuras com o *Software CorelDraw 11*.

De modo geral, a elaboração das cartas temáticas obedeceu apenas à edição dos mapas fornecidos pelo IBGE, oriundos do trabalho de Planejamento Costeiro de Santa Catarina. A exceção nesta fase do trabalho está no mapa de declividade, que foi gerado no *ArcGIS 9.1*, a partir das curvas de nível do mapa planialtimétrico. O modelo digital de terreno apresentado para a área a montante da seção transversal também foi gerado neste programa, permitindo uma melhor caracterização da área de estudo.

3.2.1. Precipitação

Quanto aos dados de precipitação o tratamento inicial das medidas consistiu na verificação de eventuais falhas no monitoramento, e nos casos de ocorrências deste tipo, realizou-se o preenchimento desta falha a partir dos registros de estações vizinhas. Conforme apresentado no capítulo anterior a técnica empregada com essa finalidade foi a da regressão linear simples, que impõe a Y uma correlação linear com X, ou seja, para cada valor necessário em Y, ou à série com falhas, existe um valor correspondente em X, que pertence à série de referência ao preenchimento.

Estes procedimentos favorecem o entendimento da confiabilidade dos dados coletados em campo, que são a base para a análise a ser realizada em relação aos objetivos específicos de verificação do regime do Rio Inferninho e de identificação do balanço hídrico na área da alta bacia, a montante da seção transversal.

3.2.2. Vazão

O tratamento de dados de vazão inicia-se a partir das medidas de velocidade de fluxo de água na seção transversal através do micromolinete. Em seguida é realizado o cruzamento de cada uma destas medidas com a área de perímetro molhado, observada a partir do nível de água do rio no momento das medições.

A partir da elaboração da curva-chave preliminar com boa correlação nível - vazão para a seção transversal estabelecida na pesquisa, as medidas de vazão posteriores consistiram basicamente na verificação do nível do rio.

O tratamento dos dados de precipitação e vazão foi realizado através da modelagem computacional do modelo hidrológico HYCYMODEL, de modo a obter as vazões relativas aos dias sem medidas. Através do HYCYMODEL foi possível estimar a evapotranspiração para a área, e assim o balanço hídrico correspondente. Para tanto, o modelo foi alimentado com as precipitações e vazões registradas ao longo do ano de 2005, e iniciou-se a etapa de ajuste do modelo. Este ajuste se ampara em 2 índices de erro, F1 e F2, que comparam matematicamente os valores de vazão informados ao modelo e os valores calculados, conforme anexo 04, de modo que por análise de sensibilidade, foram buscados valores para F1 e F2 o mais próximo de zero possível através da alteração dos valores dos parâmetros variáveis do modelo.

Em posse dos dados de vazão medidos para o ano de 2005 e com o preenchimento das falhas através do HYCYMODEL, tornou-se possível analisar o regime do rio inferninho para o ano inteiro.

Através dos resultados obtidos com a modelagem hidrológica, foi possível obter ainda a vazão mínima de 95% de permanência (Q_{95}) para a Bacia do Rio Inferninho, através da disposição dos dados de vazão diários para 2005 em ordem crescente, com a identificação do 18º menor valor. Considerou-se o 18º menor valor devido à amostragem de 365 dias, sendo 18 dias o período equivalente a 5% dos dias do ano.

3.2.3. Evapotranspiração

Tendo em vista a limitação prática encontrada na pesquisa, da ocorrência de falhas sistemáticas no registro da temperatura, base para a obtenção de valores de evapotranspiração, optou-se por utilizar para a análise de evaporação na área de estudo, os dados de precipitação e evaporação da estação meteorológica de São José. Através das ocorrências mensais destes, se estabeleceu uma referência, base de comparação com os dados obtidos através do modelo hidrológico HYCYMODEL para o balanço hídrico. Esta alternativa apresentou também sérias restrições, devido às diferentes situações geográficas e aos diferentes regimes meteorológicos aos quais cada área está submetida.

Deste modo a alternativa restante e que tornou-se a mais apropriada foi a da aplicação da equação 2.1 (pág. 11), do Balanço Hídrico, considerando os dados de precipitação registrados em campo e os dados de vazão calculados pelo modelo HYCYMODEL, como forma de apresentar índices de evapotranspiração para a área de estudo.

3.2.4. Qualidade da água

Inicialmente os dados de qualidade da água foram dispostos em tabelas, agrupados conforme a data da coleta, e posteriormente com base na natureza dos parâmetros, sendo estes: físicos, químicos ou biológicos (bacteriológicos).

Assim, evidenciando os parâmetros, tornou-se possível a geração de gráficos, que facilitam a observação da dinâmica da qualidade da água ao longo bacia, em cada estação de coleta, e ao longo do período em análise, com os resultados das quatro coletas.

Estes resultados foram cruzados ainda com os limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº357/2005, para águas doces classe 2, de modo a identificar possíveis inconformidades, e suas possíveis relações com o uso do solo na Bacia do Rio Inferninho. Foram utilizados como referência os limites da classe 2 pois os corpos hídricos assim classificados, podem servir ao abastecimento público de água,

após tratamento convencional, intermediário entre os tratamentos avançado e simplificado que constam na resolução citada.

Os padrões de qualidade da água estabelecidos serão apresentados junto dos resultados das análises de qualidade da água, de modo a facilitar a comparação entre a condição real e a condição de referência dada por esta resolução.

4. A BACIA DO RIO INFERNINHO

A caracterização básica da área fundamenta-se em diversos estudos acadêmico-científicos que foram realizados na bacia desde 1982, conforme apresentado no quadro 05. Além destes estudos, observações em campo e a análise de cartas e mapas que servem de subsídio para esta caracterização.

Os limites da Bacia do Rio Inferninho constituem-se a Oeste na Serra da Boa Vista e no norte pelas Serras do Itinga e do Timbé, configurando o divisor de águas entre a Bacia do Rio Inferninho e a Bacia do Rio Tijucas. Ao Sul, a bacia é limitada pela Serra de Sorocaba, separando-a da Bacia do Rio Biguaçu. Ao Leste ocorre o encontro das águas do Rio Inferninho com o mar, na Enseada de Ganchos ou Baía de Tijucas já no município de Governador Celso Ramos (LUIZ, 1996), conforme apresenta o mapa 02.

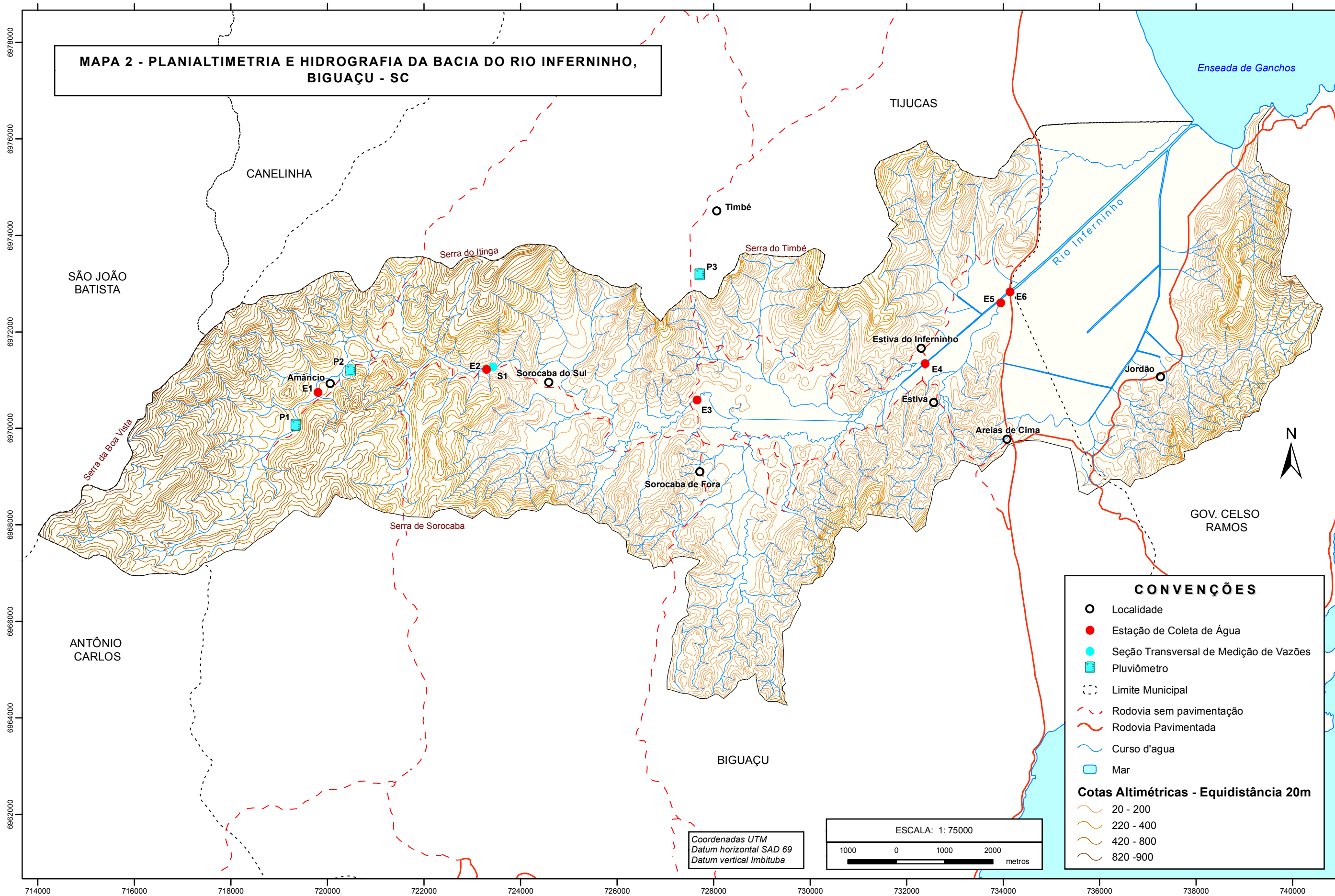
Conforme análise do Mapa Planialtimétrico e Hidrográfico da Bacia do Rio Inferninho, gerado a partir das cartas topográficas do IBGE de 1978, folhas São João Batista e Biguaçu, na escala 1: 50.000 tratadas em ambiente SIG, e considerando a área total da bacia, chegou-se a uma caracterização de uma série de aspectos físicos e hidrográficos, desde às nascentes mais altas do Rio Inferninho, a cerca de 870 metros de altitude, até a foz.

Grande parte da bacia encontra-se no Município de Biguaçu com 111,16km² (76,6%), sendo sua porção mais oriental pertencente ao Município de Governador Celso Ramos com 34,3km² (23,4%).

QUADRO 05 – Estudos Realizados na Bacia do Rio Inferninho

Autor	Título do Trabalho	Ano	Linha de pesquisa	Área estudada	Grau/ Instituição
Neide Oliveira de Almeida	Delimitação e Caracterização de Unidades de Manejo Ambiental: Uma contribuição Metodológica	1982	Análise Ambiental	Bacia completa	Mestrado – UFRJ Geografia
Rui Ávila Wolff	Recursos Naturais e Pequena Produção em Sorocaba de Dentro e Amâncio (Biguaçu-SC)	1995	Análise Ambiental – Relações sociedade ambiente	Alta e média bacia	Mestrado – UFSC Geografia
Edna Lindaura Luiz	Estudos de Movimentos de Massa na Bacia do Rio Inferninho e sua influência na Evolução das Vertentes: Sorocaba de Dentro – Biguaçu/SC	1996	Geomorfologia	Média bacia - Pontual	Mestrado – UFSC Geografia
Ângela da Veiga Beltrame	Estudo da dinâmica hídrica da cobertura pedológica (Biguaçu/SC)	1997	Geografia Física Pedologia	Média bacia	Doutorado USP Geografia Física
Carolina Gartner	Diagnóstico Ambiental e Propostas Alternativas de Viabilidade do Uso do Solo. Amâncio e Sorocaba de Dentro - Biguaçu/Santa Catarina.	1999	Educação e Meio Ambiente	Alta e média bacia	Especialização UDESC
Marcelo Borges Esteves	Aplicação de Métodos Geofísicos ao Estudo das Coberturas Superficiais: Caso de Sorocaba do Sul – Biguaçu/SC	2001	Geomorfologia Geofísica	Média bacia - Pontual	Mestrado UFSC Geografia
Walter Quadros Seiffert	Modelo de planejamento para Gestão Territorial da Carcinocultura Marinha	2003	Gestão Territorial e Cadastro Técnico Multifinalitário	Bacia completa, com ênfase próximo à foz	Doutorado UFSC Engenharia Civil
Rógis Juarez Bernardy	Inventário de Bacias Hidrográficas e Seus Potenciais Conflitos de Usos	2005	Gestão Territorial e Cadastro Técnico Multifinalitário	Bacia Completa	Doutorado UFSC Engenharia Civil

MAPA 2 - PLANIALTIMETRIA E HIDROGRAFIA DA BACIA DO RIO INFERNINHO, BIGUAÇU - SC



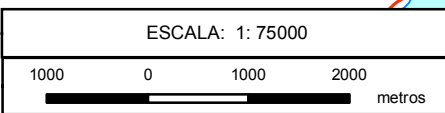
CONVENÇÕES

- Localidade
- Estação de Coleta de Água
- Seção Transversal de Medição de Vazões
- Pluviômetro
- - - Limite Municipal
- - - Rodovia sem pavimentação
- Rodovia Pavimentada
- Curso d'água
- Mar

Cotas Altimétricas - Equidistância 20m

- 20 - 200
- 220 - 400
- 420 - 800
- 820 - 900

Coordenadas UTM
Datum horizontal SAD 69
Datum vertical Imbituba



Este mapa é parte integrante da dissertação de mestrado em geografia "Hidrologia das águas superficiais da Bacia do Rio Inferninho, Biguaçu - SC", autor Geóg. Diogo Barnetche UFSC/CFH/GCN/PPGGEO.

Fonte: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Cartas São João Batista (Folhas SG.22-Z-D-II - MI 2894) e Biguaçu (SG.22-Z-D-III - MI 2895) Escala 1: 50 000)

A bacia abrange uma área de 145,46km², com um perímetro total de 83,4km, e uma rede fluvial com o comprimento de 409,98km. O canal principal da bacia possui atualmente 34,14km, porém se considerada a condição natural da bacia, ou seja, a rede hidrográfica anterior à retificação dos cursos d'água na baixa planície, o rio apresentaria um canal principal com 36,6km. Outros índices e aspectos da bacia são apresentados no quadro 06.

Como a seção transversal estabelecida para medições de vazão situa-se na alta bacia e possui uma área de captação distinta dentro da bacia, cumpre apresentar as características desta, que possui uma área de 35,3km² e um comprimento total dos cursos d'água de 90,94km (IBGE 1978a; IBGE 1978b).

QUADRO 06 - Características físico-hidrográficas da Bacia do Rio Inferninho

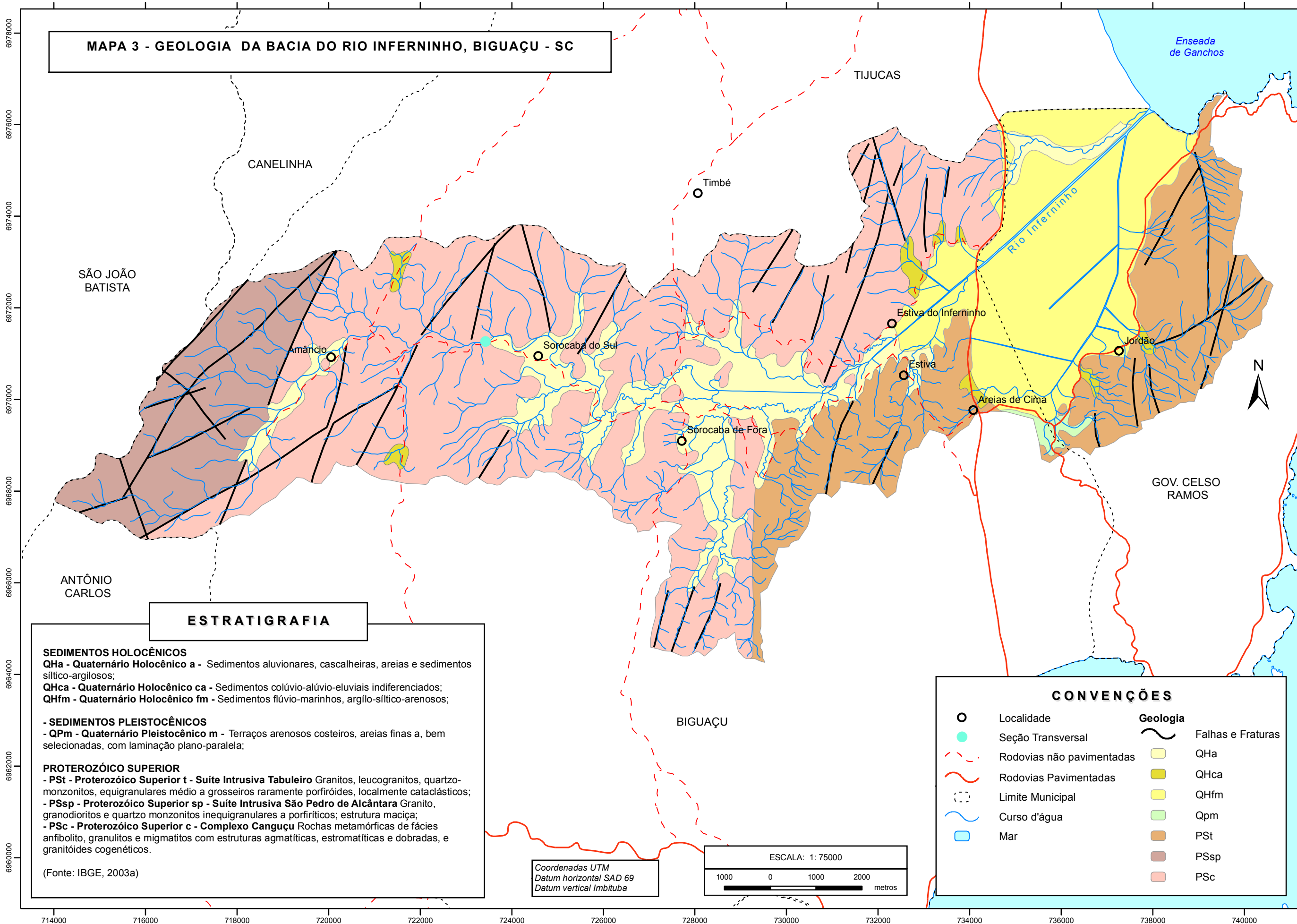
Índice	Equação *	Bacia	Alta Bacia a montante da seção transversal
Índice de Circularidade – K_c	$0,28 \times P / \sqrt{A}$	1,93	1,37
Índice de Forma - K_f	A / L^2	0,222	0,394
Ordem Máxima (Strahler)	-	6ª Ordem	4ª Ordem
Densidade da Drenagem – D_d (km/km²)	L / A	2,82	2,57
Sinuosidade do Canal Principal – Sin	L_p / L_t	1,36	1,24

* VILLELA e MATTOS (1975); SILVEIRA (1997); TUCCI (1997). Mapa Fonte: IBGE (1978); IBGE (1978b) Escala 1: 50 000.

O estabelecimento da seção transversal de medição de vazão seguiu critérios específicos, que foram já detalhados no capítulo 3. A seguir são apresentadas as características de geologia, geomorfologia, declividade, solos, vegetação e uso do solo da Bacia do Rio Inferninho de modo geral, com um detalhamento maior relativo à área da alta bacia, a montante da seção transversal de medição de vazão.

A geologia da Bacia do Rio Inferninho, apresentada no Mapa 03, é composta por rochas metamórficas do Complexo Canguçu; granitos, granodioritos e quartzos monzonitos da Suíte Intrusiva São Pedro de Alcântara; granitos, leucogranitos e quartzos monzonitos da Suíte Intrusiva Tabuleiro, todos originados no Proterozóico Superior.

MAPA 3 - GEOLOGIA DA BACIA DO RIO INFERNINHO, BIGUAÇU - SC



ESTRATIGRAFIA

SEDIMENTOS HOLOCÊNICOS

- QH_a** - Quaternário Holocênico a - Sedimentos aluvionares, cascalheiras, areias e sedimentos siltyco-argilosos;
- QH_{ca}** - Quaternário Holocênico ca - Sedimentos colúvio-alúvio-eluviais indiferenciados;
- QH_{fm}** - Quaternário Holocênico fm - Sedimentos flúvio-marinhos, argilo-siltico-arenosos;

- SEDIMENTOS PLEISTOCÊNICOS

- QP_m** - Quaternário Pleistocênico m - Terraços arenosos costeiros, areias finas a, bem selecionadas, com laminação plano-paralela;

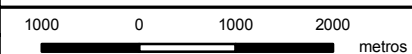
PROTEROZÓICO SUPERIOR

- PSt** - Proterozóico Superior t - **Suíte Intrusiva Tabuleiro** Granitos, leucogranitos, quartzo-monzonitos, equigranulares médio a grosseiros raramente porfiróides, localmente cataclásticos;
- PSsp** - Proterozóico Superior sp - **Suíte Intrusiva São Pedro de Alcântara** Granito, granodioritos e quartzo monzonitos inequigranulares a porfiríticos; estrutura maciça;
- PSc** - Proterozóico Superior c - **Complexo Canguçu** Rochas metamórficas de fácies anfibolito, granulitos e migmatitos com estruturas agmatíticas, estromatíticas e dobradas, e granitóides cogenéticos.

(Fonte: IBGE, 2003a)

Coordenadas UTM
Datum horizontal SAD 69
Datum vertical Imbituba

ESCALA: 1: 75000



CONVENÇÕES

- | | | | |
|-----------|---------------------------|--|-------------------|
| ○ | Localidade | | Falhas e Fraturas |
| ● | Seção Transversal | | QH _a |
| - - - | Rodovias não pavimentadas | | QH _{ca} |
| — | Rodovias Pavimentadas | | QH _{fm} |
| - · - · - | Limite Municipal | | Q _{pm} |
| | Curso d'água | | PSt |
| | Mar | | PS _{sp} |
| | | | PSc |

Este mapa é parte integrante da dissertação de mestrado em geografia "Hidrologia das águas superficiais da Bacia do Rio Inferninho, Biguaçu - SC", autor Geóg. Diogo Barnetche UFSC/CFH/GCN/PPGGEO.

Fonte: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Projeto de Gerenciamento Costeiro, Carta Geologia, Camboriú - 2003. Folhas SG.22-Z-D-II (MI2894) e SG.22-Z-D-III (MI 2895) Escala 1: 100 000

Quanto aos tipos de sedimentos encontrados na bacia, podem ser destacados os depósitos pleistocênicos costeiros, com areias finas e médias, e os holocênicos, com sedimentos aluvionares, cascalheiras, areias e sedimentos síltico-argilosos, sedimentos colúvio-alúvio-eluviais indiferenciados, e sedimentos flúvio-marinhos argilo-síltico-arenosos (IBGE, 2003a).

Grande área da Bacia do Rio Inferninho, 64,73km² ou 44,5% da área total, possui como substrato geológico as rochas do Complexo Canguçu. No setor sudeste da bacia o predomínio é de rochas da Suíte Intrusiva Tabuleiro, que abrangem uma área de 24.87km², correspondendo a 17,1% da área total da bacia. Já na área da alta bacia estabelecida a partir da seção transversal de medições de vazões, são encontradas rochas da Suíte Intrusiva São Pedro de Alcântara, que apresentam neste setor uma área de 13,78km² (38%) , mas ainda há o predomínio de rochas metamórficas do Complexo Canguçu, com 19,69km² (ou 55% desta área específica).

Há ainda na área da alta bacia depósitos sedimentares, classificados como Depósitos Holocênicos aluvionares, com cascalheiras, depósitos arenosos e síltico argilosos, formando uma planície de nível de base local, que abriga a localidade do Amâncio. Neste caso há o armazenamento da água tanto nas fraturas e falhas do substrato rochoso, quanto nesta planície de nível de base local, ambos alimentando o escoamento superficial do Rio Inferninho.

A Bacia do Rio Inferninho, conforme Esteves (2001, p.21) “possui lineamentos geológicos em orientações predominantemente NE-SW e NW-SE”, orientação típica em modelados da Unidade Geomorfológica Serras do Leste Catarinense (BARNETCHE, 2004), unidade esta, que abrange grande parte da bacia, com modelados de dissecação colinosos, dissecação em morraria e dissecação em montanha. As linhas de falhas e/ou diferenças na litologia promovem níveis de base locais, formando rápidos e cachoeiras (fig. 15) principalmente nas áreas a montante da localidade de Sorocaba do Sul (LUIZ, 1996).

Um outro efeito provocado pelos níveis de base locais na morfologia é o da retenção de sedimentos em planícies alveolares o que limita a incisão do talvegue e promove o meandramento do Rio Inferninho. Nestas planícies de nível de base

local, ocorre o povoamento como nas localidades do Amâncio e Sorocaba do Sul (ALMEIDA, 1982).



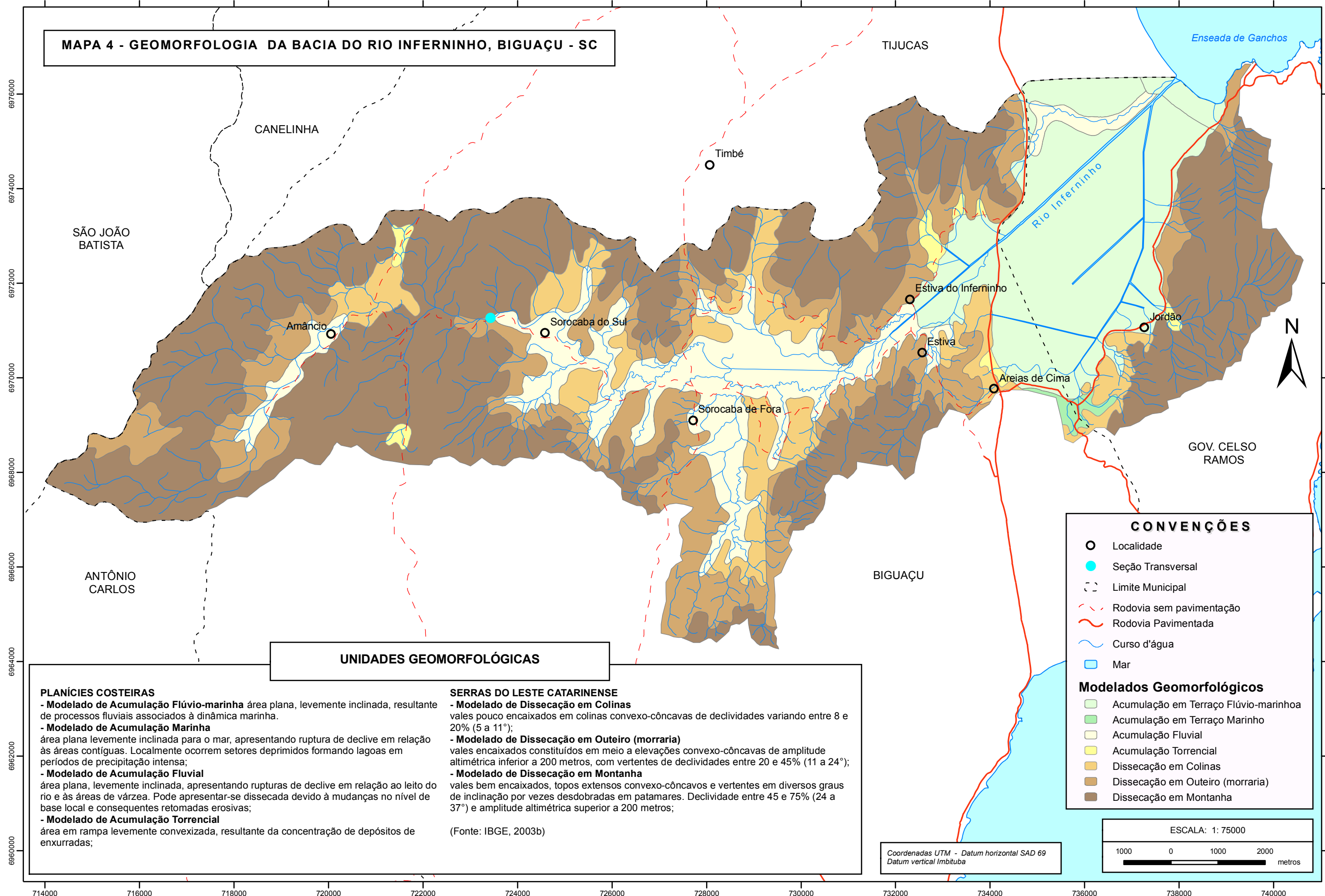
FIGURA 15 – Linha de falha SW – NE

(Autor: D. Barnetche 22/07/2004)

Estas planícies alveolares integram a Unidade Geomorfológica Planícies Costeiras, correspondentes aos modelados de Acumulação Fluvial, com terraços fluviais planos e levemente inclinados (IBGE, 2003b). Outros tipos de depósitos encontrados na Bacia do Rio Inferninho são os vinculados às chuvas torrenciais, com rampas levemente convexizadas, além dos modelados de acumulação fluvial, flúvio-marinha e marinha, com áreas planas, levemente inclinadas (IBGE, 2003b), conforme mapa 04.

A partir da base planialtimétrica oferecida pelas cartas 1: 50.000 do IBGE (1978a; 1978b), foi possível elaborar um mapa de declividades para a Bacia do Rio Inferninho. A bacia apresenta áreas planas, principalmente nas áreas mais próximas à foz do Rio Inferninho, totalizando 57,26 km², correspondente a 39,4% da área da bacia. Ainda assim, a bacia apresenta áreas fortemente onduladas e montanhosas, totalizando 50,78 km², ou 34,9% da área, denotando a existência de abruptas variações altimétricas, conforme mapa 05. Os outros 37,42km², ou 25,7% da área total, estão distribuídos em áreas suavemente onduladas e onduladas.

MAPA 4 - GEOMORFOLOGIA DA BACIA DO RIO INFERNINHO, BIGUAÇU - SC



UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

PLANÍCIES COSTEIRAS

- **Modelado de Acumulação Flúvio-marinha** área plana, levemente inclinada, resultante de processos fluviais associados à dinâmica marinha.
- **Modelado de Acumulação Marinha** área plana levemente inclinada para o mar, apresentando ruptura de declive em relação às áreas contíguas. Localmente ocorrem setores deprimidos formando lagoas em períodos de precipitação intensa;
- **Modelado de Acumulação Fluvial** área plana, levemente inclinada, apresentando rupturas de declive em relação ao leito do rio e às áreas de várzea. Pode apresentar-se dissecada devido à mudanças no nível de base local e consequentes retomadas erosivas;
- **Modelado de Acumulação Torrencial** área em rampa levemente convexizada, resultante da concentração de depósitos de enxurradas;

SERRAS DO LESTE CATARINENSE

- **Modelado de Dissecação em Colinas** vales pouco encaixados em colinas convexo-côncavas de declividades variando entre 8 e 20% (5 a 11°);
- **Modelado de Dissecação em Outeiro (morraria)** vales encaixados constituídos em meio a elevações convexo-côncavas de amplitude altimétrica inferior a 200 metros, com vertentes de declividades entre 20 e 45% (11 a 24°);
- **Modelado de Dissecação em Montanha** vales bem encaixados, topos extensos convexo-côncavos e vertentes em diversos graus de inclinação por vezes desdobradas em patamares. Declividade entre 45 e 75% (24 a 37°) e amplitude altimétrica superior a 200 metros;

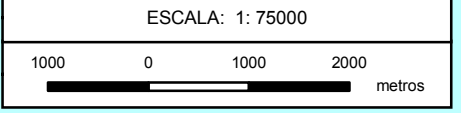
(Fonte: IBGE, 2003b)

CONVENÇÕES

- Localidade
- Seção Transversal
- - - Limite Municipal
- - - Rodovia sem pavimentação
- Rodovia Pavimentada
- ~ Curso d'água
- Mar

Modelados Geomorfológicos

- Acumulação em Terraço Flúvio-marinho
- Acumulação em Terraço Marinho
- Acumulação Fluvial
- Acumulação Torrencial
- Dissecação em Colinas
- Dissecação em Outeiro (morraria)
- Dissecação em Montanha



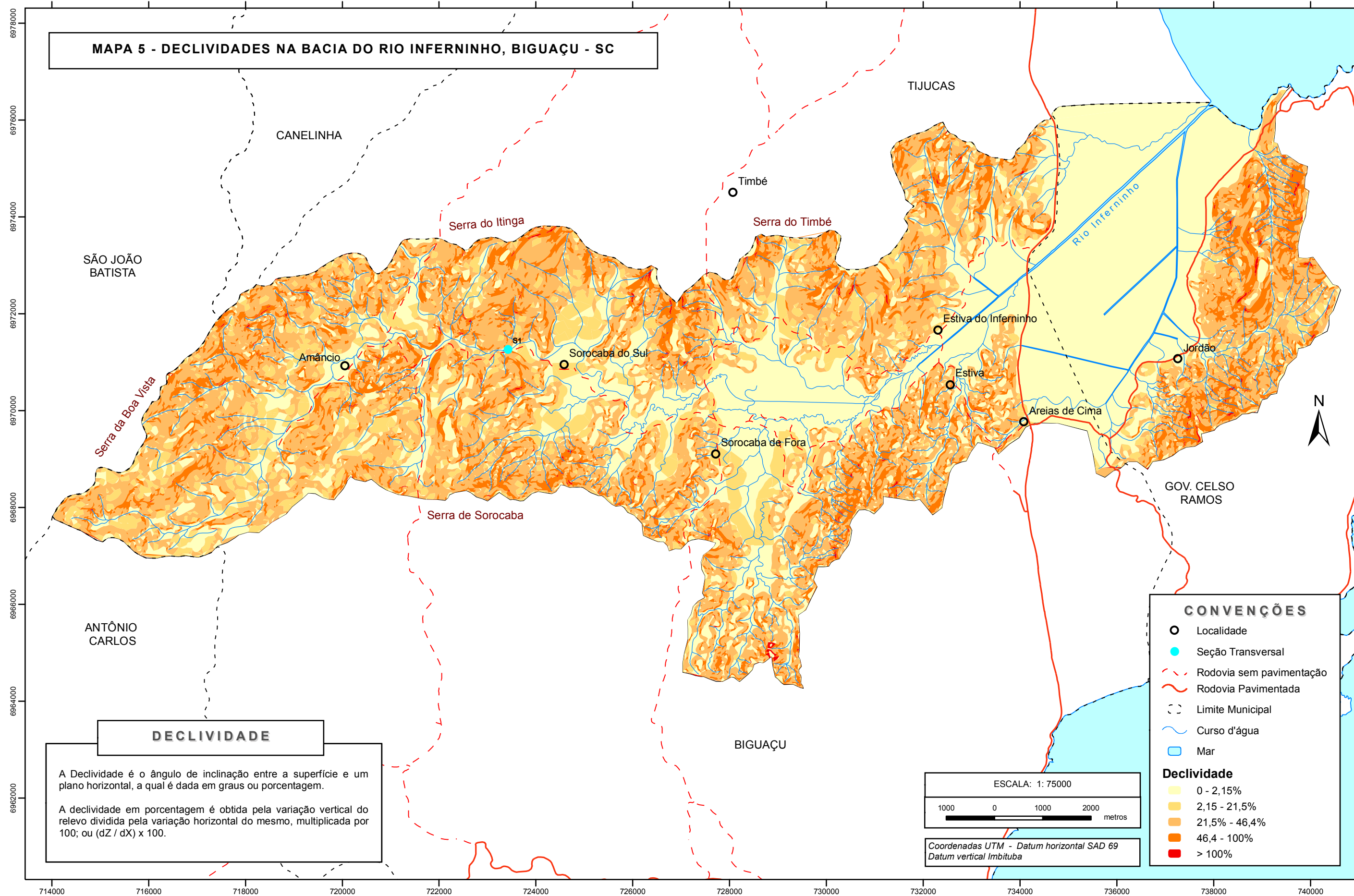
Coordenadas UTM - Datum horizontal SAD 69
Datum vertical Imbituba

714000 716000 718000 720000 722000 724000 726000 728000 730000 732000 734000 736000 738000 740000

Este mapa é parte integrante da dissertação de mestrado em geografia "Hidrologia das águas superficiais da Bacia do Rio Inferninho, Biguaçu - SC", autor Geóg. Diogo Barnetche UFSC/CFH/GCN/PPGGEO.

Fonte: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Projeto de Gerenciamento Costeiro, Carta Geomorfologia, Camboriú - 2003. Folhas SG.22-Z-D-II (MI2894) e SG.22-Z-D-III (MI 2895) Escala 1: 100000

MAPA 5 - DECLIVIDADES NA BACIA DO RIO INFERNINHO, BIGUAÇU - SC



DECLIVIDADE

A Declividade é o ângulo de inclinação entre a superfície e um plano horizontal, a qual é dada em graus ou porcentagem.

A declividade em porcentagem é obtida pela variação vertical do relevo dividida pela variação horizontal do mesmo, multiplicada por 100; ou $(dZ / dX) \times 100$.

CONVENÇÕES

- Localidade
- Seção Transversal
- - - Rodovia sem pavimentação
- Rodovia Pavimentada
- - - Limite Municipal
- ~ Curso d'água
- Mar

Declividade

- 0 - 2,15%
- 2,15 - 21,5%
- 21,5% - 46,4%
- 46,4 - 100%
- > 100%

ESCALA: 1: 75000

1000 0 1000 2000 metros

Coordenadas UTM - Datum horizontal SAD 69
Datum vertical Imbituba

Este mapa é parte integrante da dissertação de mestrado em geografia "Hidrologia das águas superficiais da Bacia do Rio Inferninho, Biguaçu - SC", autor Geóg. Diogo Barnette UFSC/CFH/GCN/PPGGE.

Fonte: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Cartas São João Batista (Folhas SG.22-Z-D-II - MI 2894) e Biguaçu (SG.22-Z-D-III - MI 2895) Escala 1: 50 000

Na Fig. 16 é apresentado o Modelo Digital de Terreno (MDT), que possibilita uma melhor visualização da área da alta bacia. Este MDT foi gerado a partir do *software Arcgis 9.1*, através da geração de uma grade de triangulação entre as curvas de níveis. A partir da mesma base de triangulações, foi gerado o mapa 05, no qual são apresentadas as declividades obtidas automaticamente. As classes de declividade utilizadas não correspondem com exatidão às propostas pela Embrapa (1999), porém, são as que apresentaram maior proximidade em relação à classificação proposta.

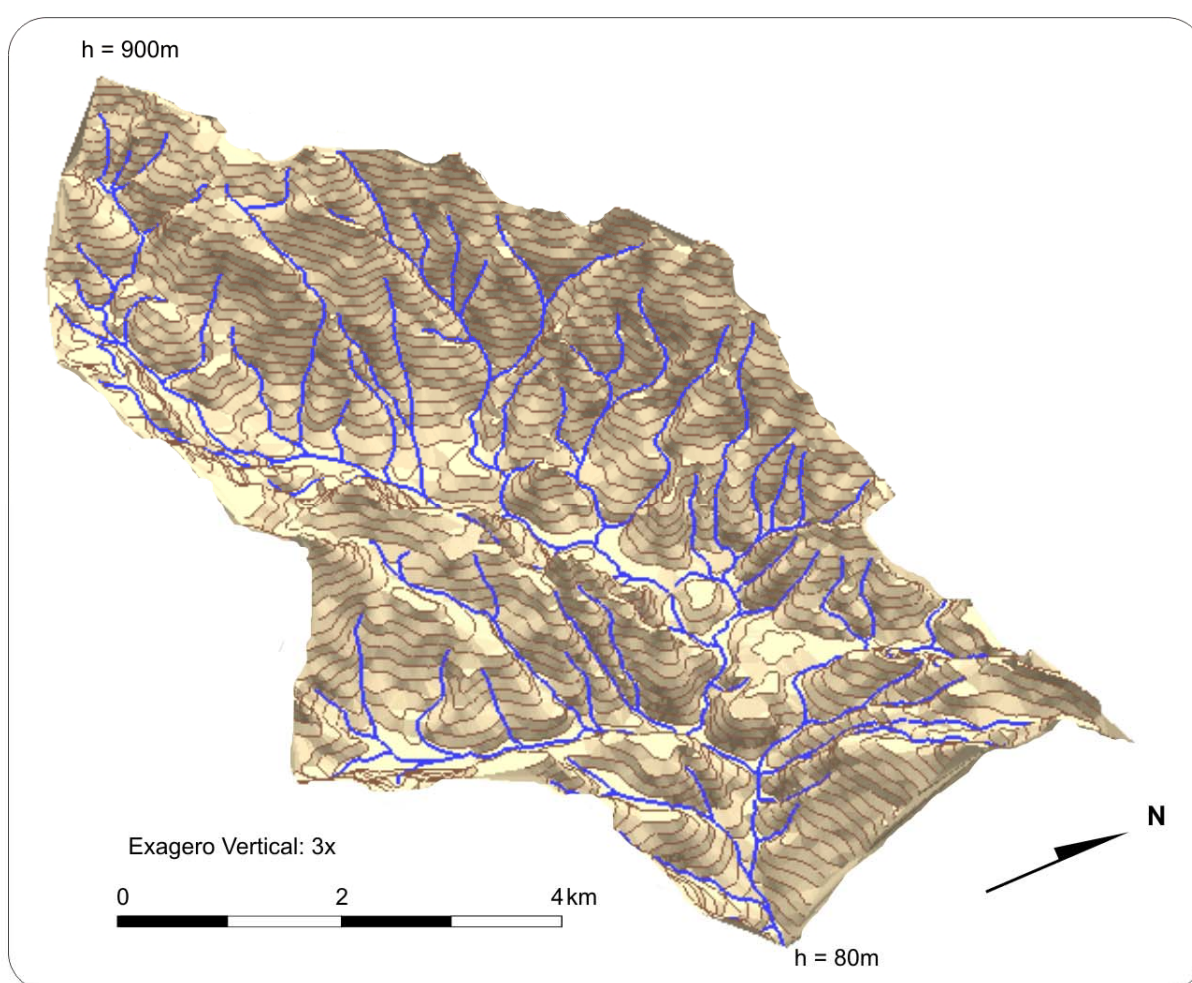


FIGURA 16 – MDT – Alta Bacia

O Sistema de Classificação de Solos, formalizado no Brasil (EMBRAPA, 2005) traz alterações em relação ao sistema que há pouco havia sido proposto, (EMBRAPA, 1999) que vinha sendo comumente utilizado. Desta forma, a caracterização de solos apresentada no Mapa da Bacia do Rio Inferninho (IBGE,

2003c) que segue ainda o sistema anterior ao de 1999, foi atualizada com base em Resende *et al.*, (2002) e EMBRAPA (2005) conforme quadro 07.

QUADRO 07 – Atualização da Classificação de Solos

Sistema Antigo	Sistema Novo – 2005
Podzólico Vermelho-Amarelo	Argissolo Vermelho-Amarelo
Cambissolo	Cambissolo
Glei Húmico	Gleissolo Melânico
Glei Pouco Húmico	Gleissolo Háptico
Solo Aluvial	Neossolo Flúvico
Areias Quartzosas	Neossolo Quartzarênico

(Fontes: IBGE, 2003c; EMBRAPA, 2005; RESENDE *et al.*, 2002)

Assim na Bacia do Rio Inferninho os tipos de solos predominantes são os Argissolos Vermelho-amarelo álicos que cobrem 43% da área da bacia e os Cambissolos Hápticos com 28,4%. Ocorre ainda, com menor abrangência a classe dos Cambissolos Distróficos, em 8,6% da bacia, principalmente nas áreas correspondentes aos modelados de acumulação torrencial, conforme apresentado no mapa geomorfológico, mapa 04 (IBGE, 2003b).

Os **Cambissolos** possuem textura argilo-siltosa, o que incorre em uma alta capacidade de retenção de água. A presença de silte nestes solos indica que estes são jovens, ou seja, mesmo que apresentem uma seqüência completa de horizontes, o desenvolvimento pedogenético é ainda incipiente (REZENDE *et al.*, 2002). Os **Argissolos** vermelho-amarelos, anteriormente classificados como podzólicos vermelho-amarelos, são os solos com B textural mais comuns no Brasil. Conforme Rezende *et al.* (2002) são bem distribuídos no território brasileiro e ocupam geralmente as áreas de relevo mais acidentado na paisagem. Nas áreas mais próximas à foz do Rio Inferninho os solos predominantes são, segundo o IBGE (2003c) os Glei Eutróficos e Húmico Eutróficos, que juntos totalizam 18,7% da área da bacia. Na classificação da EMBRAPA (1999), conforme Rezende (2002), os solos Glei Eutróficos passam a ser classificados como **Gleissolos Hápticos**, enquanto os solos com maior saturação de água, anteriormente identificados como Glei Húmicos, passam a ser classificados como **Gleissolos Melânicos**.

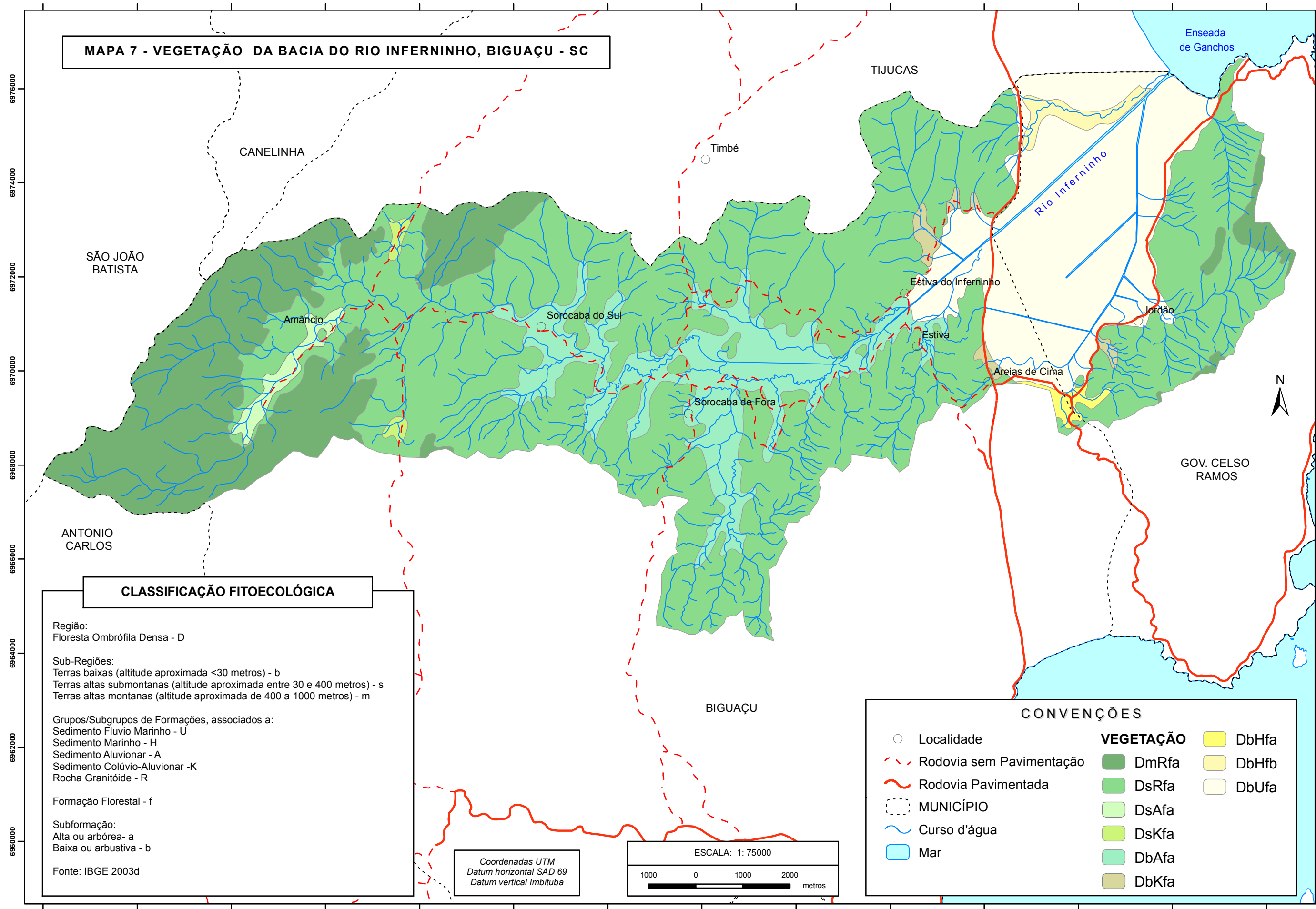
Já os **Neossolos** agrupam os solos anteriormente classificados como litólicos, regossolos, aluviais, e as areias quartzosas, sendo os dois últimos encontrados na bacia, classificados como Neossolos aluviais e Neossolos Quartzarênicos, conforme apresenta o mapa 06.

Na área da alta bacia (35,3km²), encontra-se uma inversão no predomínio de classes de solos entre os argissolos e os cambissolos, sendo que o primeiro abrange apenas 16,4% da área, enquanto os cambissolos álicos totalizam 78,4%. Novamente figuram os Cambissolos distróficos, com distribuição mais concentrada, nas áreas de acumulação gerada por regimes torrenciais.

A vegetação nativa encontrada na bacia, com base em Klein (1978), era do tipo Floresta Tropical de Encosta Atlântica. Almeida (1982. p. 36) afirma que este tipo de vegetação “recobria quase a totalidade da área de estudo”. Luiz (1996, p. 21) expõe, à época de sua pesquisa, que “... este tipo de vegetação encontra-se ausente em muitos trechos da bacia, ou está em seus estágios intermediários de sucessão ecológica”. O mapa 07 apresenta a vegetação da bacia, com base em fotointerpretação realizada pelo IBGE, fundamentada nas fotos aéreas de 1978.

Segundo Wolff (1995) as áreas de ausência da Floresta Tropical de Encosta Atlântica são conseqüências da exploração de madeira que teve grande importância econômica para a população local a partir do início do século passado, até a década de 80. Até a década de 1970 a extração de madeira para tábuas era a principal atividade econômica nas áreas compreendidas como Amâncio e Sorocaba do Sul. Esta dinâmica sofreu alterações devido à escassez de árvores de porte apropriado para aproveitamento, devido à exploração intensiva. Outro fator importante na alteração do regime de extração vegetal na área é a proibição do corte de mata atlântica, fundamentada no Decreto nº750 de 1993 (WOLFF, 1995).

MAPA 7 - VEGETAÇÃO DA BACIA DO RIO INFERNINHO, BIGUAÇU - SC



CLASSIFICAÇÃO FITOECOLÓGICA

Região:
Floresta Ombrófila Densa - D

Sub-Regiões:
Terras baixas (altitude aproximada <30 metros) - b
Terras altas submontanas (altitude aproximada entre 30 e 400 metros) - s
Terras altas montanas (altitude aproximada de 400 a 1000 metros) - m

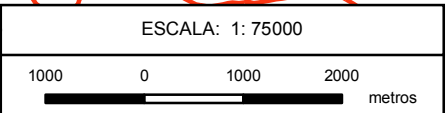
Grupos/Subgrupos de Formações, associados a:
Sedimento Fluvio Marinho - U
Sedimento Marinho - H
Sedimento Aluvionar - A
Sedimento Colúvio-Aluvionar -K
Rocha Granitóide - R

Formação Florestal - f

Subformação:
Alta ou arbórea- a
Baixa ou arbustiva - b

Fonte: IBGE 2003d

Coordenadas UTM
Datum horizontal SAD 69
Datum vertical Imbituba



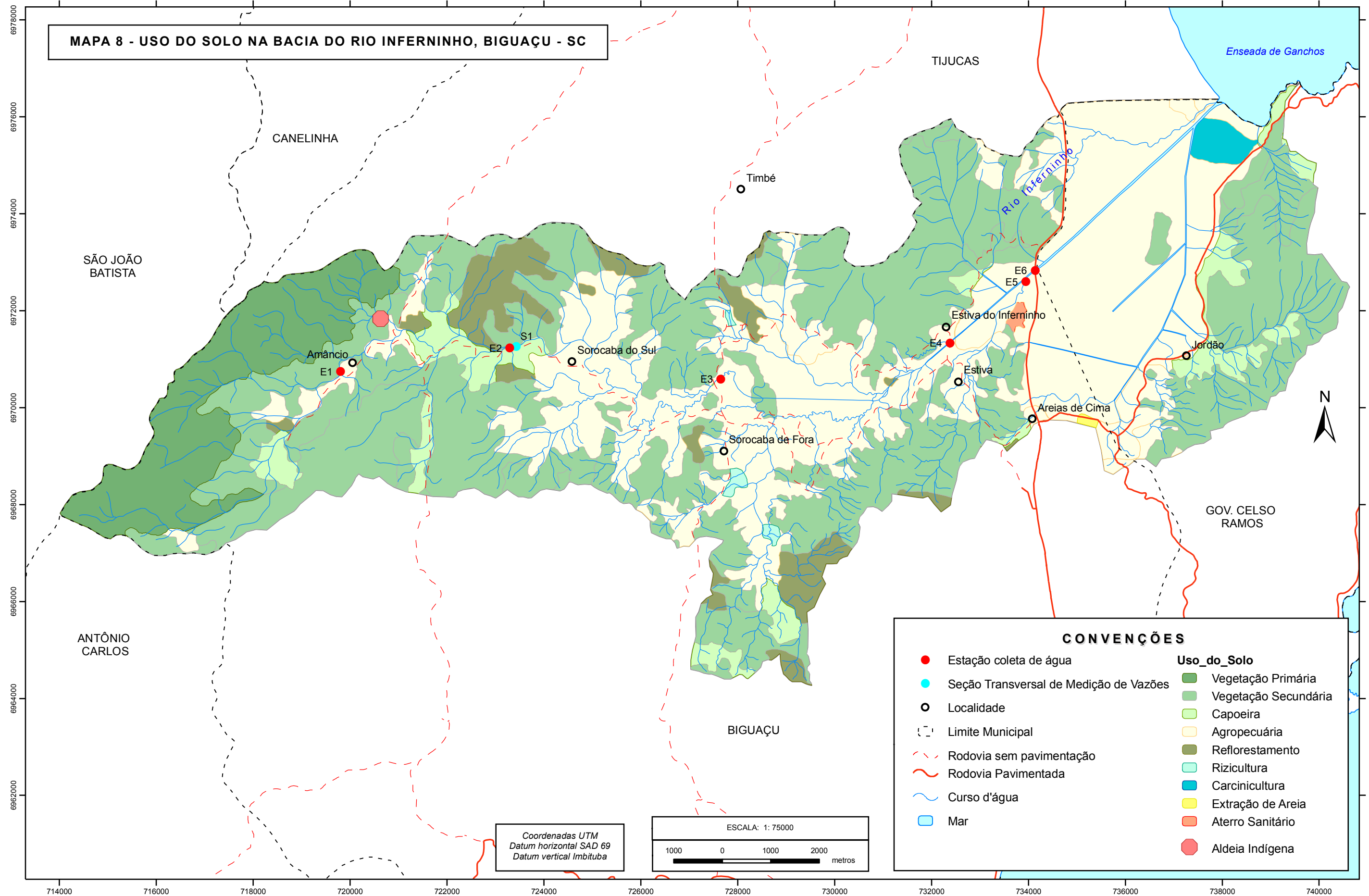
CONVENÇÕES

○ Localidade	DmRfa	DbHfa
Rodovia sem Pavimentação	DsRfa	DbHfb
Rodovia Pavimentada	DsAfa	DbUfa
MUNICÍPIO	DsKfa	
Curso d'água	DbAfa	
Mar	DbKfa	

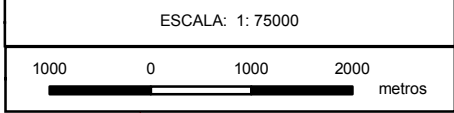
Este mapa é parte integrante da dissertação de mestrado em geografia "Hidrologia das águas superficiais da Bacia do Rio Inferninho, Biguaçu - SC", autor Geólg. Diogo Barnette UFSC/CFH/GCN/PPGGEO.

Fonte: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Projeto de Gerenciamento Costeiro, Carta Vegetação, Camboriú - 2003. Folhas SG.22-Z-D-II (MI2894) e SG.22-Z-D-III (MI 2895) Escala 1: 100000

MAPA 8 - USO DO SOLO NA BACIA DO RIO INFERNINHO, BIGUAÇU - SC



Coordenadas UTM
Datum horizontal SAD 69
Datum vertical Imbituba



CONVENÇÕES

● Estação coleta de água	Uso do Solo
● Seção Transversal de Medição de Vazões	■ Vegetação Primária
○ Localidade	■ Vegetação Secundária
⋮ Limite Municipal	■ Capoeira
--- Rodovia sem pavimentação	■ Agropecuária
— Rodovia Pavimentada	■ Reflorestamento
~ Curso d'água	■ Rizicultura
□ Mar	■ Carcinicultura
	■ Extração de Areia
	■ Aterro Sanitário
	● Aldeia Indígena

Este mapa é parte integrante da dissertação de mestrado em geografia "Hidrologia das águas superficiais da Bacia do Rio Inferninho, Biguaçu - SC", autor Geóg. Diogo Barnetche UFSC/CFH/GCN/PPGGEO.

Fonte: IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Projeto de Gerenciamento Costeiro, Carta Uso do Solo, Camboriú - 2003. Folhas SG.22-Z-D-II (MI2894) e SG.22-Z-D-III (MI2895) Escala 1: 50.000

Bernardy (2005) apresenta dados relativos à cobertura vegetal, com base em análise de fotos aéreas de 1978 e 1995 (cobertura parcial da bacia) e imagens de satélite de 1999 e 2002. Em sua pesquisa o autor divide a bacia em três setores distintos, alta bacia (correspondente ao Amâncio) média bacia (correspondente à Sorocaba do Sul) e baixa bacia. O autor indica a presença de mata nativa e exótica (Pinus e eucalipto) a partir da média bacia para montante, ocupando principalmente as áreas de maior declividade, e o predomínio de gramíneas nas áreas mais planas, próximas à foz do Rio Inferninho.

Observa-se que a atividade de extração de madeira nativa praticamente cessou, porém a atividade madeireira na região continua com o plantio e a comercialização de Pinus e eucalipto, sendo juntamente com a pecuária bovina, as principais atividades econômicas na área compreendida como Amâncio, na alta bacia (Fig. 17).

Em relação à ocupação humana na Bacia, Wolff (1995) expõe que a partir de meados da década de 60 houve um esvaziamento populacional nas localidades do Amâncio e de Sorocaba do Sul, acompanhado da substituição do sistema tradicional de produção por sítios de lazer não produtivos, e lotes semi-urbanos de moradores vinculados profissionalmente à cidade. Bernardy (2005) indica, conforme pesquisas realizadas na área em 2004, que o número de famílias na bacia nesta época era próximo a duzentos.

Há na bacia uma recente ocupação indígena por um grupo Guarani, inicialmente com alguns índios da etnia Mbya, que tiveram que sair da área onde viviam em Campo Bonito/RS, para se instalarem na área do Amâncio, que recebeu índios de outras aldeias a partir de então.

Esta área foi denominada pelos indígenas de *Yvy Ju Miri* (terra sagrada, amarela), pois apresenta os recursos naturais necessários à sobrevivência, como árvores específicas, plantas medicinais, argila, água potável, mata, pasto e solo para cultivo (SANTOS *et al*, 2004).

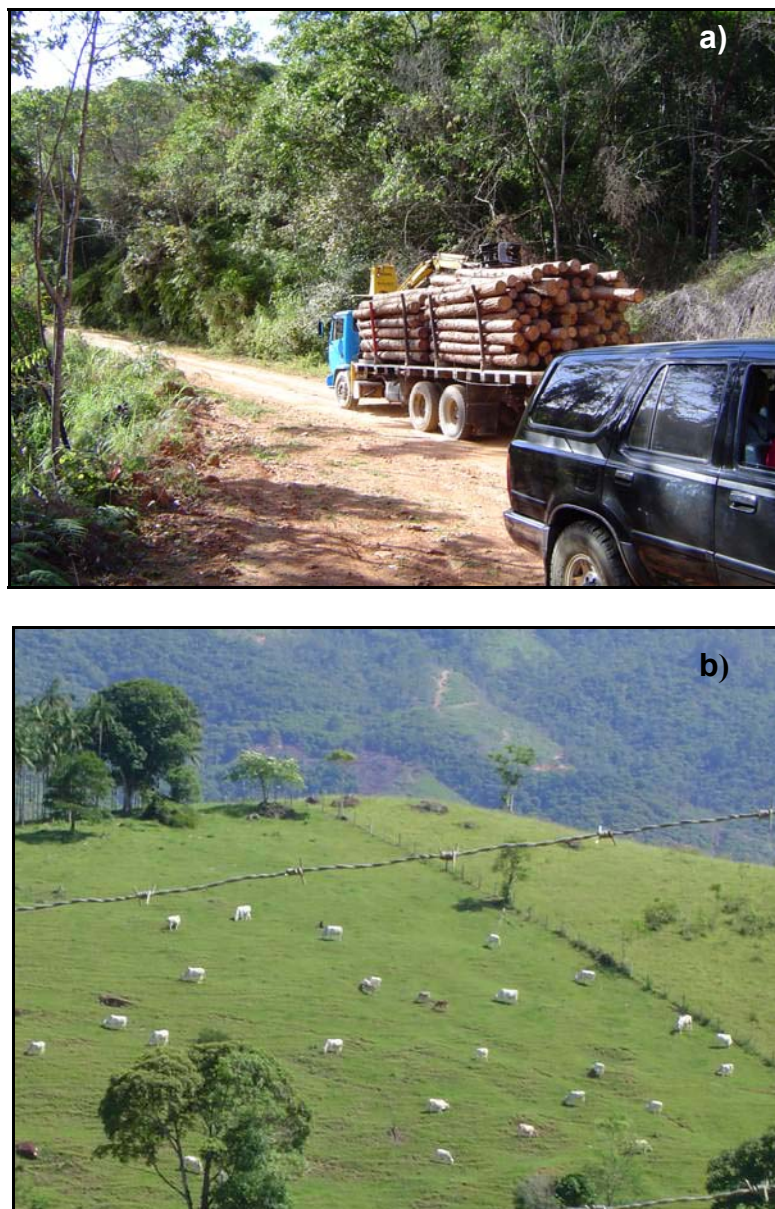


FIGURA 17 – a) Toras de Pinus; b) Pastagem em colinas na alta bacia
(Fotos do autor: 14/07/2004)

Conforme observações em campo, as principais atividades econômicas desenvolvidas na bacia de estudo são atualmente o plantio de Eucalipto e *Pinus*, a pecuária extensiva, a rizicultura e próximo à foz, a carcinocultura. Além destas, figuram como principais geradoras de preocupação quanto à questão ambiental, a deposição de resíduos sólidos no aterro sanitário da Grande Florianópolis, que recebe em média 500 toneladas de lixo por dia, conforme Bernardy (2005). As leis ambientais exigem um monitoramento dos efluentes, o que é considerado e aplicado pela mantenedora do aterro (Formaco Transambiental), porém o autor salienta que

eventos extremos de pluviosidade, podem incorrer em extravasamento das lagoas de decantação, e conseqüente prejuízo à qualidade da água do Rio Inferninho, uma vez que este aterro situa-se a 550 metros do curso d'água principal da bacia. O deságüe em áreas de planície aumenta os riscos de dispersão de poluentes oriundos do aterro sanitário, uma vez que em casos de extravasamento das lagoas de decantação, conforme indicado, há uma tendência de que áreas maiores sejam atingidas.

Existe ainda a montante do aterro sanitário uma indústria de beneficiamento de restos animais para produção de farinha de osso e gordura animal na localidade da Estiva. Essa distribuição de atividades e usos do solo pode ser observada no mapa 08.

Conforme DNPM (2006) existem 34 títulos minerários na bacia. A grande parte destes títulos está ainda em fase de Autorização para Pesquisa Mineral, ou seja, são áreas que no mínimo apresentam um potencial de extração mineral na área de estudo. Estas pesquisas estão registradas em sua maioria para Argila refratária e areia, mas existem ainda pesquisas registradas para estanho, granito, turfa e água mineral.

Já existe extração de areia na bacia, tanto no leito do rio inferninho, próximo à Sorocaba de Fora, quanto em cavas a céu aberto próximas da localidade de Areias de Cima.

A existência de títulos minerários em fase de autorização de pesquisa para turfa e estanho, não significa que há ocorrência dessas substâncias na área da bacia. Trata-se muitas vezes de uma manobra utilizada pelas mineradoras, no sentido de solicitar ao Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), áreas maiores para pesquisa mineral do que as passíveis de autorização para pesquisas de areia e argila (até 1000 hectares). Desta forma o requerente além de receber autorização para pesquisar uma área maior, até 2000 hectares, consegue limitar o avanço de possíveis mineradoras concorrentes, garantindo pelo menos durante o tempo da pesquisa, as jazidas situadas no interior da poligonal do alvará de pesquisa concedido.

Esta caracterização da bacia permite observar algumas relações entre os diversos aspectos apresentados, de modo a facilitar o entendimento do comportamento hidrológico do Rio Inferninho, para a área da alta bacia, já que as vazões medidas são condicionadas pela configuração natural daquela área.

A Bacia do Rio Inferninho, a montante da seção transversal de medidas de vazão apresenta uma boa densidade de canais fluviais, e uma sinuosidade (*Sin*) de 1,24 no canal principal. Estas características aliadas a um índice de circularidade próximo de um, indicam uma tendência de que o escoamento resultante de uma eventual chuva apresente um pico de cheia em poucas horas.

Ainda assim, o solo, constituído de argissolos e cambissolos, aliado a um substrato rochoso fraturado, armazena as águas das chuvas e alimenta o escoamento superficial do Rio Inferninho. Estas características tendem a atenuar a velocidade do processo de diminuição da vazão após o término de um evento pluviométrico.

A caracterização geomorfológica desta área denota o efeito da estrutura geológica da bacia, composta por rochas granitóides, com canais bem encaixados, por vezes apresentam-se alinhados em fraturas e falhas, e em outras com inúmeras cachoeiras em seqüência, cruzando outras falhas e fraturas.

A vegetação neste setor da alta bacia é bem preservada, com árvores de grande porte, nativas da mata atlântica. Esta floresta, tende a regular a capacidade de fornecimento de água do Rio Inferninho, diminuindo a amplitude de vazões entre os períodos com maior pluviometria e os períodos de menor pluviometria.

Quanto ao uso do solo, esta área encontra problemas apenas quanto à deficiente condição de saneamento básico. Mesmo havendo poucas famílias ali residentes, há uma emissão de resíduos líquidos e sólidos para os rios.

Nas áreas mais próximas à foz, o canal do rio foi “retilinizado”, fazendo com que o escoamento que antes era retardado pelo meandramento natural do canal, deixe de provocar inundações na planície. Com isso, as áreas de pastagens se ampliaram e a dinâmica de deposição de nutrientes pelo rio, nas áreas de inundação cessou. Atualmente, as pastagens destas áreas chegam até à margem do rio, sem

que haja uma vegetação de maior porte na faixa ripária correspondente à área de preservação permanente.

4.1. O REGIME PLUVIOMÉTRICO NA BACIA DO RIO INFERNINHO

Como a análise realizada nesta pesquisa é diretamente focada na disponibilidade hídrica, a principal componente a ser compreendida em relação ao clima é a precipitação, com sua distribuição no tempo e no espaço.

Segundo Mendonça (2002, p.57) “a caracterização de um clima pressupõe a compreensão da circulação geral e de seus mecanismos de formação de circulação secundária e regional/local”. Assim, considerando que a Bacia do Rio Inferninho situa-se em uma posição intermediária quanto à latitude, na região Sul do Brasil, cabe apresentar os mecanismos de circulação desta região.

Nimer (1989, p. 195-196) afirma que a região Sul do Brasil é “uniforme no que diz respeito à pluviometria e ao ritmo estacional de seu regime”. O autor expõe ainda que há uma “nitidez estacional”, ou seja, estações climáticas bem definidas ao longo do ano, e relaciona esta nitidez à faixa latitudinal na qual se encontra a região.

O período de máximo pluviométrico ocorre geralmente no verão – trimestre JAN-FEV-MAR enquanto o índice mínimo na maioria das vezes é registrado no inverno (NIMER, 1998) o que reafirma o ritmo estacional ao qual está submetida a área de estudo.

Monteiro (2001, p. 70) classifica o Estado de Santa Catarina como “...um dos Estados da Federação que apresenta melhor distribuição pluviométrica durante o ano”, sendo as frentes frias, os vórtices ciclônicos, a convecção tropical, a ZCAS (zona de Convergência do Atlântico Sul) e a circulação marítima os principais sistemas meteorológicos responsáveis pelas chuvas.

Apresentando os sistemas atuantes em cada estação do ano, Monteiro (2001) explica que no verão, a intensidade do calor associada a altos índices de umidade, favorece a formação de nuvens do tipo cumulonimbus através da convecção tropical, resultando em pancadas de chuvas principalmente no período da tarde. O autor indica ainda que a passagem de frentes frias geralmente intensifica a convecção

tropical, gerando chuvas de forte intensidade, descargas elétricas e rajadas de vento. Porém, mesmo com grande volume de chuvas no período do verão, a quantidade de horas de insolação é pouco afetada, uma vez que há um predomínio de nuvens cumuliformes (isoladas). No outono, a frequência de bloqueios atmosféricos às frentes frias é freqüente, ocasionando uma maior estabilidade atmosférica, ou seja, uma redução nos totais pluviométricos principalmente nos meses de maio e junho. As frentes frias chegam ao Rio Grande do Sul, mas desviam para o oceano, assim, em Santa Catarina ocorre o estabelecimento de massas de ar seco e mais aquecido, sendo possível registrarem-se temperaturas acima de 30 graus. No inverno, as condições de tempo são influenciadas por sucessivas massas de ar polar provenientes do continente antártico. Estas massas quando instaladas sobre Santa Catarina, ocasionam tempo estável com céu claro e declínio de temperaturas em todo o Estado. Já a primavera é o período em que o tempo apresenta maior instabilidade, devido principalmente aos Complexos Convectivos de Mesoescala.

Caracterizando o sistema de circulação atmosférica Nimer (1989) indica os principais centros de ação na dinâmica das condições do tempo na região Sul (Fig. 18).

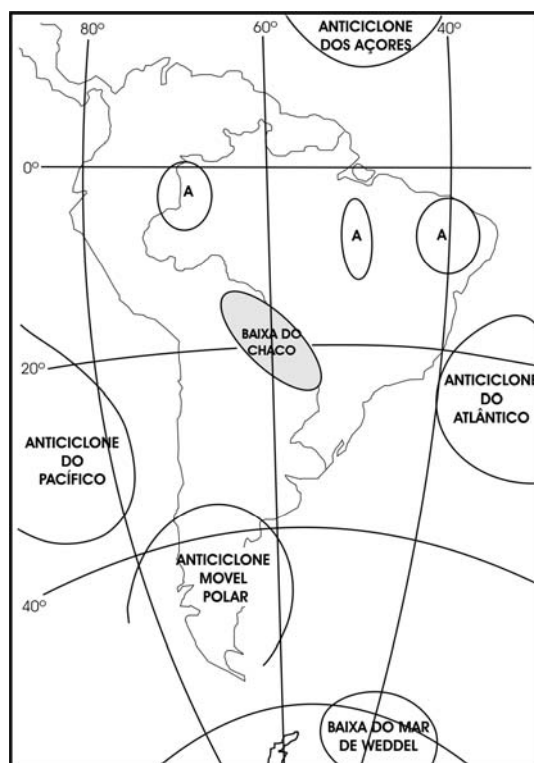


FIGURA 18 – Centros de Ação
(Fonte: NIMER, 1989)

Com base na classificação climática proposta por Köppen, a área da Bacia está inserida na zona de clima temperado chuvoso e quente (Cfa), com chuvas bem distribuídas ao longo do ano, com médias anuais de 1700 – 1800 mm, com temperaturas médias de 24 e 18°C respectivamente nos meses mais quentes e mais frios (SANTA CATARINA, 1986).

Mendonça (2002) indica que Florianópolis, devido a sua posição subtropical a 27°S, não apresenta características climáticas tipicamente temperadas. Essa área apresenta um clima controlado principalmente pela ação das massas Polar Marítima e Tropical Marítima do Atlântico, com verões quentes e invernos frescos, típicos dos climas subtropicais. O ritmo das precipitações é também regulado pela frente polar, pois as chuvas são geralmente pré-frontais, frontais e pós-frontais. Entretanto, são menos abundantes no inverno, leves e contínuas e mais rápidas e torrenciais no verão, principalmente em fevereiro (MENDONÇA, 2002, p. 65).

As chuvas frontais, provocadas pela ação direta das frentes polares, costumam ser intermitentes durante 2, 3 ou mais dias, já as chuvas de verão, de convergência, duram poucos minutos e raramente ultrapassam uma hora (NIMER, 1998).

Através das coletas de dados pluviométricos, realizadas por Beltrame (1995) e Luiz (1996) entre os anos de 1993 e 1995, é possível perceber a sazonalidade do regime de precipitação na Bacia do Rio Inferninho, pois com base nesses dados, observa-se que as maiores precipitações ocorrem nos meses de verão, conforme apresenta a Fig. 19.

Almeida (1982, p. 28) indica que as características topográficas da Bacia do Rio Inferninho não exercem maiores alterações no ritmo dos fenômenos meteorológicos, porém, “nas áreas das nascentes, o relevo será responsável por variações no total pluviométrico, frequência de chuvas, umidade e temperatura”.

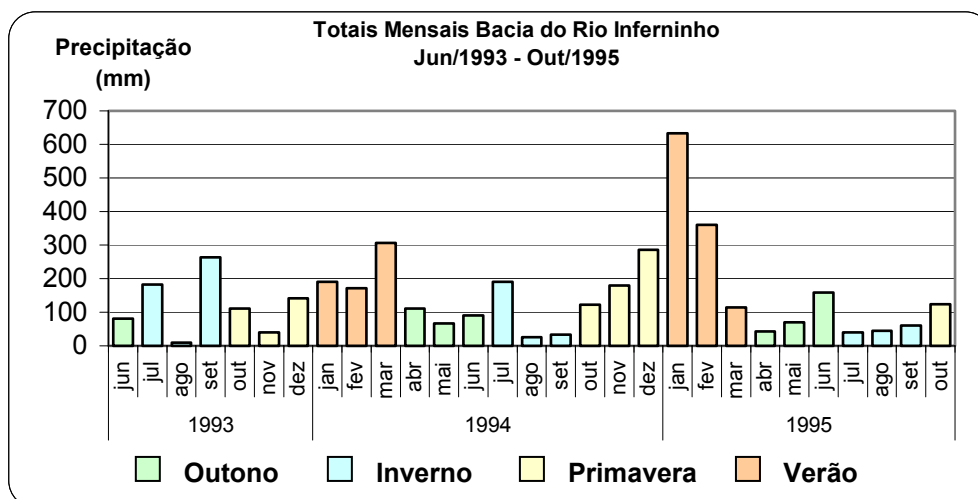


FIGURA 19 – Totais Pluviométricos na Bacia do Rio Inferninho Jun/93 - Out/94
(Fonte: BELTRAME, 1995; LUIZ, 1996)

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Precipitação

Base referencial para o estudo da precipitação na Bacia do Rio Inferninho, são apresentados os dados de precipitação das séries históricas das estações mais próximas da bacia com um período comum de registros compreendido entre os anos de 1977 e 2000, conforme Fig. 20, que traz as médias mensais para tais estações e os valores mensais para 2005.

Comparando os totais anuais das séries históricas com os obtidos em 2005, observa-se que o ano de 2005 apresentou na bacia totais pluviométricos menores que as médias anuais em Antônio Carlos, Major Gercino e Nova Trento. Ainda assim, a diferença entre estas médias e o total de 2005 é relativamente baixa, ficando acima do limite inferior constituído pelo desvio padrão de cada série amostrada. A figura 21 apresenta os valores de precipitação anual apenas para 2005 e as médias anuais para cada estação pluviométrica, com os respectivos limites inferiores e superiores dados pelo desvio padrão da série amostrada, demonstrando a dinâmica de distribuição pluviométrica descrita.

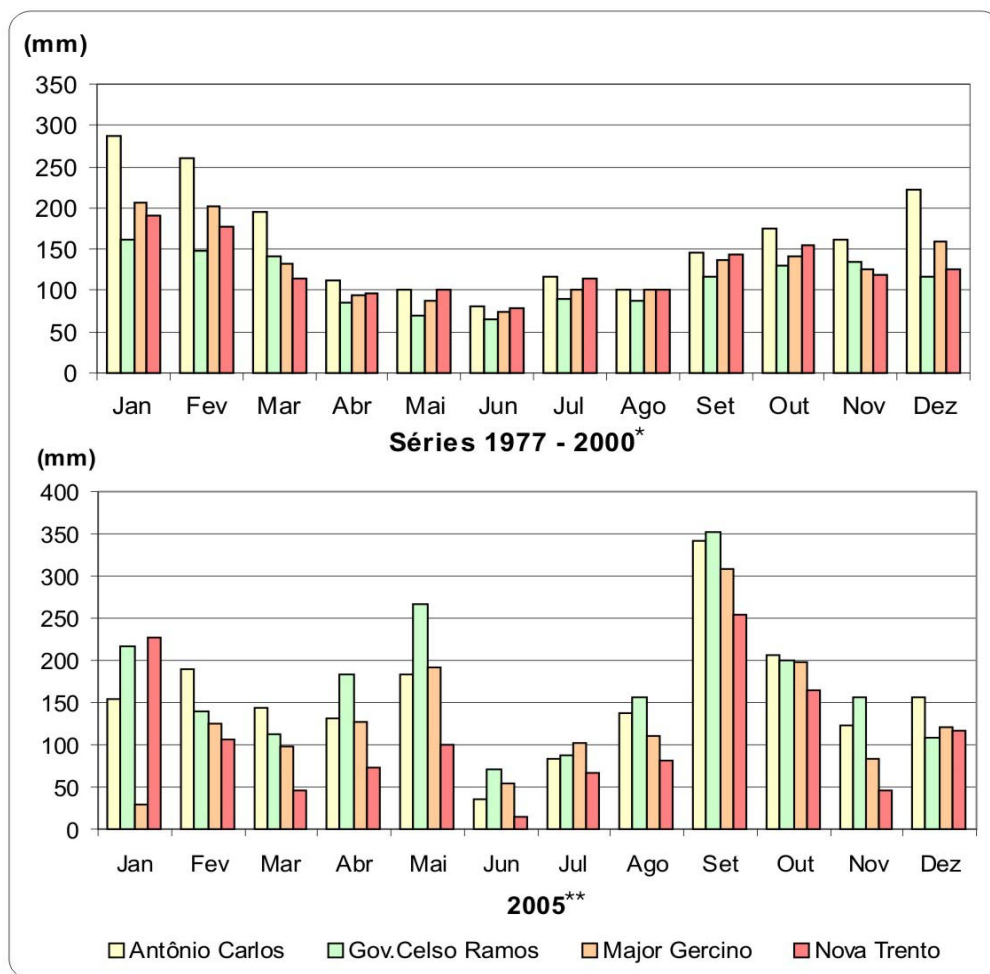


FIGURA 20 – Chuva Mensal - Estações Adjacentes: 1977 – 2000 e 2005
 (* - ANA, 2005; ** - EPAGRI 2006)

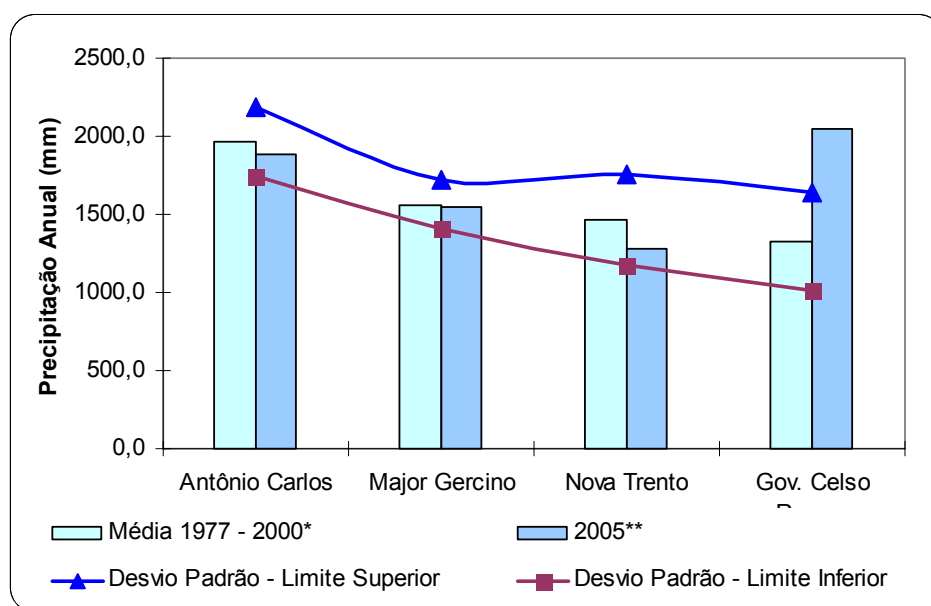


FIGURA 21 – Chuva Anual nas Estações Adjacentes: 1977 – 2000 e 2005
 (* - ANA, 2005; ** - EPAGRI 2006)

O total pluviométrico registrado em 2005 na estação de Governador Celso Ramos apresenta um elevado aumento da precipitação em relação à média obtida pela série histórica, superando-a em 726 mm.

No mês de Janeiro observa-se que o registro de Major Gercino encontra-se bem abaixo dos registros das outras estações, porém, não há como garantir que houve ou não, erro na leitura, pois somando-se os dados diários que constam da planilha fornecida pela EPAGRI (2006), o total mensal realmente fica em 28,6 mm.

Em campo, a coleta de dados de chuva na Bacia do Rio Inferninho iniciou-se em 18 de dezembro de 2004, com a conclusão da instalação dos pluviômetros P1, P2 e P3. Como em dezembro não foi realizada a coleta de dados desde o início do mês, considerou-se para a análise nesta pesquisa apenas os dados obtidos a partir de janeiro de 2005. Assim, este período inicial de dezembro de 2004 foi utilizado para treinamento e familiarização dos operadores com as atividades de coleta de dados.

Tendo em vista que a área da alta bacia tem $35,3\text{km}^2$, e que os pluviômetros instalados oferecem dados pontuais, aplicou-se a técnica das isoietas, utilizando-se dos dados de precipitação das estações adjacentes e os dados pluviométricos obtidos em P1 e P3, obtendo-se novos dados de precipitação para a área a montante da seção transversal considerada nesta pesquisa. A desconsideração dos dados de P2 nesta aplicação se deve a uma menor confiabilidade em relação a P1 e P3, devido à ocorrência de falhas no monitoramento nos meses de agosto e de setembro. A obtenção de dados em P2, ainda que com uma aplicação restrita, foi importante no sentido de verificação dos registros obtidos em P1 e P3, com os quais apresenta boa correlação, mesmo com as falhas no monitoramento. Deste modo a relativa redundância de dados, devido à proximidade espacial entre P1 e P2, programada no planejamento metodológico surtiu efeito nesta etapa da pesquisa. Os registros diários dos pluviométricos P1, P2 e P3 estão apresentados no anexo 05.

Deste modo, através da técnica de regressão linear, foram correlacionados os dados dos registros pluviométricos mensais de P1 e P3, com os registros de P2 (Fig. 22).

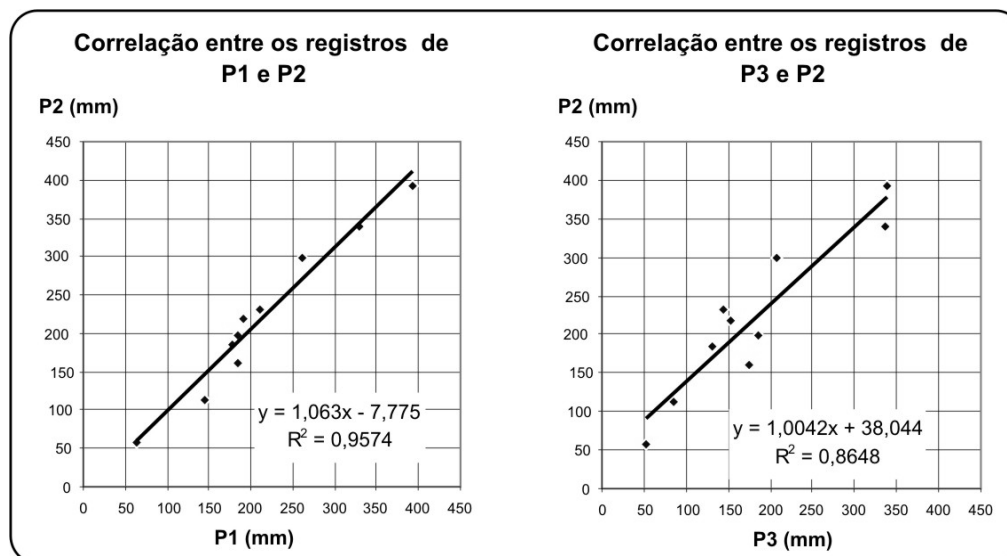


FIGURA 22 – Correlações entre os registros de P1 e P3 com P2

Optou-se pelo preenchimento das falhas em P2, a partir do pluviômetro P1, uma vez que a correlação destes é da ordem de 95,74%, enquanto a correlação de P2 e P3 é de 86,48%.

Este resultado era esperado tendo em vista a maior proximidade na localização entre estes pluviômetros que distam 1.600m um do outro, a uma altitude de aproximadamente 320m, enquanto P3 encontra-se a 7.550m de distância de P2 e está a uma altitude de apenas 50m.

A essas distâncias entre pluviômetros e diferentes altitudes, soma-se a situação de proximidade com a Serra da Boa Vista, estando os pluviômetros P1 e P2 muito próximos da barreira natural formada por esta, o que pode resultar em chuvas mais freqüentes e concentradas.

Para efeito de aplicação da técnica das isoietas, foram desconsiderados os dados do pluviômetro P2, pela proximidade já mencionada e pela maior confiabilidade nos dados do pluviômetro P1. Assim, utilizando os dados dos pluviômetros P1, P3 e ainda os dados das estações das estações de Antônio Carlos, Major Gercino, Nova Trento e Governador Celso Ramos, foram geradas através da técnica de gradeamento geoestatístico ou de Kriging no *Surfer 7.0*, e editada através do *Corel Draw 11* (Fig; 23).

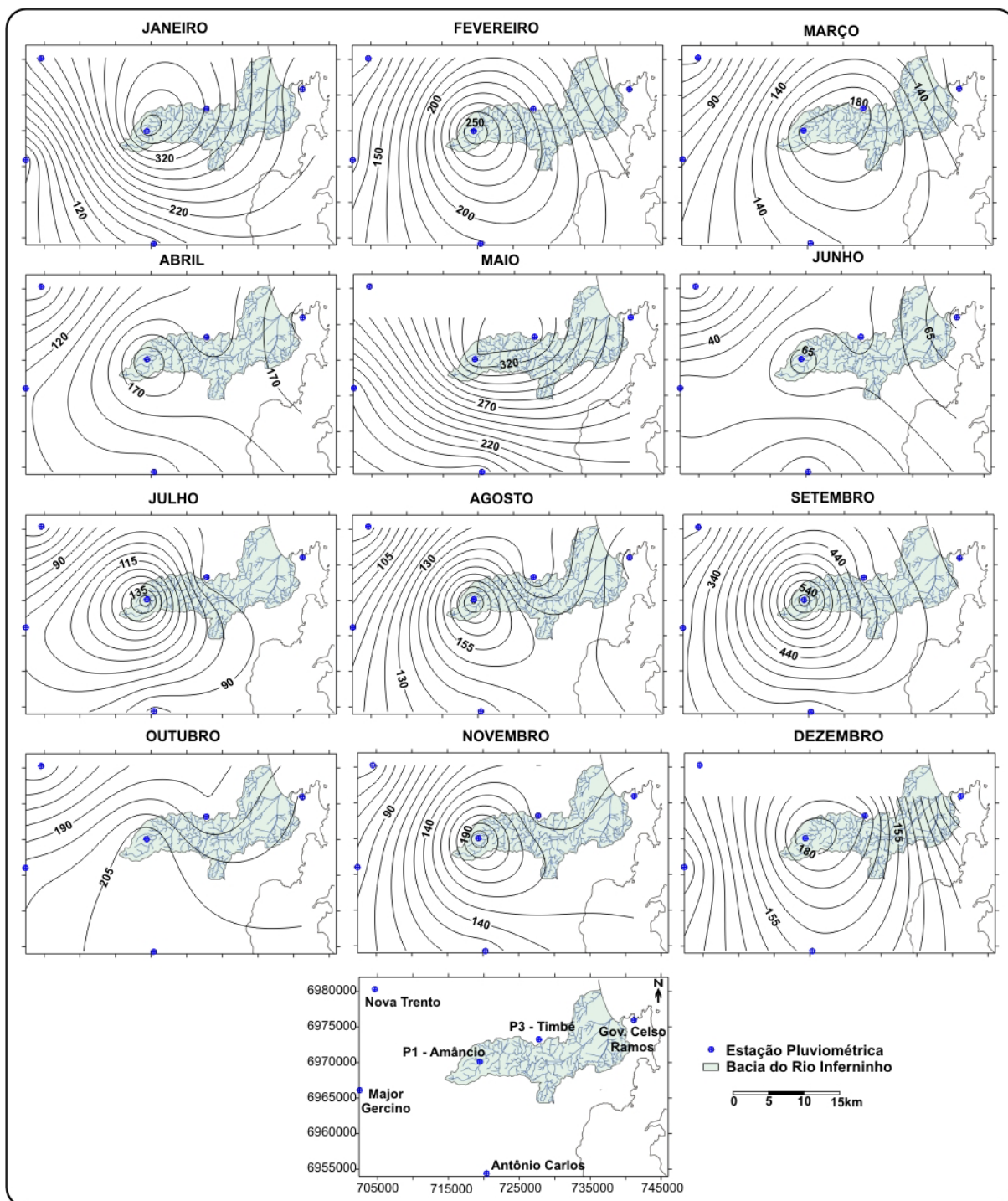


FIGURA 23 – Isoietas na Bacia do Rio Inferninho em 2005

Na figura 24 estão apresentados os totais mensais e anuais de P1, P2 e P3, considerando que os valores de precipitação de agosto e setembro para P2 foram obtidos a partir da aplicação da técnica de regressão linear com base nos dados de P1. Nesta figura constam ainda os totais mensais e anual para 2005, obtidos a partir da aplicação da técnica das isoietas para a área da alta bacia, a montante da seção transversal.

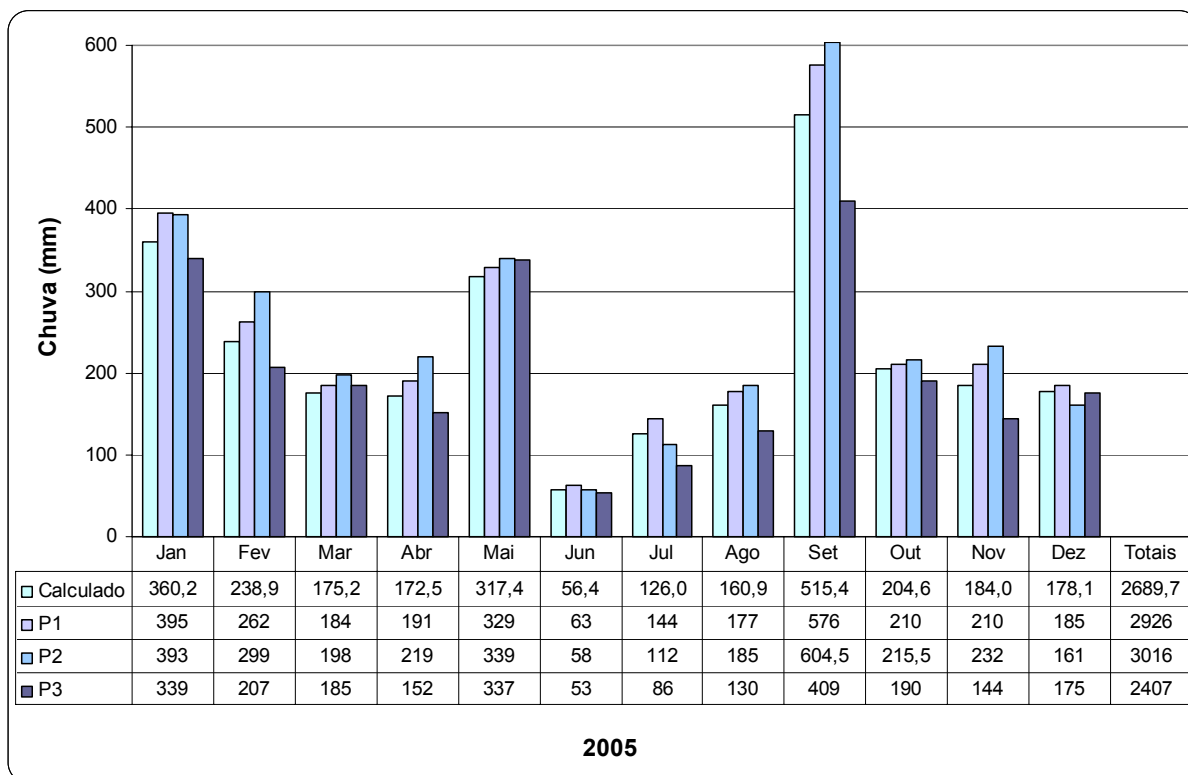


FIGURA 24 – Precipitação calculada (técnica das Isoietas) e dados de campo

Assim, observa-se que os totais para o ano de 2005, obtidos em P1 e P2, são relativamente próximos, com 90mm de diferença, que pode ser proveniente do preenchimento das falhas em 2 meses em apenas 12 amostrados.

Já P3, apresenta um total pluviométrico relativamente menor, mesmo comparando-o com o total obtido a partir da aplicação da técnica das isoietas, que traz consigo uma atenuação dos valores totais mensais, resultante de totais mensais relativamente menores apresentados pelos registros das estações adjacentes e do próprio P3. Este comportamento observado, da precipitação em P3 apresentar um valor total anual 17,7% menor que P1, pode ser explicado conforme já mencionado, pela diferente situação altimétrica entre os pluviômetros, estando P3 a 50m de altitude e P1 a 320m.

Observa-se que apenas em Junho e Outubro os totais pluviométricos em P1 tiveram valores equivalentes em Governador Celso Ramos e Antonio Carlos respectivamente. Nos outros 10 meses amostrados, houve uma maior concentração pluviométrica na área do Amâncio (P1).

De modo a verificar a consistência dos dados de precipitação registrados em campo, aplicou-se a análise de Dupla Massa, cruzando-se os dados de pluviometria dos pluviômetros P1 e P3, que não apresentaram falhas ao longo do ano, com os dados mensais de 2005 das estações adjacentes, resultando em uma série de gráficos cartesianos conforme Fig. 25. Não foram utilizados os dados diários para esta análise por que os valores encontrados para os dados mensais apresentaram maior correlação.

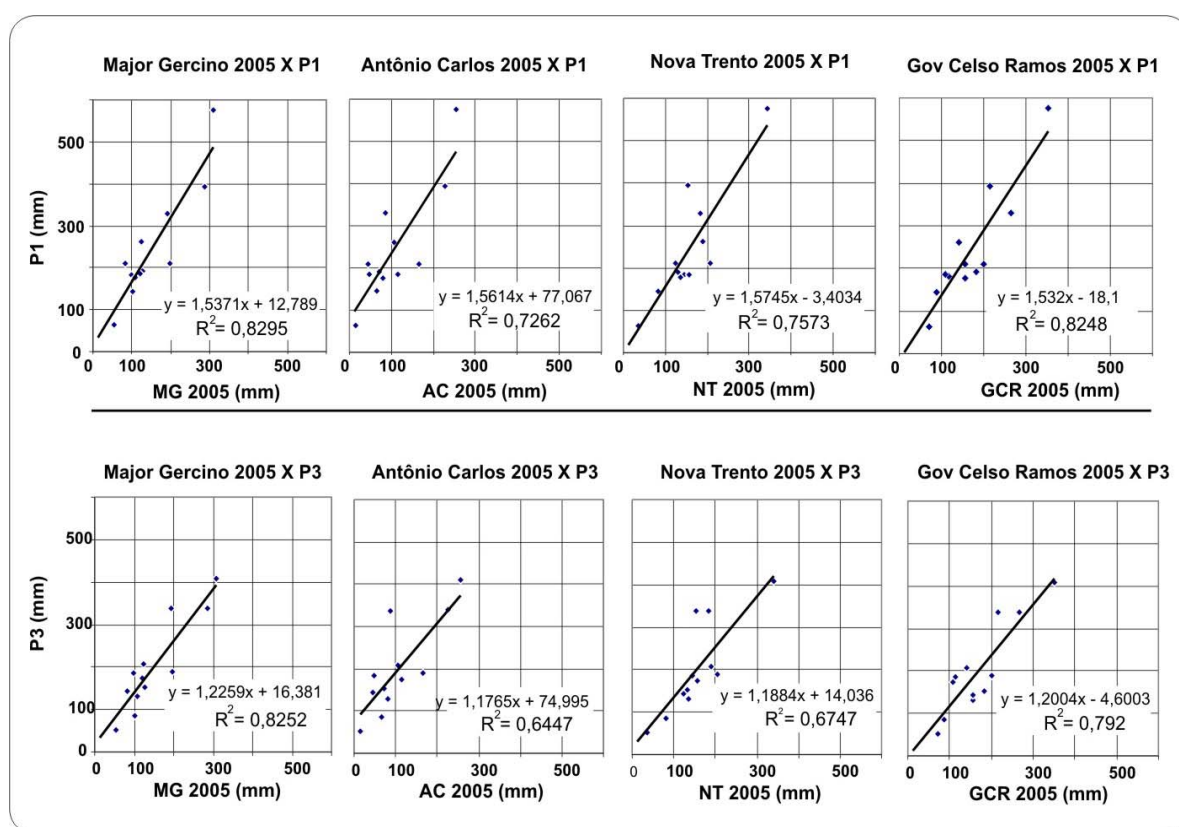


FIGURA 25 – Técnica da Dupla-Massa em P1 e P3 X Estações Adjacentes

A distribuição das nuvens de pontos, dos gráficos apresentados pode ser entendida como indicação da ocorrência de regimes pluviométricos diferentes entre si. Esta distribuição poderia ser justificada por erros de transcrição, mas como apresentado na Fig. 22, o cruzamento de dados dos pluviômetros P1 e P3 com P2 apresenta boa correlação. Ainda que as correlações de P1 e P3 com as estações adjacentes não atinjam valores ótimos, a inclinação das linhas de tendência denota uma relativa proporcionalidade entre os dados, sendo os dados de P1 e P3

relativamente maiores que das demais estações em todos os cruzamentos realizados.

Este procedimento foi adotado ainda com as médias mensais de 1977 a 2000, porém os resultados obtidos apresentam uma configuração gráfica de distribuição errática dos pontos, com correlações diversas, sendo inadequada qualquer associação entre os dados dos postos em questão conforme exposto no capítulo 3.

Para efeito de análise do regime pluviométrico, na Bacia do Rio Inferninho em 2005, foram considerados os dados de chuva obtidos a partir da aplicação da técnica das isoietas. Assim, observa-se que a máxima ocorrida se dá no mês de setembro, com 515,4mm, ocorrência esta incomum mesmo se considerarmos os registros de P3, com 409mm. Neste mês foram registrados 22 dias de ocorrência de precipitação, com a máxima diária de 120mm registrada em P1.

O mês de setembro de 2005 realmente se apresentou atípico em relação à precipitação na área de entorno da Bacia do Rio Inferninho, uma vez que apenas o total pluviométrico de Nova Trento ficou abaixo de 300mm (255mm), e ainda assim apresentou um total pluviométrico 79% maior que a média (142,5mm) para o período de amostragem da série histórica (1977 até 2000).

O mês que apresentou maior estabilidade meteorológica, ou seja, menor precipitação ao longo de 2005 foi o de Junho. Considerando os dados de P1, Junho totalizou apenas 63 mm distribuídos em 5 dias de ocorrência de precipitação sendo a média diária para o mês, pouco mais de 2mm. Neste mês, o comportamento pluviométrico na área de estudo acompanha as médias mensais das séries históricas das estações adjacentes (Fig. 26).

De modo geral, os valores obtidos através da técnica das isoietas para a área da alta bacia do Rio Inferninho se mostraram maiores que os das demais estações. Esta dinâmica só não se confirmou nos meses de abril e junho, quando os registros da estação de Governador Celso Ramos estiveram acima dos demais na área de estudo, ainda que com diferenças relativamente pequenas em relação aos valores obtidos na interpolação para a área da alta bacia.

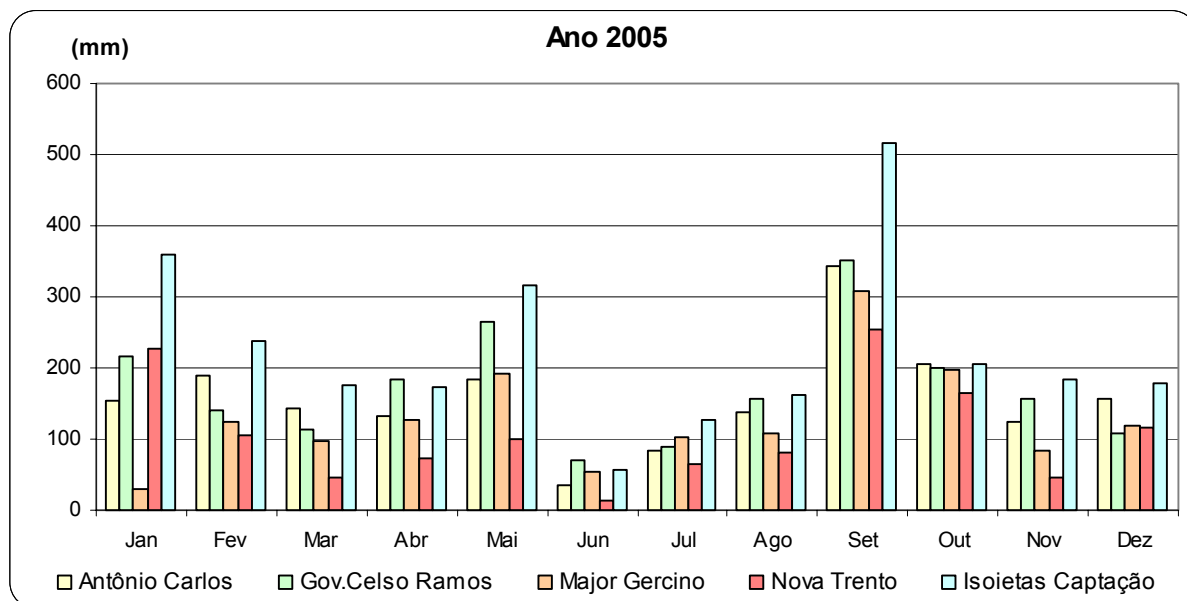


FIGURA 26 – Totais mensais - Estações Adjacentes* e Alta Bacia em 2005
 (* Fonte EPAGRI, 2006)

5.2 Vazão

A partir das 23 medidas de vazão iniciais, com uso do micromolinete, estabeleceu-se uma curva-chave preliminar, ou seja, uma relação entre o nível do rio e a vazão decorrente, conforme a Fig. 27.

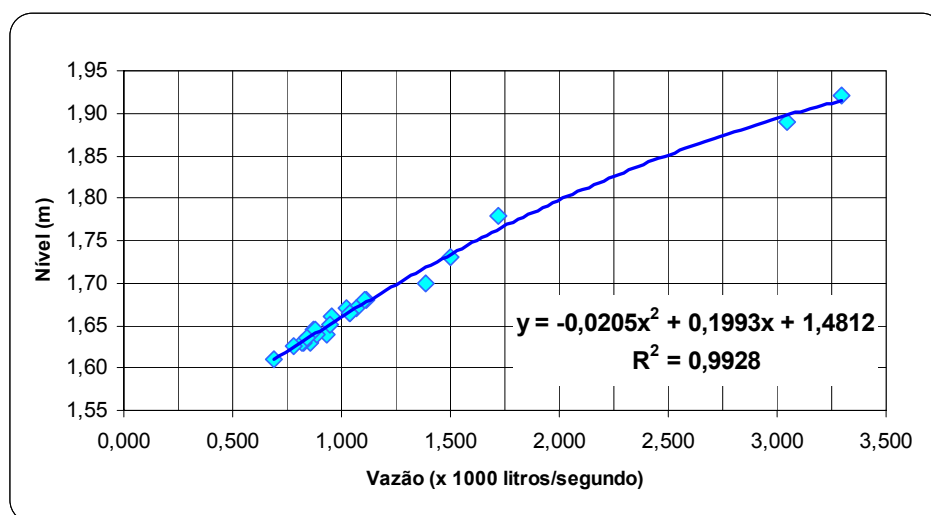


FIGURA 27 – Curva Chave – Seção Transversal (n=23)

No quadro 08 é possível observar as medidas de vazão com micromolinete e através do nível da água na seção transversal, com posterior substituição dos valores na equação da curva chave.

QUADRO 08 – Medidas de Vazão

Medida	Modo	Data	Nível (cm)	Vazão (m³/s)
1	Micromolinete	23/Dez	1,73	1,499
2	Micromolinete	30/Dez	1,68	1,112
3	Micromolinete	1/Jan	1,66	0,955
4	Micromolinete	6/Jan	1,67	1,026
5	Micromolinete	15/Jan	1,63	0,855
6	Micromolinete	16/Jan	1,64	0,934
7	Micromolinete	24/Jan – a	1,63	0,826
8	Micromolinete	24/Jan – b	1,63	0,817
9	Micromolinete	29/Jan – a	1,92	3,294
10	Micromolinete	29/Jan – b	1,89	3,044
11	Micromolinete	5/Fev	1,70	1,387
12	Micromolinete	10/Fev	1,67	1,065
13	Micromolinete	19/Fev	1,665	1,036
14	Micromolinete	25/Fev	1,78	1,722
15	Micromolinete	5/Mar	1,665	1,035
16	Micromolinete	10/Mar	1,65	0,950
17	Micromolinete	22/Mar	1,64	0,889
18	Micromolinete	2/Abr	1,645	0,871
19	Micromolinete	3/Abr	1,680	1,106
20	Micromolinete	9/Abr	1,645	0,881
21	Micromolinete	10/Abr	1,635	0,840
22	Micromolinete	16/Abr	1,625	0,778
23	Micromolinete	24/Abr	1,610	0,692
24	Curva-chave	7/Mai	1,615	0,749
25	Curva-chave	21/Mai	1,87	2,752
26	Curva-chave	11/Jun	1,665	1,023
27	Curva-chave	21/Jul	1,61	0,725
28	Curva-chave	5/Set	1,9	3,087
29	Curva-chave	7/Set	1,72	1,391
30	Curva-chave	19/Set	2,26	8,740
31	Curva-chave	24/Set	2,2	7,589
32	Curva-chave	25/Set	2,05	5,076
33	Curva-chave	28/Set	1,91	3,203
34	Curva-chave	13/Out	1,935	3,504
35	Curva-chave	29/Out	1,86	2,645
36	Curva-chave	5/Nov	1,76	1,702
37	Curva-chave	6/Nov	1,97	3,950
38	Curva-chave	7/Nov	2,37	11,069
39	Curva-chave	17/Nov	1,79	1,961
40	Curva-chave	18/Nov	1,775	1,829
41	Curva-chave	19/Nov	1,765	1,744
42	Curva-chave	17/Dez	1,615	0,749

Conforme equação da curva-chave, o coeficiente de correlação apresenta um valor ótimo, acima de 99% de correspondência. Este comportamento quase linear da curva-chave pode ser explicado pela condição da seção transversal, locada em leito

rochoso, pouco sujeito a alterações. Como nesta seção há um estreitamento do canal, e conseqüente aumento da velocidade, a deposição de sedimentos não encontra maiores facilidades.

O estabelecimento de uma curva chave para a seção transversal possibilitou a realização de um monitoramento intensivo de vazão e precipitação nas datas de 05, 06 e 07 de novembro de 2005. Neste monitoramento, a precipitação acumulada no período chegou a 30mm (Fig. 28), segundo registro obtido em um pluviômetro instalado provisoriamente próximo à seção transversal. Nesta oportunidade foram coletadas amostras de água, com vistas à medição da turbidez, realizada posteriormente no Laboratório de Oceanografia Costeira da UFSC.

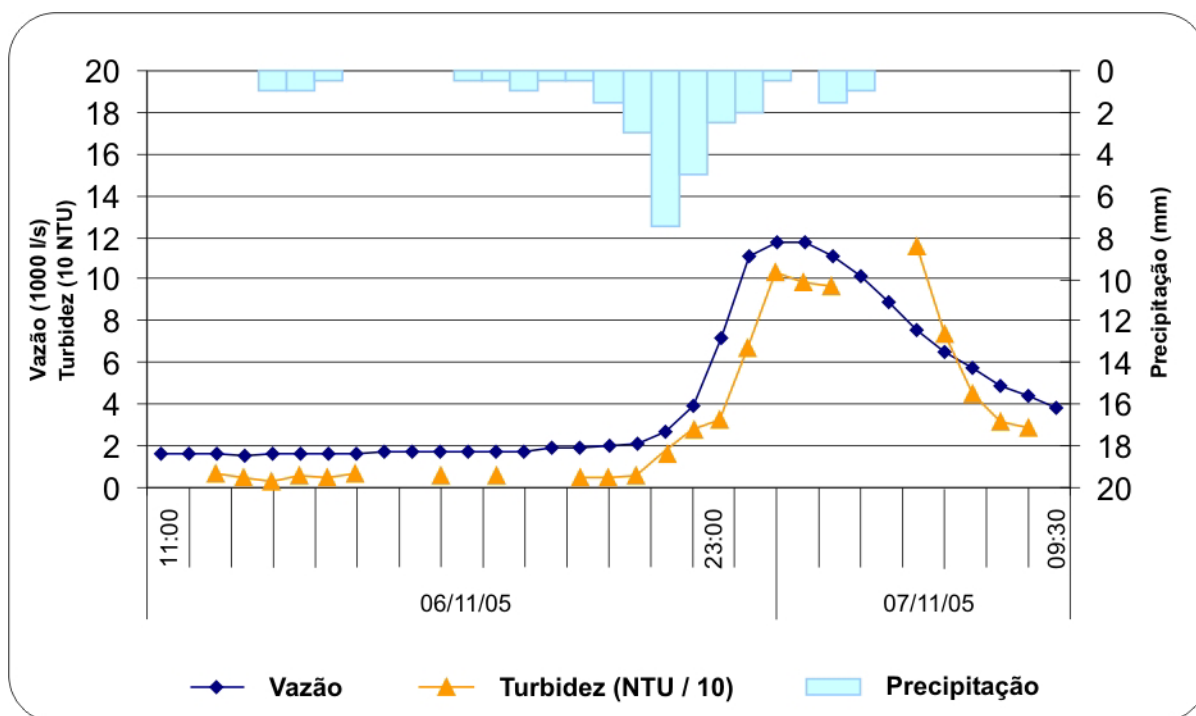


FIGURA 28 – Hietograma X Hidrograma - 06 e 07 de Novembro/05

A amostragem de medidas de vazão ao longo do período em análise foi realizada no maior número de dias possível, dentro das condições de disponibilidade encontradas. Assim, a Fig. 29 apresenta a regressão linear entre as vazões medidas em campo e as correspondentes vazões calculadas pelo modelo HYCYMODEL.

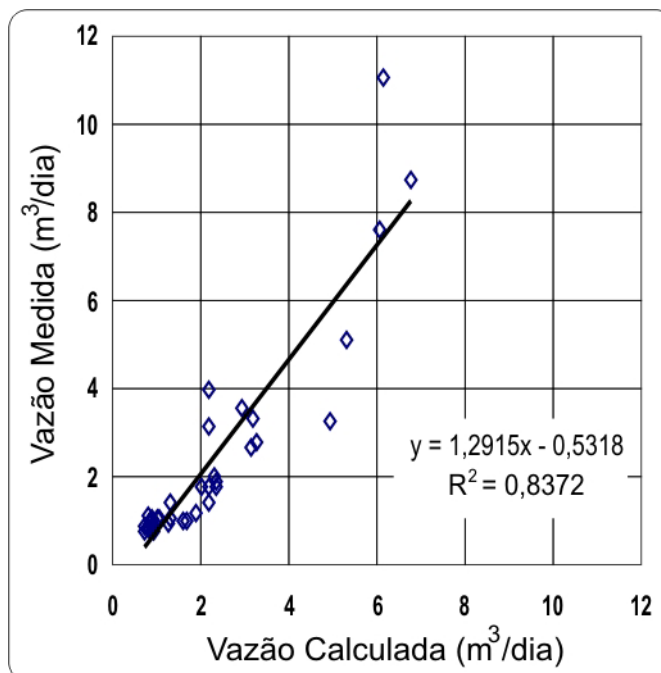


FIGURA 29 – Análise de regressão - Vazões medidas e calculadas (n=38)

Observa-se que o coeficiente de determinação R^2 obtido é de 0,8372 e que a inclinação da reta demonstra que os valores medidos tendem a ser relativamente maiores que os valores calculados. Esta dinâmica na relação entre as vazões medidas e calculadas pode ser explicada pela condição de coleta de dados de vazão, uma vez que ao medir com o micromolinete, tem-se uma vazão medida em aproximadamente uma hora, enquanto os valores obtidos diretamente via nível da água do rio, são instantâneos.

Deste modo, as medidas são amostragens de valores de vazão relativos a uma hora ou alguns segundos, conforme a técnica de obtenção, e extrapoladas como valores médios dentro do período de um dia. Este período de um dia é também o mesmo adotado para as medições de precipitação, que fazem parte da base de cálculo do modelo.

Os dados de precipitação registrados em P1 e as vazões totais diárias e os respectivos escoamentos subsuperficiais calculados pelo HCYMODEL para o ano de 2005 podem ser observados na Fig. 30. Os resultados oferecidos pelo modelo estão integralmente apresentados no anexo 06.

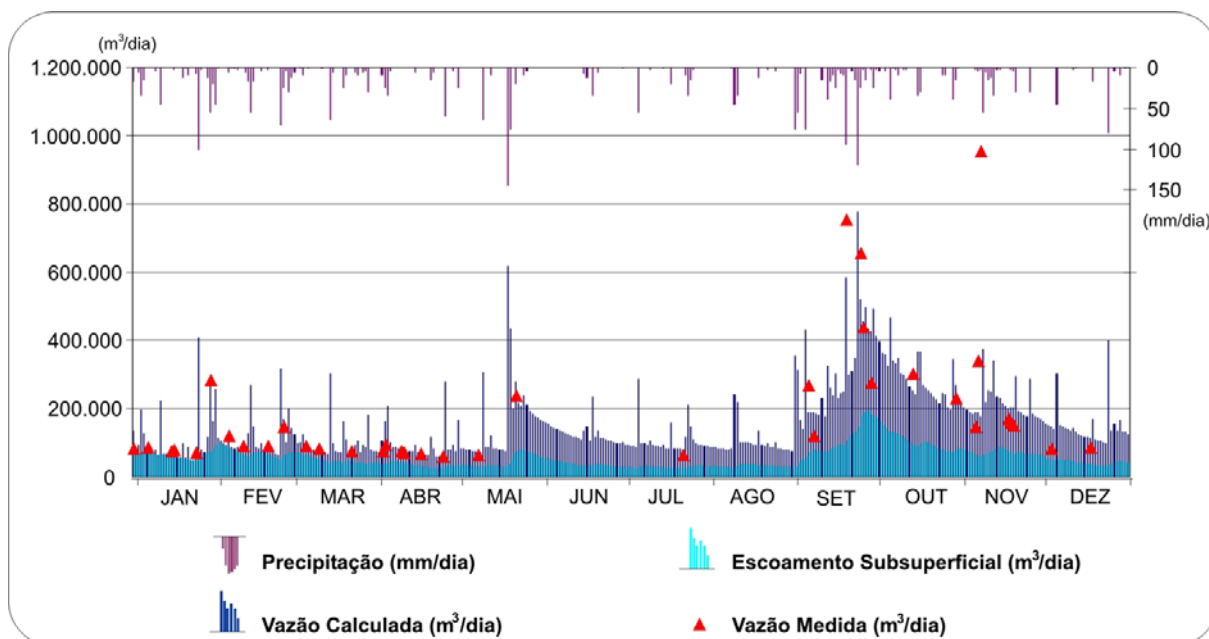


FIGURA 30 – Precipitação e Vazão diária em 2005 - HYCYMODEL

O quadro 09 apresenta os dados calculados para vazão, com separação entre escoamento superficial e subsuperficial, e evapotranspiração, todos em milímetros, de modo a facilitar a comparação direta entre os valores. Salienta-se que os índices de erro do modelo, F1 e F2, para estes dados são respectivamente 0,244 e 0,089.

QUADRO 09 – Precipitação em P1 e dados calculados pelo HYCYMODEL

	Precipitação (mm)	Vazão Calculada (mm)	Vazão Média l/s	Escoamento Subsuperficial (mm)	Escoamento Superficial (mm)	Evapotranspiração (mm)
JAN	395	97,3	1283,1	57,3	40,1	218,6
FEV	262	90,8	1196,7	55,5	35,3	185,3
MAR	184	86,5	1140,5	43,0	43,5	158,3
ABR	191	81,7	1077,5	29,6	52,2	136,1
MAI	329	143,6	1893,5	41,4	102,3	150,2
JUN	63	106,6	1405,0	31,9	74,7	59,2
JUL	144	93,2	1228,7	26,3	66,9	87,3
AGO	177	94,8	1250,1	28,5	66,3	71,8
SET	576	277,2	3653,8	92,5	184,6	194,9
OUT	210	253,3	3338,9	90,3	162,9	134,4
NOV	210	182,4	2404,5	60,1	122,3	138,4
DEZ	154	128,7	1696,3	37,7	91,0	89,9
TOTAL	2895,0	1636,1	1797,4	594,1	1042,0	1624,3

Devido à pequena amostragem realizada quanto à vazão, a regulação do modelo apresenta algumas diferenças se for considerada a equação do balanço hídrico ($\text{Vazão} = \text{Precipitação} - \text{Evapotranspiração}$). Para o total anual, haveria uma diferença de -365,4 mm de chuva se fossem somados os dados de vazão e evapotranspiração calculados pelo modelo. Caso sejam considerados apenas os dados de precipitação coletados, e os dados de vazão calculados, aplicando a equação do balanço hídrico, houve uma evapotranspiração de 1259 mm.

Considerando que entre as vazões medidas, com o micromolinete e as obtidas via curva-chave, e calculadas há uma relação de correspondência boa, com um coeficiente de correlação R^2 de 0,8372. Os dados de vazão gerados pelo modelo servem ao que objetiva esta pesquisa. Nesta relação entre vazão medida (observada) e vazão calculada ficou claro que no outono, o modelo apresentou um desvio negativo de 20,3%, ou seja, houve uma subestimação dos valores das vazões calculadas em relação às vazões medidas. No período do inverno e da primavera, a regulação foi relativamente melhor que no outono, mas ainda com desvio negativo, sendo apresentados valores de vazão calculada menores em 8,42 e 9,62% respectivamente. No verão é que o modelo apresentou melhor ajuste, com uma vazão calculada com diferença média positiva de 0,49%. O percentual de diferença para todo o conjunto de dados de vazão amostrados subestimou os valores em 11,16%.

Ainda que o menor total de precipitação mensal tenha ocorrido em Junho (63 mm), a menor média mensal das vazões para 2005 ocorre em Abril (1.077l/s) enquanto a vazão mínima diária ocorre em 23/01/2005, com o valor de 558 l/s, ou 48.267 m³/dia.

As máximas, tanto de precipitação quanto de vazão, ocorreram em Setembro, quando a vazão máxima diária atingiu 9.014 l/s ou 778.846 m³/dia. A média de vazão no mês de Setembro chegou a 3.653,8 l/s.

Assim, há uma vazão média diária de 4,48 mm ao longo do ano, que corresponde a 1.832 l/s, ou 158.237 m³/dia. A Fig. 31 apresenta o comportamento da vazão média em litros por segundo, conforme os totais pluviométricos mensais,

apresentando o regime do Rio Inferninho para o ano de 2005, objetivo proposto para esta pesquisa.

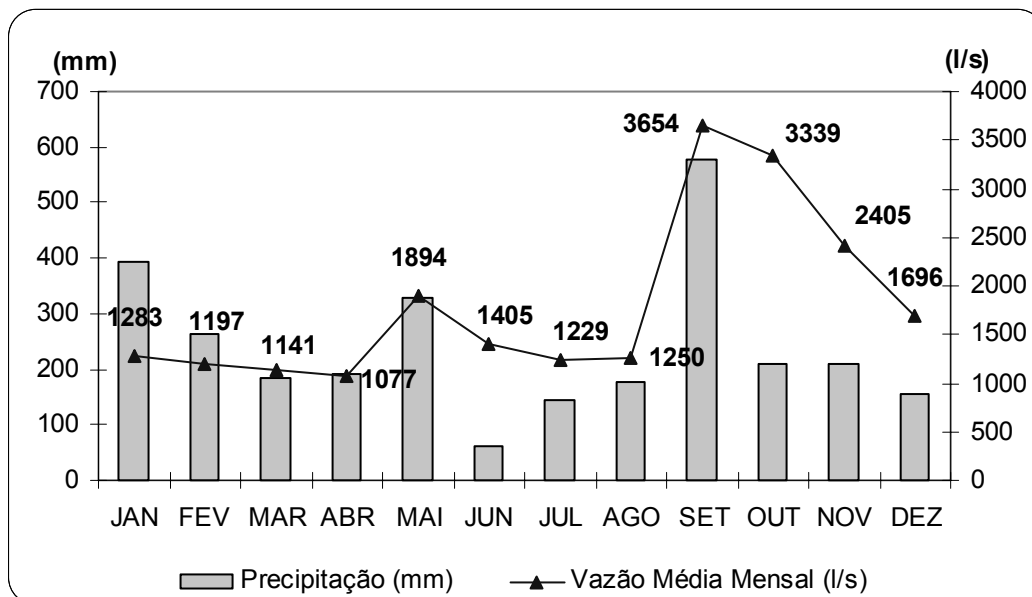


FIGURA 31 – Regime sugerido do Rio Inferninho - 2005

Conforme Tucci (2003) a vazão média de uma série histórica é a maior vazão que se pode regularizar em uma bacia hidrográfica. A partir deste preceito, tem-se como potencial de regularização considerando a área da alta bacia estabelecida para esta pesquisa e o período de dados de 2005, a vazão de 1797,4 l/s.

Como esta pesquisa procura dar um enfoque na disponibilidade hídrica da bacia com vistas ao abastecimento, cabe quantificar as vazões mínimas para o ano de 2005, com base na avaliação da Q_{95} , vazão de 95% de permanência ao longo do período, conforme a Fig. 32 que traz uma Q_{95} de 68.605 m³/dia, ou 794 l/s. Isto significa que em pelo menos 347 dias do ano, ou 95% do período, a vazão do Rio Inferninho na seção transversal considerada foi maior que 68.605m³/dia.

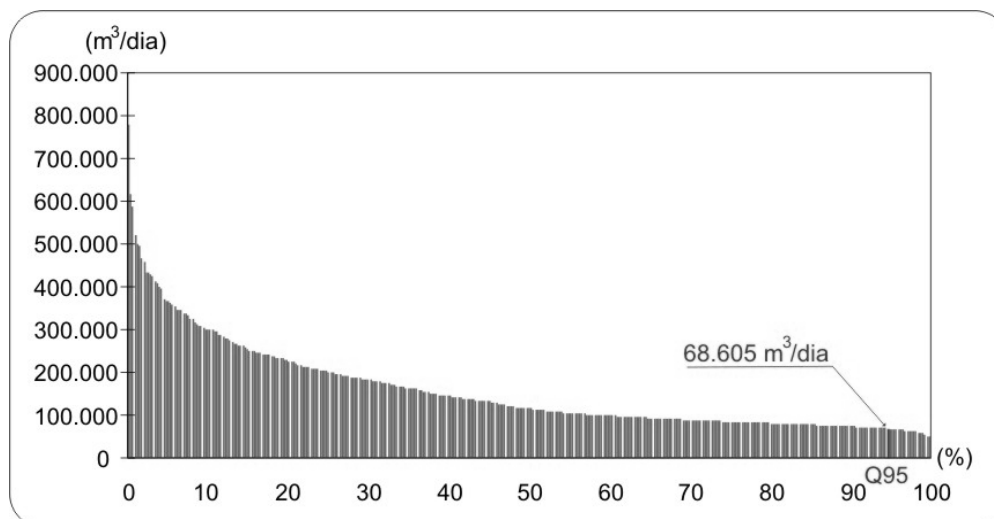


FIGURA 32 – Curva de permanência de vazões para 2005

Em relação às vazões menores que a Q_{95} , 58% dos casos ocorrem em Janeiro, totalizando 11 dias. Esta dinâmica é em muito condicionada pela evapotranspiração, maior nos meses de verão e menor nos meses de inverno. O valor de evapotranspiração dado pelo modelo, é composto pela evaporação, pela transpiração e pela evaporação da interceptação. Ainda assim, janeiro apresenta uma média de 1283 l/s, devida a 16 dias de ocorrência de chuvas, com um total pluviométrico de 395 mm. Isto denota a grande amplitude existente nos valores de vazão entre os dias sem chuva e os dias com chuva, devido aos índices de evapotranspiração relativamente maiores que no resto do ano.

Apenas para exemplificar a condição hídrica da área estudada, se for considerada apenas a vazão mínima Q_{95} de $68.605 \text{ m}^3/\text{dia}$, ou 794 l/s e a demanda média por habitante de 230 litros por dia apontada pela ANA (2003) para cidades com população de 10.000 a 50.000 habitantes é possível estabelecer-se quantas pessoas podem ser atendidas com o recurso hídrico existente, conforme o quadro 10.

Considerando o que afirma Tucci (2003) de que a maior vazão que pode ser regularizada em uma bacia é a vazão média, que para o ano de 2005 foi de 1.797,4 litros/segundo, observa-se que caso seja regularizado e captado apenas 10% deste montante, seria possível atender até 67.520 pessoas.

QUADRO 10 – Capacidade de Abastecimento na Seção Transversal

Percentual da Q ₉₅ a ser captado	Quantidade de litros por dia	População atendida (hab.)
10 %	6.860.500	29.828
20 %	13.721.000	59.656
30 %	20.581.500	89.484

Os valores de evapotranspiração calculados pelo modelo são relativamente maiores no verão e nos meses com maior pluviosidade, uma tendência natural considerando-se a radiação solar incidente nos meses de verão relativamente maior que nos meses de inverno, e ainda a disponibilidade hídrica, devido à altura pluviométrica registrada.

A análise de dupla massa aplicada aos dados de evaporação obtidos via modelo, e aos dados da estação meteorológica de São José demonstrou que a associação de dados entre estas duas estações é inadequada, devido às diversas condicionantes geográficas, como a distância em relação ao mar e altitude. A mesma análise foi aplicada aos dados de precipitação que mesmo com um R² 0,7608 apresenta uma dispersão relativamente grande entre os pontos, denotando uma diferenciação entre os regimes pluviométricos. O resultado desta análise pode ser observado na Fig. 33.

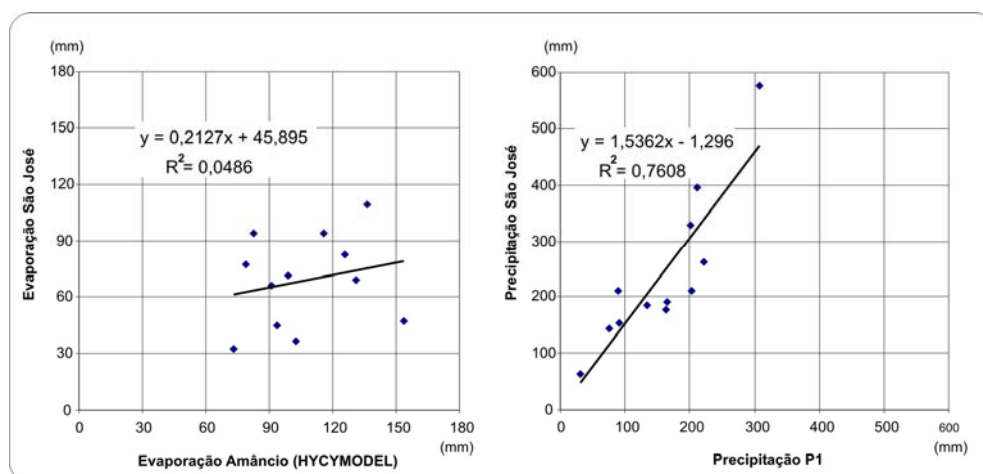


FIGURA 33 – Dupla massa evaporação e precipitação – São José e Amâncio

5.3 Qualidade da água

Os resultados obtidos a partir das análises laboratoriais fornecidas pelo CEFET-SC e pelos laboratórios por ele contratados, foram divididos conforme a natureza do parâmetro, podendo ser física, química ou bacteriológica.

Como parâmetros físicos analisados figuram a cor, a turbidez e a temperatura. Quanto à cor, os resultados obtidos apresentam valores além do estabelecido pela Resolução do CONAMA nº 357/2005 principalmente na Estação E5, que não representa especificamente a condição do Rio Inferninho, mas sim a do tributário que traz a carga de efluentes do aterro sanitário e da fábrica de beneficiamento de restos animais. Na Estação E5 todas as análises de cor apresentaram valores maiores que 75 uH, limite para rios classe 2 conforme Fig. 34. Em relação à turbidez, o limite estabelecido é de 100 NTU, sendo que o maior valor entre todas as amostras observadas foi de 35 NTU, estando em normalidade. Os resultados relativos à temperatura foram considerados normais, com um relativo crescimento no sentido nascente-foz. A resolução do Conama nº 357/2005 estabelece valores de temperatura apenas para lançamento de efluentes em corpos d'água, que deve ser abaixo de 40°C e com uma variação máxima entre o efluente e o corpo receptor de 3°C na zona de mistura. Esta verificação foi realizada através da coleta de amostras na Estação E5, apresentando temperaturas com variações menores de 3°C em relação ao Rio Inferninho.

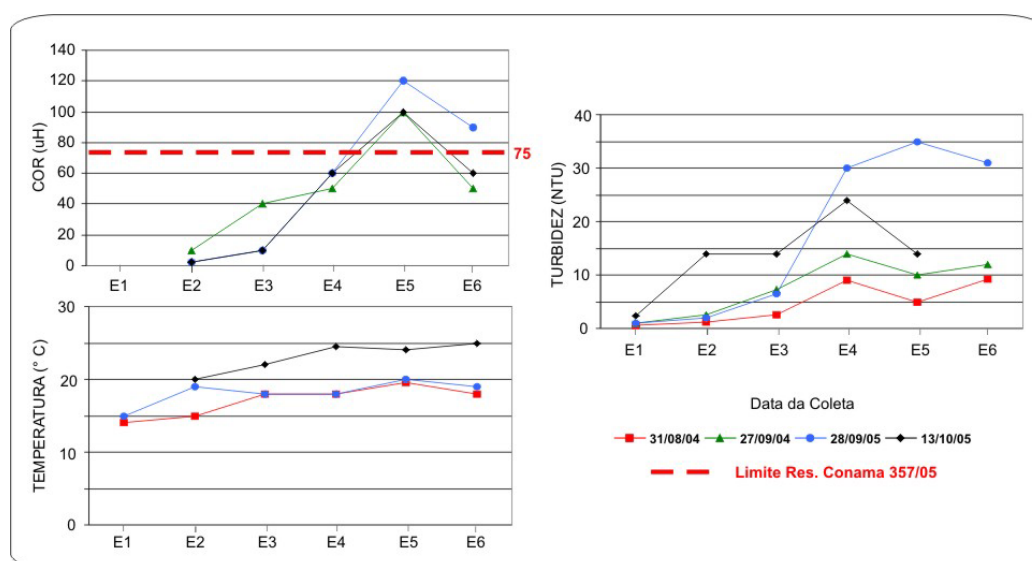


FIGURA 34 – Resultados das análises de água - Parâmetros Físicos

Alguns resultados apresentam algumas falhas devido à não realização de análises para alguns parâmetros em determinadas séries de coletas. Ainda assim, é possível observar que na estação de coleta E5, ocorre uma elevação dos valores de cor, ultrapassando o limite estabelecido pelo CONAMA (2005). Enquanto o comportamento da turbidez, ainda que dentro dos preceitos de qualidade de água para rios Classe 2, demonstra uma elevação provocada pela precipitação, freqüente e intensa no mês de setembro de 2005. A dinâmica de aumento de turbidez quando da precipitação pode ser observada na Fig. 28, quando para 30 milímetros de chuva a turbidez na estação E2 chegou a 118 NTU.

Quanto aos parâmetros químicos analisados, tem destaque o pH, o oxigênio Dissolvido (OD), a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_5) e os Cloretos, conforme Fig. 35. Outras análises relativas à incidência de Fosfatos e Nitritos, não apresentaram maiores variações ou problemas, salvo pela ocorrência de fosfatos em E5, em que os resultados apontam em 2004 e em outubro de 2005, valores maiores que o máximo permitido, o que impõe ao ambiente uma condição favorável à eutrofização. Quanto ao nitrito, quando detectado, os valores observados estão abaixo do estabelecido como limite (Anexo 07).

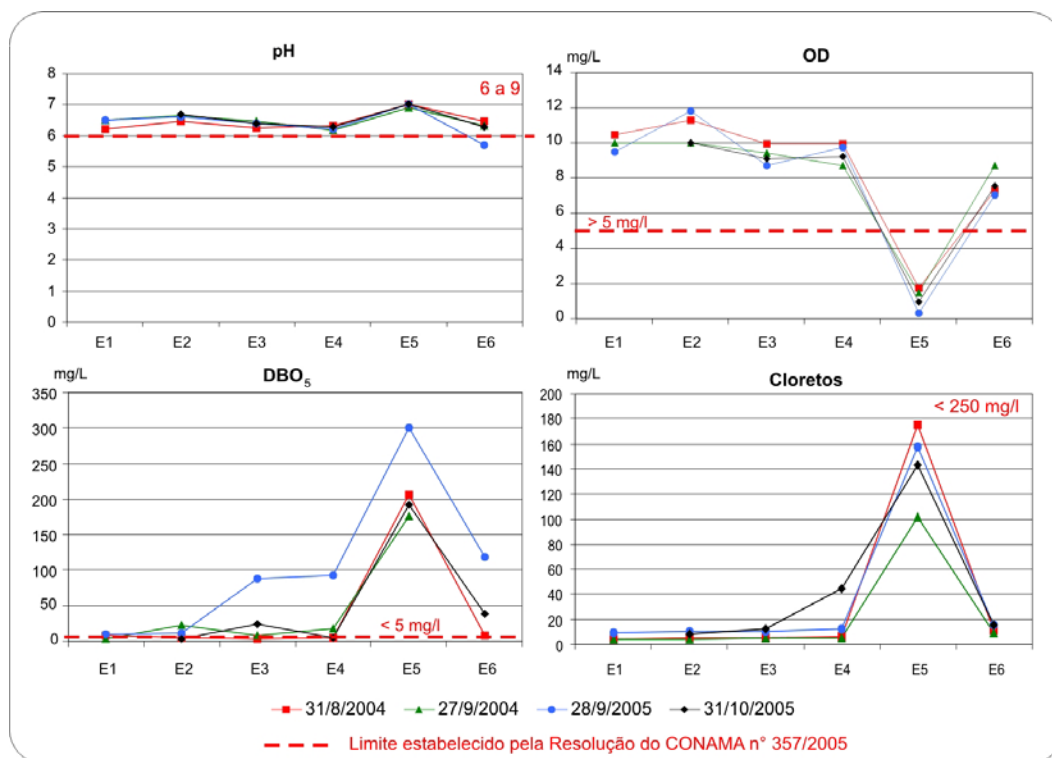


FIGURA 35 – Resultados das análises de água - Parâmetros Químicos

Observa-se que o comportamento do pH apresenta relativa estabilidade em todos os pontos havendo apenas uma ocorrência de valores fora do limite estabelecido.

Enquanto isso, conforme os resultados dos parâmetros OD e DBO₅ (Anexo 7), apresentam correlação negativa de 0,91, com os piores resultados justamente em E5, onde já fora apresentado problema quanto à cor da água. Os resultados de DBO₅ em 28/09/2005 estiveram acima dos encontrados nas outras coletas. Uma explicação possível, mas que merece uma melhor avaliação é o carreamento de matéria orgânica provocado pela alta incidência de chuvas nos dias que antecederam a coleta.

A incidência de cloretos nessa estação também é notável, uma vez que mesmo não superando o limite estabelecido, fica claro que há intervenção antrópica na bacia, de modo a ocasionar tal elevação nos resultados.

Quanto aos parâmetros bacteriológicos, foi analisada a ocorrência de Coliformes Fecais e Totais, com resultados conforme a Fig. 36.

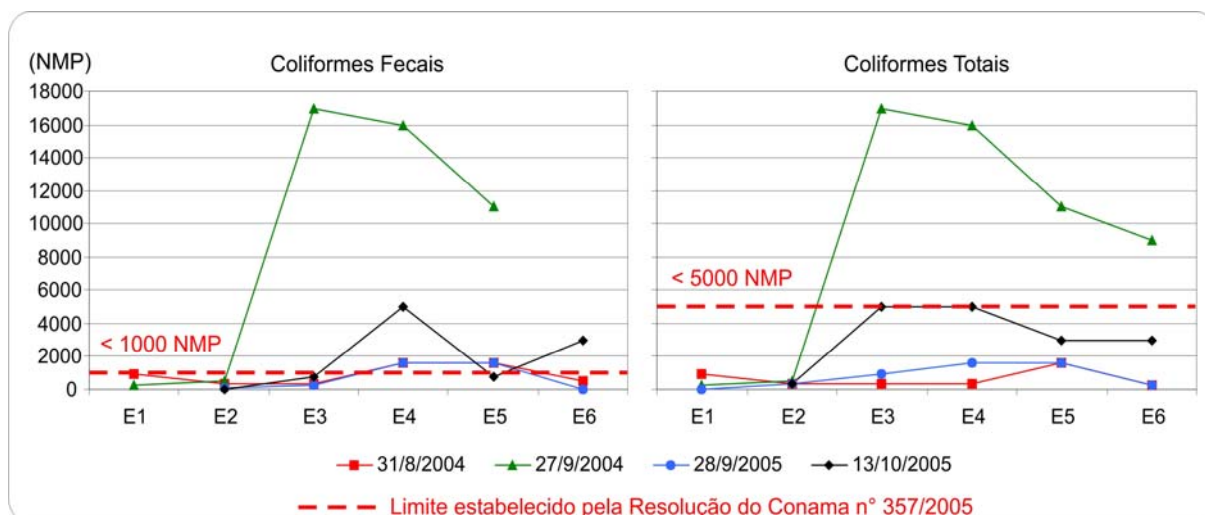


FIGURA 36 – Resultados das análises de água - Parâmetros Biológicos e Bacteriológicos

Estes resultados indicam que onde foram obtidos os dados de vazão, em E2, a incidência de coliformes não representa maiores problemas, podendo ser resolvida com tratamento simplificado. Já a partir da estação E3, que apresenta a

“contribuição” de Sorocaba do Sul observa-se a necessidade de um trabalho voltado ao saneamento básico, pois há uma elevação considerável nos valores obtidos.

Foram analisados no laboratório da UNISUL, a partir das amostras coletadas em 27/09/2004 nas estações E5 e E6, os elementos tóxicos (alumínio, cádmio, chumbo e arsênio). Dentre estes resultados de elementos tóxicos, os mais preocupantes passam a ser o de Alumínio e de Cádmio que atingiram o limite estabelecido pelo CONAMA (2005). Há ainda o resultado obtido para o Arsênio, que está dentro dos padrões estabelecidos para rios classe 2, porém, em corpos hídricos onde haja a pesca intensiva ou mesmo o cultivo de organismos para fins de consumo, como é o caso da carcinicultura, o valor máximo aceito pelo CONAMA é de 0,14 µg/L, mais restritivo que o convencional.

Além das análises de elementos químicos citados, foi realizada a análise de incidência de agrotóxicos em amostras coletadas na estação E4, que está a jusante de cultivos de arroz, hortaliças e banana. Os resultados destas análises estão no quadro 11.

QUADRO 11– Elementos e compostos químicos tóxicos em E4, E5 e E6

	Data	27/09/2004		28/09/2005	Limite CONAMA 357/2005
	Estação	E5	E6	E4	
Elementos e compostos químicos tóxicos	Alumínio	0,1 mg/L	ND	-	0,1 mg/L
	Cádmio	ND	0,001 mg/L	-	0,001 mg/L
	Chumbo	ND	ND	-	0,01 mg/L
	Arsênio	0,0003 mg/L	0,0005 mg/L	-	0,01 mg/L
	Glifosato	-	-	ND	65 µg/L

De um modo geral, os resultados indicam problemas principalmente na estação E5, com diversos parâmetros em níveis que ultrapassam os limites legais estabelecidos. Ainda assim, o rio apresenta boas condições de recuperação, conforme apontam os resultados em E6, salvo na questão dos elementos tóxicos.

Em E2, que é a estação em que foi estabelecida a seção transversal para medição de vazões, os resultados apontam para uma boa condição de qualidade de água, tendo em vista a extensão da área a montante da estação e a existência de uma população instalada a montante da estação.

6. CONSIDERAÇÕES

Tendo em vista a temática, os objetivos propostos, os procedimentos adotados e os resultados obtidos nesta pesquisa, cabe nesse momento apresentar algumas considerações.

Iniciando pela temática, considera-se que o tema é pertinente, e a cada dia torna-se mais importante, uma vez que os períodos de estiagem têm se tornado mais longos e freqüentes. O Estado de Santa Catarina principalmente em sua porção Oeste tem sofrido com as estiagens, de modo que em maio de 2006, a Defesa Civil de Santa Catarina apresentou uma listagem com 194 municípios com situação de emergência decretada (SANTA CATARINA, 2006).

No litoral, a situação não é tão grave quanto no oeste do estado, se considerarmos apenas o número de decretos de situação de emergência, porém, a concentração populacional tende a ser maior no litoral, e existem casos conhecidos de problemas com o abastecimento devido ao avanço da cunha salina pelo leito dos rios que estão em níveis mais baixos que o normal, comprometendo e em alguns casos impossibilitando o tratamento da água (ITAJAÍ, 2006). Estas informações são apresentadas apenas no intuito de demonstrar a continuidade do problema em âmbito estadual, uma vez que no decorrer da pesquisa foram apresentadas situações relativas ao período anterior a 2005.

Diante dos objetivos propostos, observa-se que os procedimentos metodológicos, ainda que apresentando limitações, atenderam a contento o esperado, sendo os principais problemas encontrados, os relativos à coleta de dados em campo.

Quanto à coleta de dados de vazão, os custos relativos ao deslocamento até a área de estudo limitaram a frequência das coletas de dados, ocasionando uma amostragem relativamente pequena, 42 medidas, sendo 23 com micromolinetete e outras 19 obtidas a partir do nível da água na seção transversal.

Quanto à amostragem da qualidade da água, considera-se que foram realizados levantamentos instantâneos da qualidade da água, que não chega a ser um monitoramento propriamente dito, ainda assim estes “retratos” realizados conforme a disponibilidade do CEFET-SC, contribuíram para com a compreensão da localização dos principais problemas relativos às conseqüências dos tipos de uso do solo na bacia.

Os resultados obtidos, iniciando pela caracterização da Bacia do Rio Inferninho indicam que a bacia já foi área de estudo em diversas oportunidades e em diversas temáticas, possibilitando uma caracterização com relativa abrangência.

Os dados de precipitação, coletados em campo, apresentaram considerável diferença em relação aos registros das estações adjacentes de Antônio Carlos, Major Gercino, Nova Trento e Governador Celso Ramos, o que foi ponderado durante a análise de consistência destes dados. Nesta análise, observou-se que ambos os pluviômetros P1 e P2 que estavam no Amâncio, tiveram registros maiores do que os das estações adjacentes, o que minimiza a possibilidade de erros sistemáticos nas anotações.

Uma explicação para o registro de totais pluviométricos maiores no Amâncio está na indicação feita por Almeida (1982), que já à época de sua pesquisa, sem uma coleta de dados pluviométricos na área, dizia que nas áreas mais próximas às nascentes, o relevo provocaria variações nos totais pluviométricos. A autora referia-se à barreira natural formada pela Serra da Boa Vista.

Na identificação do regime do Rio Inferninho, além da coleta de dados de pluviometria, foram realizadas coletas de dados de vazão, de modo que estes dados foram utilizados na alimentação do modelo hidrológico HYCYMODEL.

O modelo apresentou bom ajuste, com índices de erro F1 e F2 em 0,244 e 0,089 respectivamente. Quanto aos dados calculados pelo modelo, relativos à vazão, observa-se que aqueles valores de vazões medidas e calculadas apresentaram boa correspondência, ocorrendo uma subestimação nos valores calculados de 11,16% em relação aos medidos.

Como o modelo baseia-se em equações e principalmente nos dados com os quais ele é alimentado, e tendo em vista a amostragem realizada, considera-se que a aplicação do HYCYMODEL nesta pesquisa foi profícua, possibilitando a identificação do regime do Rio Inferninho no ano de 2005.

Em relação ao balanço hídrico na bacia, ocorreram problemas quanto à coleta de dados de temperatura, base para o cálculo da evapotranspiração. Deste modo, o cumprimento deste objetivo específico ficou prejudicado, uma vez que nem mesmo uma regionalização a partir da estação meteorológica de São José foi possível. Assim, os resultados obtidos pelo modelo hidrológico se fizeram úteis novamente. Porém, se utilizarmos a equação do balanço hídrico, para a precipitação registrada em P1, a vazão e a evapotranspiração calculada pelo modelo, há uma diferença de 365 mm, ou 1 mm por dia.

Quanto à qualidade da água, considerando-se a população atual, observa-se que o rio apresenta uma condição boa de qualidade, principalmente nas áreas mais altas. A incidência de coliformes fecais e totais não assusta, uma vez que a prevenção contra esse tipo de contaminação e um tratamento convencional da água podem ser aplicados com sucesso.

Um dos principais problemas encontrados quanto à qualidade da água ocorre principalmente em Sorocaba do Sul, maior concentração populacional na bacia, em decorrência da falta de saneamento básico. A presença do aterro sanitário e de uma fábrica de beneficiamento de restos de animais, que produz “farinha de osso” e gordura animal na bacia, promovem o lançamento de efluentes com altos índices de DBO₅ no Rio Inferninho, porém conforme as análises realizadas a capacidade de depuração do rio é satisfatória, não incorrendo em maiores danos, ao menos conforme a amostragem realizada.

Diante da situação encontrada na bacia, tanto em relação à quantidade e à qualidade da água, algumas propostas de ações devem ser apresentadas, conforme segue:

- Dar continuidade à coleta de dados pluviométricos e de vazão na bacia de modo a agregar dados aos já existentes e possibilitar um melhor conhecimento da capacidade de fornecimento de água pelo Rio Inferninho;

- Realizar um monitoramento sistemático de qualidade da água;

- Verificar a condição do solo na área de entorno do aterro sanitário, de modo a identificar a eficácia do sistema sanitário do empreendimento;

- Incentivar a recomposição da mata ciliar, também conhecida como zona ripária, de modo a possibilitar uma melhor qualidade da água, através da filtragem do material carreado pelo escoamento superficial em encostas, ou mesmo fixar as margens evitando erosões e conseqüentes assoreamentos;

- Incentivo à prática de agricultura orgânica, evitando a contaminação do lençol freático e também do rio com elementos tóxicos e outros poluentes nocivos à saúde, via agroquímicos;

- Tratamento de efluentes domésticos, item do saneamento básico indispensável ao longo de toda a bacia;

- Desenvolvimento de programas de educação ambiental principalmente com crianças e com jovens, que ao longo do tempo poderão mudar os paradigmas vigentes;

- Estabelecer Unidade(s) de Conservação no interior da bacia, em especial nas áreas mais altas, de modo a conservar a floresta atlântica ainda existente, e por conseqüência uma boa regularidade no escoamento superficial na bacia;

- Possibilitar aos indígenas residentes no interior da área da bacia, condições salutaras de habitação, com saneamento básico, bem como estabelecer uma área de reserva extrativista ou outra unidade de conservação de uso sustentável que possa atender as necessidades desta população e garantir ao mesmo tempo a manutenção do ecossistema.

Considera-se que há muito mais a ser conhecido, tanto em aspectos hidrológicos quanto em aspectos ambientais, principalmente tendo em vista a possibilidade de novos estudos nessa temática na própria área da Bacia do Rio Inferninho, uma vez que um ano de levantamento de dados hidrológicos é um período pequeno se observadas as análises possíveis a partir de séries históricas mais longas.

Porém, espera-se que a presente pesquisa possa contribuir para com a melhoria das condições de bem estar social das populações, que por ventura venham a ser atendidas com os recursos hídricos oriundos da Bacia do Rio Inferninho, seja dentro da própria bacia ou mesmo além de seus limites físicos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, N. O. de. **Delimitação e Caracterização de Unidades de Manejo Ambiental: Uma Contribuição Metodológica**. UFRJ, Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Departamento de Geografia. 1982 – 113p.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Memorial descritivo do cálculo da demanda humana de água contidas no documento "Base de referência do plano nacional de recursos hídricos"**. Nota Técnica 010/SPR/2003. Brasília: Superintendência de Outorgas da Agência Nacional de Águas, 2003. 30 p.

_____, Agência Nacional de Águas. **Séries Pluviométricas**. Disponível na internet, consultado em 25/01/2005 – 14h00 site: <http://hidroweb.ana.gov.br/hidroweb/>.

ANDREOLI, C.V. (org.). **Mananciais de Abastecimento: Planejamento e Gestão**. Curitiba - Sanepar, Finep, 2003 – 494p.

ANDERSON, P.S. (org) **Princípios de Cartografia Topográfica**. Vol. n°. 2 (Capítulos 8 – 14) Série Princípios De Cartografia - Versão Preliminar - 03/2002. Disponível em <http://lilt-vetri.lilt.ilstu.edu/psanders/Cartografia/cartografia.html> Acessado em 19/11/2005 – 14:00

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **O Estado das Águas no Brasil**. 1999. texto disponível na internet, consultado em 20/03/2006 - 19h00 - site: <http://www.mma.gov.br/port/srh/acervo/publica/doc/oestado/>

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. Bertrand Brasil 5ª Edição, Rio de Janeiro – RJ, 1998 – 332p.

BARLOW, M. e CLARKE, T. **Ouro Azul**. Ed. M. Books, São Paulo, 2003 - 331p.

BELTRAME, A. **Estudo das propriedades físicas do solo, visando conhecer seu funcionamento hídrico (Sorocaba do Sul) Biguaçu (SC)**. USP, 1995

BENETTI, A. e BIDONE, F. **O Meio Ambiente e os Recursos Hídricos**, in Hidrologia Ciência e Aplicação, 2ª Ed. - Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH, 1997 - 849-875p.

BERNARDY, R. J. **Inventário de bacias hidrográficas e seus potenciais conflitos de uso**. Tese de Doutorado em Eng. Civil – CTC - UFSC – Florianópolis – SC, 2005, 242p.

BERTRAND, Georges **Entrevista com o professor Georges Bertrand** In: GEOSUL. Florianópolis, v.13, nº26, p.144-161. 1998

BIGARELLA, J. J.; PASSOS, E.; HERRMANN, M. L. de P.; SANTOS, G. F. dos; MENDONÇA, M.; SALAMUNI, E.; SUGUIO, K **Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais**. Florianópolis, Editora da UFSC, 2003, v.3, p. 877-1436.

BOSCH, J.M.; HEWLETT, J.D. **A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration.** Journal of Hydrology, Amsterdam, v.55. 1982, p. 3-23.

BOYER, M. C. Streamflow Measurement. In: CHOW, V.T. (org) **Handbook of Applied Hydrology.** McGraw-Hill, New York, 1964. Section 15, p.1 – 41.

CAUBET, C. G. Org. **Manejo Alternativo de Recursos Hídricos**, Anais I Congresso sobre Manejo Alternativo de Recursos Hídricos, 1993 – Fpolis-SC. 135p.

CETESB – **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo – 2003.** São Paulo - SP – 2004 Disponível no Site www.cetesb.sp.gov.br - Consultado em 09/11/2004 – 18:40

CHEVALLIER, P. O Meio Ambiente e os Recursos Hídricos, in **Hidrologia Ciência e Aplicação**, 2ª Ed. - Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH, 1997 - 485-525p.

CHOW, V.T. (org) **Handbook of Applied Hydrology.** McGraw-Hill, New York, 1964. Section 14, p.1 – 54.

EPAGRI – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A.: **Séries pluviométricas 2005.** Dados solicitados à EPAGRI em 22/03/2006.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de Encostas na Interface com a Geomorfologia. In: **Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos.** GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (orgs.) Ed. Bertrand, 5ª edição. Rio de Janeiro, 2003. 472p. Cap.3, p. 93-148.

CONAMA, **Resolução Nº. 357 de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** São Paulo: Edgard Blücher, 2ª ed, 1980. 188p.

DEMANGEOT, J. **Les milieux << naturels >> du globe.** Ed. Masson; Collection géographie, 3ª edição. Paris - France 1990 - 276p.

DNPM. **Departamento Nacional de Produção Mineral.** Disponível em internet. Acessado em 23/05/2006, 19:30h. site <http://sigmine.dnpm.gov.br>

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília: Embrapa Produção da Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412p.

EMBRAPA. **A Nova Versão do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília: Embrapa. Ata de reunião do Comitê de Revisão do Sistema Brasileira de Classificação dos Solos. Acessado em 10/12/2005 site: <http://www.cnps.embrapa.br/sibcs/download/ata10.pdf>

ESTEVEZ, M. B. **Aplicação de Métodos Geofísicos ao Estudo das Coberturas Superficiais: Caso de Sorocaba do Sul – Biguaçu/SC**; Dissertação de Mestrado (Geografia) – UFSC – Dep. Geociências – Fpolis/SC – 2001, 102p.

GARTNER, C. **Diagnóstico Ambiental e Propostas Alternativas de Viabilidade do Uso do Solo. Amâncio e Sorocaba de Dentro - Biguaçu/Santa Catarina**. Monografia para obtenção do título de especialista no Curso de Pós- graduação em educação e meio Ambiente, UDESC. Florianópolis: 1999.

GENOVEZ, A. M. **Vazões Máximas**. In: PAIVA J.B.D de; PAIVA, E. M. C. D. de. (orgs.) Hidrologia Aplicada à Gestão de Pequenas Bacias Hidrográficas. ABRH 2003. Cap.3 p. 33 – 112.

GURLEY. **Hydrological Equipment: Operation and Maintenance Guide**. GENUINE GURLEY[®], New York. 1994, 77p.

HORNBERGER, G. M.; RAFFENSPERGER, J.P.; WIBERG, P.L.; ESHLEMAN, K.N. **Elements of Physical Hydrology**. Johns Hopkins University Press, 1998. CD-ROM, v. 1.0.

IBGE (a), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; **Carta São João Batista** Folha SG 22-Z-D-II , 1978. Escala 1: 50 000.

_____ (b), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; **Carta Biguaçu** Folha SG 22-Z-D-III, 1978. Escala 1: 50 000.

IBGE (a), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; **Projeto de Gerenciamento Costeiro, Carta Geologia – Camboriú**, 2003. Folhas SG 22-Z-D-II (MI 2894) e SG 22-Z-D-III (MI 2895). Escala 1: 100 000.

_____ (b) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; **Projeto de Gerenciamento Costeiro, Carta Geomorfologia – Camboriú**, 2003. Folhas SG 22-Z-D-II (MI 2894) e SG 22-Z-D-III (MI 2895). Escala 1: 100 000.

_____ (c) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; **Projeto de Gerenciamento Costeiro, Carta Reconhecimento de Solos – Camboriú**, 2003. Folhas SG 22-Z-D-II (MI 2894) e SG 22-Z-D-III (MI 2895). Escala 1: 100 000.

_____ (d) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; **Projeto de Gerenciamento Costeiro, Carta Uso do Solo – Camboriú**, 2003. Folhas SG 22-Z-D-II (MI 2894) e SG 22-Z-D-III (MI 2895). Escala 1: 50 000.

_____ (e) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; **Projeto de Gerenciamento Costeiro, Carta Vegetação – Camboriú**, 2003. Folhas SG 22-Z-D-II (MI 2894) e SG 22-Z-D-III (MI 2895). Escala 1: 100 000.

INPE. **Introdução à hidrologia florestal**. Disponível na internet, Acessado em 23/08/2004, 15:55h. site - <http://www.ltid.inpe.br/dsr/viane/CursoHF/Capitulo7.htm>

IRIGARAY, A **Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos no Brasil: Um Direito Humano Fundamental?** Tese de Doutorado, CCJ – UFSC, Florianópolis 2003, 281p.

ITAJAÍ, **Prefeitura Municipal de Itajaí**. Notícia publicada em 17/04/2006 - 17:44h Disponível na Internet http://www.itajai.sc.gov.br/noticias_det.php?id_noticia=3483 Acessado em 08/06/2006, 20:30h.

Jornal A Notícia de Joinville, 23/08/2003, por Jeferson Lima, "*Biguaçu decreta situação de emergência: Estiagem prolongada causa situação crítica nos bairros situados em áreas mais elevadas.*"

KLEIN, R.M. **Mapa Fitogeográfico do Estado de Santa Catarina**. Itajaí, ed. por Raulino Reitz, 1978 164p.

KOBIYAMA, M.; MANFROI, O. **Importância da modelagem e monitoramento em bacias hidrográficas**. In: **Curso “O Manejo de Bacias Hidrográficas sob a Perspectiva Florestal.**, Curitiba: UFPR, Apostila, 1999. p.111-118.

KOIDE, S.; SOUZA M.A.A. Monitoramento da Qualidade da Água. In: PAIVA J.B.D de; PAIVA, E. M. C. D. de. (orgs.) **Hidrologia Aplicada à Gestão de Pequenas Bacias Hidrográficas**. ABRH 2003. Cap.20 p. 567 – 585.

LANNA, A.E. Elementos de Estatística e Probabilidades, In: **Hidrologia Ciência e Aplicação**, 2ª Ed. - Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH, 1997 79-176p.

_____, A.E. Gestão dos Recursos Hídricos, In: **Hidrologia Ciência e Aplicação**, 2ª Ed. - Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH, 1997 727-768p.

LINSLEY, R. K.; FRANZINI, J. B. **Engenharia de Recursos Hídricos**. McGraw-Hill do Brasil e Ed. Da USP. 1978, 798p.

LUIZ, Edna L. **Estudo dos Movimentos de Massa na Bacia do Rio Inferninho – Sorocaba de Dentro Biguaçu/SC**; Dissertação de Mestrado em Geografia – UFSC – Dep de Geociências – Florianópolis –SC, 1996, 130p.

MARTINS, E. S. P. E.; PAIVA, J. B. D. de, Quantidade dos Recursos Hídricos. In: PAIVA J.B.D. de; PAIVA E.M.C.D. de. (orgs.) **Hidrologia Aplicada à gestão de Pequenas Bacias Hidrográficas**. ABRH, 1997 Cap 19, p. 531 – 565.

MENDONÇA, M. **A Dinâmica Têmporo-Espacial do Clima Subtropical na Região Conurbada de Florianópolis – SC**. Programa de Pós-graduação em Geografia Física – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – USP – São Paulo, 2002 – Tese Doutorado 343p.

MONTEIRO, M. A. **Caracterização Climática de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano.** Revista Geosul, Florianópolis, v16, n.31, p 69-78, jan./jun. 2001

ORSELLI, L e SILVA, J.T.N. **Contribuição ao Estudo de Balanço Hídrico em Santa Catarina**. Série Didática: Bioclimatologia, Nº II – 1988. Florianópolis: UFSC-CFH.

PAIVA J. B. D. de; PAIVA E. M. C. D. de, (orgs.) **Hidrologia Aplicada à gestão de Pequenas Bacias Hidrográficas**. ABRH, 2003 628p.

PETRELLA, R. **O Manifesto da Água: Argumentos para um Contrato Mundial**. Vozes, Petrópolis – RJ. 2002 – 159p.

PINTO, N.L. de S.; HOLTZ, A.C.T; MARTINS, J.A.; GOMIDE, F.L.S. **Hidrologia Básica**. 6ª Ed, Edgar Blücher, São Paulo, 1998, 278p.

REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas Doces do Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. São Paulo: Escritura Editora, 1999, 717p.

RESENDE, M.; CURI, N.; REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia: Base para Distinção de Ambientes**. 4ª ed. – Viçosa – MG: NEPUT, 2002. 338p.

RIGHETTO, A. M. **Hidrologia e Recursos Hídricos**. EESC/USP, Projeto REENGE São Carlos, SP. 1998, 840p.

RODRIGUES, L.; MONTEIRO, M. **Abril e maio: choveu apenas 20% da média climatológica**. 26/05/2006 - Nota meteorológica disponível na internet, site: <http://ciram.epagri.rct-sc.br:8080/cms/meteoro/estiagem2.jsp>

RODRIGUEZ, R. del G., **Metodologia para a estimativa das demandas e disponibilidades hídricas: estudo de caso da bacia do Paracatu**. Dissertação de Mestrado, Prog de Pós Graduação em Engenharia Agrônômica UFV, Viçosa – MG. 2004, 94p.

SAGARA, F. T. **Estudo Hidrológico de uma pequena Bacia Hidrográfica Experimental no Município de General Carneiro-PR, Através de Monitoramento e Modelagem**. Dissertação de Mestrado, Ciências Agrárias – UFPR, Curitiba PR. 2001 76p.

SANTA CATARINA, Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral. Sub Chefia de Estatística, Geografia e Informática, **Atlas de Santa Catarina**, Rio de Janeiro, Aerofoto Cruzeiro, 1986. 173p.

SANTA CATARINA, **Departamento Estadual de Defesa Civil de Santa Catarina**. Disponível na internet, <http://www.defesacivil.sc.gov.br/noticias.htm> Acessado em 05/06/2006 – 19:00.

SANTOS, I. dos; FILL, H. D.; KISHI, R. T.; MARONE, E.; LAUTERT. L. F. **Hidrometria Aplicada**. Lactec, Curitiba, 2001, 372p

SANTOS, J. S. M.; ELIAS, A.; NIETO, A.; MEURER, B.; AQUINO, I. F. de; RONCHI, M. A.; FORTUNATO, S. **Proposta de Plano de Manejo para a Bacia Hidrográfica do Rio Inferninho nas Localidades de Amâncio e Sorocaba de Dentro, Biquaçu**

- **SC**, Brasil. Trabalho apresentado na disciplina de Manejo Ambiental – PPG-Engenharia Ambiental – UFSC. 2004, 88p. (no prelo)

SCHÄFER, Alois. **Fundamentos de Ecologia e Biogeografia das Águas Continentais**. Ed. da Universidade, Porto Alegre – RS, 1985 – 532p.

SDM – Secretaria do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Diagnóstico Geral das Bacias Hidrográficas do Estado de Santa Catarina** - SC – 1997.

SDM – Santa Catarina. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. Coletânea: Legislação sobre Recursos Hídricos. Fpolis CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos , 2001.

SEIFFERT, W. Q. **Modelo de Planejamento para a Gestão Territorial da Carcinocultura Marinha**. Tese de Doutorado em Engenharia Civil. UFSC, Dep. Engenharia Civil. 2003, 230p.

SILVEIRA, A. L. L. da. Ciclo Hidrológico e Bacia Hidrográfica. In: **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. TUCCI, Carlos E. M. (org.), 2ª Ed. – Porto Alegre - RS: Editora da Universidade: ABRH, 1997. 943p. Cap. 2, p. 35-52.

SILVEIRA A. L. L. da, SILVEIRA G. L.. Vazões Mínimas. In: PAIVA J.B.D de; PAIVA, E. M. C. D. de. (orgs.) **Hidrologia Aplicada à Gestão de Pequenas Bacias Hidrográficas**. ABRH 2003. Cap.5 p. 125 – 164.

SOUZA, Maria Hosana de. **Análise Morfométrica Aplicada a Bacias Fluviais de Sergipe**. 1982. 65p. Dissertação (Mestrado em Geografia) Centro de Geociências e Ciências Exatas, UEP “Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro - SP

SPERLING, M. V. “**Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**”, Vol.1 “Princípio do Tratamento Biológico de Águas Residuárias”. 2ª Ed. Belo Horizonte. Dep. de Engenharia Sanitária Ambiental,UFMG, 1996.

TUCCI, C. E. M. (Org). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**, 2ª Ed. – Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH, 1997.

TUCCI, C. E. M. Vazões Médias. In: PAIVA J.B.D. de; PAIVA E.M.C.D. de. (orgs.) **Hidrologia Aplicada à gestão de Pequenas Bacias Hidrográficas**. ABRH, 2003 Cap. 4, p. 113 – 124.

TUCCI, C. E. M.; BELTRAME, L. F. S. Evaporação e Evapotranspiração. In: TUCCI, C. E. M. **Hidrologia Ciência e Aplicação**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 1997. p.253-287.

TUCCI, C. E. M.; CLARKE, R.T. Regionalização Hidrológica. In: PAIVA J.B.D. de; PAIVA E.M.C.D. de. (orgs.) **Hidrologia Aplicada à gestão de Pequenas Bacias Hidrográficas**. ABRH, 2003 Cap. 7, p. 169 – 222.

VEIHMEYER, F. J. Evapotranspiration. In: CHOW, V.T. (org) **Handbook Of Applied Hydrology**. McGraw-Hill, New York, 1964. Section 11, p.1 – 33.

VESTENA, L. R. **Balanço Hídrico da Bacia do Rio Ribeirão da Onça, No Município de Colombo-PR**. Dissertação de Mestrado, PPG em Geografia – UFPR, 2002, 118p.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo, Mcgraw-Hill, 1975.

VILLIERS, Marq de. **Água**. Ediouro, Rio de Janeiro 2002 – 457p.

WANIELISTA, M.; KERSTEN, R.; EAGLIN, R. **Hydrology: Water Quantity and Quality Control**. 2ª Ed. John Wiley & Sons, EUA, 1998. 567p

WOLFF, R. A. **Recursos Naturais e Pequena Produção rural em Sorocaba de Dentro e Amâncio (Biguaçu/SC)**. Fpolis, Dissertação de Mestrado em Geografia, UFSC, Departamento de Geociências. 1995, 151p.

ANEXOS

ANEXO 01 – Calibração dos Pluviômetros

Substituindo a área de captação na equação 4.1, temos para cada milímetro de chuva precipitado, o volume de 6,7929 mililitros.

Em laboratório, com o auxílio de uma balança de precisão modelo *Bioprecisa Eletronic Balance - FA2104N* e utilizando-se de água destilada (considerando para esta a densidade de 1 g/ml - $6,7929 \text{ ml} = 6,7929\text{g}$), mediu-se a massa mais aproximada possível do valor 6,7929g, ficando cada milímetro com uma diferença de 0,0035g, o que provocaria uma distorção de 0,35 mm a menos para cada 100mm. Considerando as possíveis variações na leitura dos valores pelos operadores, esta distorção foi desprezada.

O passo seguinte foi registrar em cada garrafa, os valores de precipitação de 1 a 210 mm, com graduação conforme o quadro 03. Inicialmente foram utilizados Marcadores para Retroprojctor (canetas para transparência) com tinta permanente e ponta fina 1,0mm, nas cores azul, vermelha e verde, facilitando a diferenciação entre as linhas nas garrafas. Porém, a durabilidade da tinta não atendeu às necessidades do projeto, uma vez que seria necessária a substituição das garrafas e a recalibração das mesmas a cada 10 dias, o que ficaria inviável ao longo de um ano, com três pluviômetros instalados.

Outra opção então foi avaliada experimentalmente antes que a leitura dos dados nos pluviômetros fosse prejudicada. Assim, utilizando-se de etiquetas auto-adesivas impressas com os valores necessários, foram calibradas novas garrafas. Para a impermeabilização das etiquetas foi utilizada base para esmalte de unha, ampliando a vida útil de cada garrafa.

Graduação dos Pluviômetros

Intervalo	Graduação
-----------	-----------

1 – 10 mm	1 em 1 mm
10 – 12 mm	2 em 2 mm
12 – 21 mm	3 em 3 mm
21 – 25 mm	4 em 4 mm
25 a 210 mm	5 em 5 mm

ANEXO 02 – Tabela Registro Chuva / Temperatura

Mês	
-----	--

Operador

Dia	mm - °C	Observações	Dia	mm °C	Observações
1			16		
2			17		
3			18		
4			19		
5			20		
6			21		
7			22		
8			23		
9			24		
10			25		
11			26		
12			27		
13			28		
14			29		
15			30		
			31		

ANEXO 03 – Planilha de coleta de dados - micromolinete

Verticais														
	V1	Vel (m/s)	V2	Vel (m/s)	V3	Vel (m/s)	V4	Vel (m/s)	V5	Vel (m/s)	V6	Vel (m/s)	V7	Vel (m/s)
Profundidade Total														
Medida 0,2P														
Medida 0,6P														
Medida 0,8P														

Data:

Hora Início:

Participantes:

Hora Término:

Verticais														
	V1	Vel (m/s)	V2	Vel (m/s)	V3	Vel (m/s)	V4	Vel (m/s)	V5	Vel (m/s)	V6	Vel (m/s)	V7	Vel (m/s)
Profundidade Total														
Medida 0,2P														
Medida 0,6P														
Medida 0,8P														

Data:

Hora Início:

Participantes:

Hora Término:

ANEXO 04 – Equações de cálculo dos índices F1 e F2 – HCYMODEL**- F1**

$$F1 = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{|Q_{obs} - Q_{calc}|}{Q_{obs}}}{n}$$

- F2

$$F2 = \frac{\left| \sum_{i=1}^n Q_{obs} - \sum_{i=1}^n Q_{calc} \right|}{\sum_{i=1}^n Q_{obs}}$$

ANEXO 05

a) Registros pluviométricos P1 em mm

Dia/Mês	Jan05	Fev05	Mar05	Abr05	Mai05	Jun05	Jul05	Ago05	Set05	Out05	Nov05	Dez05	Operadora: D. Ilda
1	18	2	7	0	0	0	0	0	55	4	0	0	
2	0	0	0	10	0	0	0	0	8	0	0	0	
3	7	0	2	25	0	0	0	0	0	4	0	0	
4	35	0	9	35	0	0	0	0	75	0	0	0	
5	15	7	0	4	0	0	55	0	0	40	3	45	
6	0	1	2	0	0	0	0	0	0	2	5	0	
7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	
8	0	3	0	0	0	0	0	2	0	10	55	0	
9	4	0	0	0	65	0	3	45	0	0	7	0	
10	0	0	0	0	0	0	0	35	15	3	15	0	
11	45	7	2	0	0	0	0	0	0	3	13	3	
12	0	18	0	0	10	0	0	0	40	0	35	1	
13	0	55	0	0	0	0	0	0	18	0	3	0	
14	0	18	65	6	0	0	2	0	9	0	3	0	
15	0	0	6	0	0	8	0	0	25	35	0	0	
16	3	0	0	0	0	12	0	0	3	30	0	0	
17	0	5	0	0	0	0	21	0	8	0	0	0	
18	0	0	0	0	145	35	0	12	9	0	3	17	
19	12	3	25	0	75	0	0	0	95	0	5	0	
20	1	0	9	15	0	6	0	0	2	0	30	0	
21	10	0	0	6	20	0	0	3	5	0	0	0	
22	0	0	0	0	0	0	10	0	15	0	0	0	
23	0	0	6	0	0	0	35	0	120	0	0	0	
24	8	70	9	0	10	0	15	5	25	10	0	80	
25	100	25	0	60	4	0	3	0	3	9	30	0	
26	3	4	7	0	0	0	0	0	15	0	0	5	
27	0	30	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28	13	13	30	5	0	0	0	0	3	40	0	9	
29	55		0	0	0	2	0	0	25	15	0	0	
30	21		0	25	0	0	0	0	3	2	0	1	
31	45		0		0		0	75		0		0	
Totais Mensais	395	262	184	191	329	63	144	177	576	210	210	161	Total 2005
Dias medidos	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Dias de chuva	17	16	14	10	7	5	8	7	22	15	14	8	143
Média diária	12,74	9,36	5,94	6,37	10,61	2,10	4,65	5,71	19,20	6,77	7,00	5,19	7,97
Máxima diária	100	70	65	60	145	35	55	75	120	40	55	80	145

b) Registros pluviométricos P2 em mm

Dia /Mês	Jan05	Fev05	Mar05	Abr05	Mai05	Jun05	Jul05	Ago05	Set05	Out05	Nov05	Dez05	Operadora Janete
1	0	1	11	1	0	0	0	0	50	3	0	0	
2	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	8	0	1	21	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	29	2	0	40	0	0	0	0	0	0	7	0	
5	17	9	0	7	0	0	0	0	50	45	0	45	
6	4	1	0	0	0	0	50	0	0	0	15	0	
7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	34	0	
8	0	0	7	0	0	0	0	5	0	8	15	0	
9	10	3	0	0	77	0	0	45	0	0	0	0	
10	0	0	0	4	0	0	0	39	17	0	40	0	
11	40	0	3	0	0	0	0	0	x	2	2	3	
12	0	25	1	0	12	0	0	0	35	0	5	1	
13	0	30	0	25	0	0	0	0	15	0	0	0	
14	0	9	70	0	0	0	0	0	30	0	0	0	
15	0	0	6	0	0	6	3	0	30	0	0	0	
16	7	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	0	
17	0	2	0	0	0	0	15	x	2	18	9	0	
18	2	0	0	0	160	21	0	10	x	0	3	17	
19	7	4	45	0	53	22	0	x	165	18	3	0	
20	1	0	0	18	7	4	0	0	1	0	35	0	
21	15	1	9	5	18	0	0	1	0	1	0	0	
22	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	
23	0	30	5	0	0	0	41	0	95	0	0	0	
24	5	115	9	0	11	0	0	4	0	0	0	80	
25	105	0	0	55	0	0	3	x	20	15	52	0	
26	0	25	0	0	1	0	0	x	26	0	0	5	
27	0	30	9	0	0	0	0	x	0	0	0	0	
28	21	12	21	5	0	0	0	x	25	0	0	9	
29	60		0	0	0	3	0	x	0	50	0	0	
30	22		0	25	0	0	0	0	2	0	6	1	
31	40		0	0	0	0	0	66	0	18		0	Total 2005
Totais Mensais	393	299	198	219	339	58	112	170	566	181,5	226	161	2922,5
Dias medidos	31	28	31	31	31	31	31	24	29	31	30	31	359
Dias de chuva	17	16	14	13	8	6	5	7	16	12	13	8	135
Média diária	12,68	10,68	6,39	7,06	10,94	1,87	3,61	7,08	19,52	5,85	7,53	5,19	8,20
Máxima diária	105	115	70	55	160	22	50	66	165	50	52	80	165

c) Dados pluviométricos P3 em mm

Dia/Mês	Jan05	Fev05	Mar05	Abr05	Mai05	Jun05	Jul05	Ago05	Set05	Out05	Nov05	Dez05	Operadora Luciena
1	0	1	6	0	0	0	0	0	45	0	0	0	
2	0	0	0	7	0	0	0	0	10	0	0	0	
3	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	50	0	0	35	0	0	25	0	15	0	0	0	
5	26	2	0	2	0	0	0	0	60	40	0	8	
6	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	0	
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	21	
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	
9	1	1	0	0	45	0	0	0	0	20	15	0	
10	0	0	0	1	6	0	0	40	15	0	11	0	
11	21	0	21	0	10	0	0	0	30	0	15	0	
12	1	12	20	0	0	0	0	0	10	0	7	0	
13	0	10	5	0	0	0	0	0	7	0	0	3	
14	0	0	60	15	0	0	0	0	15	0	0	5	
15	0	0	25	0	0	18	0	0	5	25	0	2	
16	7	0	0	0	0	0	8	0	0	45	0	3	
17	0	0	0	0	0	0	0	15	2	0	10	3	
18	0	0	0	0	150	35	0	0	25	0	6	0	
19	0	12	25	0	55	0	0	0	50	0	40	0	
20	1	0	3	15	25	0	0	0	5	0	0	6	
21	50	0	5	0	8	0	0	0	10	0	0	14	
22	0	0	0	0	11	0	15	0	23	0	0	30	
23	0	60	0	0	12	0	30	0	28	0	0	0	
24	0	65	6	0	15	0	8	0	21	0	0	0	
25	95	21	0	50	0	0	0	0	2	10	0	0	
26	0	2	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	
27	0	21	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
28	12	0	6	0	0	0	0	0	0	40	0	0	
29	35		0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	
30	15		0	21	0	0	0	0	0	0	0	0	
31	25		0		0		0	75		10		31	
Totais Mensais	339	207	185	152	337	53	86	130	409	190	144	126	Total 2005
Dias medidos	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Dias de chuva	13	11	13	9	10	2	5	3	21	7	10	11	115
Média diária	10,94	7,39	5,97	5,07	10,87	1,77	2,77	4,19	13,63	6,13	4,80	4,06	6,47
Máxima diária	95	65	60	50	150	35	30	75	60	45	40	31	150

ANEXO 06 – Resultados HYCYMODEL

MON (I): Mês.

RR: Precipitação.

QB: Escoamento de base total.

QC: Escoamento calculado

QD: Escoamento direto total.

QO: Escoamento observado

EC: Escoamento inicial de canais.

EE: Evapotranspiração.

EI: Evaporação de interceptação.

ET: Transpiração.

MON	RR	QC	QO	EE	EI	EC	EI	QB	QD
1	18.00	3.856	2.337	6.032	3.649	3.649	2.648	2.056	1.800
1	.00	2.006	*****	.605	3.649	.266	.000	2.006	.000
1	7.00	2.659	*****	5.676	3.649	3.649	2.252	1.959	.700
1	35.00	5.509	*****	6.583	3.649	3.649	3.260	2.009	3.500
1	15.00	3.603	*****	5.935	3.649	3.649	2.540	2.102	1.501
1	.00	2.110	2.511	3.649	3.649	3.649	.000	2.109	.001
1	.00	2.021	*****	.606	3.649	.268	.000	2.020	.001
1	.00	1.926	*****	.597	3.649	.258	.000	1.925	.001
1	4.00	2.242	*****	2.518	3.649	.249	2.144	1.841	.401
1	.00	1.765	*****	.581	3.649	.240	.000	1.764	.001
1	45.00	6.351	*****	6.907	3.649	3.649	3.620	1.849	4.502
1	.00	1.943	*****	3.649	3.649	3.649	.000	1.939	.003
1	.00	1.915	*****	.596	3.649	.256	.000	1.911	.003
1	.00	1.860	*****	.590	3.649	.250	.000	1.856	.003
1	.00	1.790	2.092	.583	3.649	.243	.000	1.787	.003
1	3.00	2.019	2.286	2.474	3.649	.235	2.108	1.715	.303
1	.00	1.648	*****	.569	3.649	.227	.000	1.644	.003
1	.00	1.574	*****	.562	3.649	.219	.000	1.571	.003
1	12.00	2.748	*****	5.838	3.649	3.649	2.432	1.544	1.204
1	1.00	1.598	*****	1.455	3.649	.211	1.000	1.494	.104
1	10.00	2.475	*****	5.773	3.649	3.649	2.360	1.471	1.004
1	.00	1.423	*****	.547	3.649	.203	.000	1.419	.005
1	.00	1.367	*****	.542	3.649	.196	.000	1.363	.005
1	8.00	2.137	2.021	2.598	3.649	.193	2.288	1.332	.805
1	100.00	11.583	*****	8.689	3.649	3.649	5.600	1.563	10.019
1	3.00	2.194	*****	5.546	3.649	3.649	2.108	1.850	.344
1	.00	2.010	*****	3.649	3.649	3.649	.000	1.966	.044
1	13.00	3.346	*****	5.870	3.649	3.649	2.468	2.000	1.347
1	55.00	7.737	8.062	7.231	3.649	3.649	3.980	2.166	5.572
1	21.00	4.604	*****	6.130	3.649	3.649	2.756	2.393	2.211
1	45.00	7.314	*****	6.907	3.649	3.649	3.620	2.656	4.658
2	2.00	3.172	*****	6.047	4.247	4.247	2.000	2.777	.395
2	.00	2.941	*****	4.247	4.247	4.247	.000	2.747	.194
2	.00	2.782	*****	.776	4.247	.390	.000	2.589	.194
2	.00	2.623	*****	.758	4.247	.370	.000	2.430	.193
2	7.00	3.207	3.394	2.772	4.247	.356	2.252	2.313	.894
2	1.00	2.509	*****	1.634	4.247	.344	1.000	2.214	.295
2	1.00	2.398	*****	1.622	4.247	.330	1.000	2.104	.294
2	3.00	2.491	*****	2.607	4.247	.317	2.108	1.997	.494
2	.00	2.088	*****	.698	4.247	.304	.000	1.895	.193
2	.00	1.986	2.606	.687	4.247	.291	.000	1.794	.192
2	7.00	2.592	*****	2.703	4.247	.279	2.252	1.701	.892
2	18.00	3.675	*****	6.631	4.247	4.247	2.648	1.678	1.998
2	55.00	7.570	*****	7.829	4.247	4.247	3.980	1.812	5.758
2	18.00	4.139	*****	6.631	4.247	4.247	2.648	1.998	2.141
2	.00	2.424	*****	4.247	4.247	4.247	.000	2.064	.360
2	.00	2.360	*****	.710	4.247	.317	.000	2.002	.358
2	5.00	2.795	*****	2.665	4.247	.309	2.180	1.937	.858
2	.00	2.227	*****	.695	4.247	.300	.000	1.869	.358

2	3.00	2.450	2.536	2.584	4.247	.291	2.108	1.794	.657
2	.00	2.071	*****	.678	4.247	.281	.000	1.716	.355
2	.00	1.987	*****	.668	4.247	.271	.000	1.634	.353
2	.00	1.904	*****	.659	4.247	.261	.000	1.553	.351
2	.00	1.825	*****	.650	4.247	.251	.000	1.477	.349
2	70.00	9.020	*****	8.315	4.247	4.247	4.520	1.597	7.423
2	25.00	4.860	4.213	6.857	4.247	4.247	2.900	1.800	3.060
2	4.00	2.913	*****	6.177	4.247	4.247	2.144	1.909	1.005
2	30.00	5.656	*****	7.019	4.247	4.247	3.080	1.999	3.657
2	13.00	4.114	*****	6.469	4.247	4.247	2.468	2.084	2.030
3	7.00	3.523	*****	6.493	4.467	4.467	2.252	2.070	1.454
3	.00	2.740	*****	.747	4.467	.334	.000	1.985	.755
3	2.00	2.837	*****	2.536	4.467	.322	2.000	1.890	.947
3	9.00	3.478	*****	2.821	4.467	.314	2.324	1.831	1.647
3	.00	2.532	2.534	.723	4.467	.308	.000	1.784	.749
3	2.00	2.659	*****	2.516	4.467	.299	2.000	1.718	.941
3	.00	2.376	*****	.707	4.467	.289	.000	1.642	.734
3	.00	2.291	*****	.697	4.467	.278	.000	1.564	.727
3	.00	2.205	*****	.688	4.467	.268	.000	1.486	.720
3	.00	2.125	2.326	.679	4.467	.258	.000	1.413	.713
3	2.00	2.251	*****	2.471	4.467	.249	2.000	1.345	.906
3	.00	1.980	*****	.663	4.467	.240	.000	1.281	.699
3	.00	1.915	*****	.656	4.467	.232	.000	1.222	.692
3	65.00	8.519	*****	8.373	4.467	4.467	4.340	1.276	7.243
3	6.00	2.743	*****	6.461	4.467	4.467	2.216	1.332	1.411
3	.00	2.118	*****	.666	4.467	.244	.000	1.308	.810
3	.00	2.071	*****	.662	4.467	.239	.000	1.269	.801
3	.00	2.016	*****	.656	4.467	.233	.000	1.222	.793
3	25.00	4.577	*****	7.077	4.467	4.467	2.900	1.253	3.324
3	9.00	3.061	*****	6.558	4.467	4.467	2.324	1.285	1.776
3	.00	2.135	*****	.660	4.467	.237	.000	1.256	.879
3	.00	2.085	2.176	.655	4.467	.232	.000	1.215	.870
3	6.00	2.650	*****	2.646	4.467	.228	2.216	1.186	1.464
3	9.00	2.955	*****	6.558	4.467	4.467	2.324	1.184	1.771
3	.00	2.012	*****	.646	4.467	.221	.000	1.139	.872
3	7.00	2.680	*****	2.669	4.467	.218	2.252	1.113	1.568
3	5.00	2.471	*****	2.603	4.467	.216	2.180	1.102	1.369
3	30.00	5.094	*****	7.239	4.467	4.467	3.080	1.168	3.926
3	.00	2.191	*****	4.467	4.467	4.467	.000	1.209	.982
3	.00	2.141	*****	.650	4.467	.225	.000	1.170	.970
3	.00	2.085	*****	.644	4.467	.219	.000	1.126	.959
4	.00	2.049	*****	.607	4.248	.203	.000	1.102	.948
4	10.00	3.032	2.132	6.372	4.248	4.248	2.360	1.086	1.946
4	25.00	4.607	2.707	6.858	4.248	4.248	2.900	1.117	3.491
4	35.00	5.846	*****	7.182	4.248	4.248	3.260	1.220	4.626
4	4.00	2.914	*****	6.178	4.248	4.248	2.144	1.300	1.615
4	.00	2.493	*****	.629	4.248	.227	.000	1.290	1.203
4	.00	2.448	*****	.626	4.248	.223	.000	1.262	1.186
4	.00	2.393	*****	.621	4.248	.218	.000	1.223	1.170
4	.00	2.332	2.157	.616	4.248	.213	.000	1.177	1.154
4	.00	2.269	2.057	.611	4.248	.206	.000	1.130	1.139
4	.00	2.205	*****	.605	4.248	.200	.000	1.082	1.124
4	.00	2.145	*****	.600	4.248	.194	.000	1.036	1.109
4	.00	2.087	*****	.595	4.248	.189	.000	.993	1.095
4	6.00	2.639	*****	2.585	4.248	.184	2.216	.958	1.681
4	.00	1.996	*****	.587	4.248	.180	.000	.927	1.069
4	.00	1.949	1.904	.583	4.248	.176	.000	.894	1.055
4	.00	1.901	*****	.579	4.248	.171	.000	.859	1.042
4	.00	1.854	*****	.575	4.248	.167	.000	.825	1.029
4	.00	1.809	*****	.571	4.248	.163	.000	.793	1.016
4	15.00	3.276	*****	2.855	4.248	.160	2.540	.771	2.505
4	6.00	2.365	*****	2.562	4.248	.159	2.216	.764	1.600
4	.00	1.752	*****	.567	4.248	.158	.000	.758	.994
4	.00	1.725	*****	.565	4.248	.156	.000	.743	.982
4	.00	1.692	1.694	.563	4.248	.153	.000	.722	.970
4	60.00	7.939	*****	7.992	4.248	4.248	4.160	.822	7.117
4	.00	2.219	*****	4.248	4.248	4.248	.000	.934	1.285

4	.00	2.226	*****	4.248	4.248	4.248	.000	.959	1.267
4	5.00	2.688	*****	2.550	4.248	.181	2.180	.936	1.752
4	.00	2.153	*****	.586	4.248	.179	.000	.915	1.238
4	25.00	4.729	*****	6.858	4.248	4.248	2.900	.953	3.777
5	.00	2.354	*****	3.651	3.651	3.651	.000	1.033	1.321
5	.00	2.303	*****	.506	3.651	.156	.000	1.001	1.301
5	.00	2.249	*****	.502	3.651	.153	.000	.967	1.283
5	.00	2.195	*****	.499	3.651	.149	.000	.931	1.264
5	.00	2.143	*****	.495	3.651	.145	.000	.897	1.246
5	.00	2.093	*****	.492	3.651	.141	.000	.864	1.228
5	.00	2.044	1.833	.489	3.651	.138	.000	.833	1.211
5	.00	1.998	*****	.486	3.651	.134	.000	.803	1.195
5	65.00	8.697	*****	7.557	3.651	3.651	4.340	.883	7.814
5	.00	2.425	*****	3.651	3.651	3.651	.000	.973	1.452
5	.00	2.418	*****	3.651	3.651	3.651	.000	.988	1.430
5	10.00	3.403	*****	5.775	3.651	3.651	2.360	.982	2.421
5	.00	2.369	*****	.501	3.651	.151	.000	.953	1.415
5	.00	2.316	*****	.498	3.651	.148	.000	.922	1.393
5	.00	2.262	*****	.495	3.651	.144	.000	.890	1.372
5	.00	2.209	*****	.491	3.651	.140	.000	.858	1.351
5	.00	2.158	*****	.488	3.651	.137	.000	.827	1.331
5	145.00	17.486	*****	10.149	3.651	3.651	7.220	1.047	16.439
5	75.00	12.257	*****	7.881	3.651	3.651	4.700	1.487	10.769
5	.00	5.652	*****	3.651	3.651	3.651	.000	1.880	3.772
5	20.00	7.936	6.734	6.099	3.651	3.651	2.720	2.131	5.804
5	.00	6.073	*****	3.651	3.651	3.651	.000	2.251	3.821
5	.00	5.931	*****	3.651	3.651	3.651	.000	2.226	3.705
5	10.00	6.781	*****	5.775	3.651	3.651	2.360	2.158	4.623
5	4.00	6.021	*****	2.541	3.651	.273	2.144	2.067	3.953
5	.00	5.434	*****	.602	3.651	.264	.000	1.979	3.455
5	.00	5.242	*****	.593	3.651	.254	.000	1.885	3.357
5	.00	5.055	*****	.584	3.651	.243	.000	1.792	3.263
5	.00	4.876	*****	.575	3.651	.234	.000	1.702	3.174
5	.00	4.708	*****	.567	3.651	.225	.000	1.619	3.088
5	.00	4.549	*****	.560	3.651	.216	.000	1.542	3.007
6	.00	4.482	*****	.429	2.834	.162	.000	1.553	2.929
6	.00	4.341	*****	.424	2.834	.156	.000	1.486	2.855
6	.00	4.208	*****	.419	2.834	.151	.000	1.424	2.783
6	.00	4.081	*****	.415	2.834	.146	.000	1.366	2.715
6	.00	3.962	*****	.411	2.834	.141	.000	1.312	2.649
6	.00	3.848	*****	.407	2.834	.137	.000	1.261	2.586
6	.00	3.739	*****	.403	2.834	.133	.000	1.213	2.526
6	.00	3.636	*****	.399	2.834	.129	.000	1.168	2.468
6	.00	3.538	*****	.396	2.834	.125	.000	1.126	2.412
6	.00	3.444	*****	.393	2.834	.122	.000	1.085	2.359
6	.00	3.354	*****	.390	2.834	.118	.000	1.047	2.307
6	.00	3.268	*****	.387	2.834	.115	.000	1.011	2.257
6	.00	3.186	*****	.384	2.834	.112	.000	.977	2.209
6	.00	3.107	*****	.382	2.834	.109	.000	.944	2.163
6	8.00	3.833	*****	2.439	2.834	.107	2.288	.915	2.918
6	12.00	4.219	*****	5.023	2.834	2.834	2.432	.919	3.301
6	.00	2.997	*****	.379	2.834	.106	.000	.910	2.087
6	35.00	6.648	*****	5.768	2.834	2.834	3.260	.972	5.676
6	.00	3.311	*****	2.834	2.834	2.834	.000	1.036	2.275
6	6.00	3.894	*****	4.829	2.834	2.834	2.216	1.054	2.840
6	.00	3.243	*****	.389	2.834	.117	.000	1.037	2.206
6	.00	3.173	*****	.387	2.834	.115	.000	1.014	2.159
6	.00	3.101	*****	.385	2.834	.113	.000	.986	2.115
6	.00	3.028	*****	.383	2.834	.110	.000	.956	2.072
6	.00	2.956	*****	.380	2.834	.108	.000	.926	2.030
6	.00	2.886	*****	.378	2.834	.105	.000	.896	1.990
6	.00	2.819	*****	.376	2.834	.103	.000	.867	1.951
6	.00	2.754	*****	.374	2.834	.100	.000	.840	1.914
6	2.00	2.891	*****	2.172	2.834	.098	2.000	.814	2.077
6	.00	2.631	*****	.370	2.834	.096	.000	.788	1.842
7	.00	2.654	*****	.262	2.017	.067	.000	.846	1.808
7	.00	2.598	*****	.260	2.017	.065	.000	.823	1.775

7	.00	2.544	*****	.259	2.017	.064	.000	.801	1.743
7	.00	2.492	*****	.258	2.017	.063	.000	.780	1.712
7	55.00	8.124	*****	5.599	2.017	2.017	3.980	.831	7.293
7	.00	2.784	*****	2.017	2.017	2.017	.000	.894	1.890
7	.00	2.768	*****	2.017	2.017	2.017	.000	.914	1.854
7	.00	2.722	*****	.265	2.017	.070	.000	.903	1.820
7	3.00	2.977	*****	2.161	2.017	.069	2.108	.889	2.088
7	.00	2.631	*****	.263	2.017	.068	.000	.874	1.757
7	.00	2.581	*****	.262	2.017	.067	.000	.855	1.725
7	.00	2.530	*****	.261	2.017	.066	.000	.835	1.695
7	.00	2.480	*****	.260	2.017	.065	.000	.814	1.665
7	2.00	2.630	*****	2.059	2.017	.063	2.000	.793	1.837
7	.00	2.381	*****	.258	2.017	.062	.000	.773	1.609
7	.00	2.334	*****	.256	2.017	.061	.000	.752	1.582
7	21.00	4.462	*****	4.498	2.017	2.017	2.756	.770	3.692
7	.00	2.397	*****	2.017	2.017	2.017	.000	.788	1.609
7	.00	2.362	*****	.258	2.017	.063	.000	.780	1.582
7	.00	2.323	*****	.257	2.017	.062	.000	.767	1.556
7	.00	2.282	1.774	.256	2.017	.061	.000	.752	1.530
7	10.00	3.275	*****	4.141	2.017	2.017	2.360	.755	2.519
7	35.00	5.938	*****	4.951	2.017	2.017	3.260	.815	5.122
7	15.00	4.174	*****	4.303	2.017	2.017	2.540	.906	3.269
7	3.00	3.056	*****	3.915	2.017	2.017	2.108	.965	2.091
7	.00	2.743	*****	2.017	2.017	2.017	.000	.981	1.762
7	.00	2.696	*****	.268	2.017	.074	.000	.966	1.730
7	.00	2.646	*****	.267	2.017	.073	.000	.946	1.700
7	.00	2.594	*****	.266	2.017	.072	.000	.924	1.670
7	.00	2.541	*****	.265	2.017	.070	.000	.900	1.641
7	.00	2.489	*****	.263	2.017	.069	.000	.876	1.613
8	.00	2.498	*****	.184	1.419	.047	.000	.912	1.586
8	.00	2.448	*****	.183	1.419	.046	.000	.889	1.559
8	.00	2.400	*****	.183	1.419	.045	.000	.866	1.534
8	.00	2.353	*****	.182	1.419	.044	.000	.845	1.509
8	.00	2.309	*****	.181	1.419	.043	.000	.824	1.484
8	.00	2.265	*****	.180	1.419	.042	.000	.805	1.461
8	.00	2.223	*****	.179	1.419	.042	.000	.786	1.438
8	2.00	2.383	*****	1.979	1.419	.041	2.000	.767	1.615
8	45.00	6.812	*****	4.677	1.419	1.419	3.620	.818	5.994
8	35.00	6.171	*****	4.353	1.419	1.419	3.260	.938	5.233
8	.00	2.891	*****	1.419	1.419	1.419	.000	1.048	1.843
8	.00	2.911	*****	1.419	1.419	1.419	.000	1.102	1.809
8	.00	2.891	*****	1.419	1.419	1.419	.000	1.115	1.776
8	.00	2.845	*****	1.419	1.419	1.419	.000	1.101	1.744
8	.00	2.783	*****	.191	1.419	.054	.000	1.070	1.713
8	.00	2.723	*****	.189	1.419	.053	.000	1.040	1.683
8	.00	2.665	*****	.188	1.419	.052	.000	1.011	1.654
8	12.00	3.845	*****	3.608	1.419	1.419	2.432	1.007	2.838
8	.00	2.628	*****	1.419	1.419	1.419	.000	1.001	1.627
8	.00	2.577	*****	.187	1.419	.050	.000	.978	1.599
8	3.00	2.830	*****	2.083	1.419	.049	2.108	.957	1.873
8	.00	2.485	*****	.185	1.419	.048	.000	.937	1.548
8	.00	2.439	*****	.185	1.419	.047	.000	.916	1.523
8	5.00	2.905	*****	3.381	1.419	1.419	2.180	.903	2.001
8	.00	2.366	*****	.183	1.419	.046	.000	.884	1.481
8	.00	2.322	*****	.183	1.419	.045	.000	.865	1.458
8	.00	2.279	*****	.182	1.419	.044	.000	.845	1.435
8	.00	2.237	*****	.181	1.419	.043	.000	.825	1.412
8	.00	2.195	*****	.180	1.419	.042	.000	.805	1.391
8	.00	2.155	*****	.179	1.419	.042	.000	.786	1.369
8	75.00	9.996	*****	5.649	1.419	1.419	4.700	.889	9.107
9	55.00	8.826	*****	4.782	1.200	1.200	3.980	1.136	7.689
9	8.00	4.649	*****	3.259	1.200	1.200	2.288	1.364	3.285
9	.00	3.972	*****	1.200	1.200	1.200	.000	1.510	2.462
9	75.00	12.134	*****	5.430	1.200	1.200	4.700	1.753	10.381
9	.00	5.330	7.554	1.200	1.200	1.200	.000	2.028	3.302
9	.00	5.381	*****	1.200	1.200	1.200	.000	2.170	3.211
9	.00	5.336	3.403	1.200	1.200	1.200	.000	2.212	3.124

9	.00	5.226	*****	1.200	1.200	1.200	.000	2.185	3.041
9	.00	5.078	*****	1.200	1.200	1.200	.000	2.117	2.962
9	15.00	6.520	*****	3.486	1.200	1.200	2.540	2.090	4.430
9	.00	4.978	*****	1.200	1.200	1.200	.000	2.071	2.907
9	40.00	9.193	*****	4.296	1.200	1.200	3.440	2.158	7.035
9	18.00	7.408	*****	3.583	1.200	1.200	2.648	2.326	5.082
9	9.00	6.689	*****	3.292	1.200	1.200	2.324	2.452	4.237
9	25.00	8.524	*****	3.810	1.200	1.200	2.900	2.585	5.938
9	3.00	6.473	*****	3.097	1.200	1.200	2.108	2.681	3.792
9	8.00	6.935	*****	3.259	1.200	1.200	2.288	2.703	4.232
9	9.00	7.007	*****	3.292	1.200	1.200	2.324	2.703	4.304
9	95.00	16.615	21.387	6.078	1.200	1.200	5.420	3.021	13.593
9	2.00	8.401	*****	3.000	1.200	1.200	2.000	3.428	4.972
9	5.00	8.736	*****	3.162	1.200	1.200	2.180	3.607	5.129
9	15.00	9.785	*****	3.486	1.200	1.200	2.540	3.689	6.096
9	120.00	22.058	*****	6.888	1.200	1.200	6.320	4.221	17.837
9	25.00	14.789	18.569	3.810	1.200	1.200	2.900	4.971	9.818
9	3.00	12.955	12.421	3.097	1.200	1.200	2.108	5.375	7.580
9	15.00	14.103	*****	3.486	1.200	1.200	2.540	5.498	8.604
9	.00	12.331	*****	1.200	1.200	1.200	.000	5.417	6.913
9	3.00	12.066	7.838	3.097	1.200	1.200	2.108	5.159	6.907
9	25.00	14.037	*****	3.810	1.200	1.200	2.900	5.008	9.029
9	3.00	11.628	*****	3.097	1.200	1.200	2.108	4.873	6.755
10	4.00	11.209	*****	3.348	1.418	1.418	2.144	4.612	6.597
10	.00	10.263	*****	1.418	1.418	1.418	.000	4.316	5.947
10	4.00	10.122	*****	3.348	1.418	1.418	2.144	4.012	6.110
10	.00	9.205	*****	.290	1.418	.164	.000	3.717	5.488
10	40.00	13.260	*****	4.514	1.418	1.418	3.440	3.705	9.555
10	2.00	9.599	*****	3.218	1.418	1.418	2.000	3.746	5.852
10	3.00	9.386	*****	3.316	1.418	1.418	2.108	3.652	5.734
10	10.00	9.818	*****	3.542	1.418	1.418	2.360	3.537	6.282
10	.00	8.526	*****	1.418	1.418	1.418	.000	3.397	5.130
10	3.00	8.457	*****	3.316	1.418	1.418	2.108	3.215	5.242
10	3.00	8.093	*****	2.162	1.418	.136	2.108	3.025	5.068
10	.00	7.455	*****	.258	1.418	.129	.000	2.854	4.601
10	.00	7.135	8.575	.252	1.418	.123	.000	2.694	4.441
10	.00	6.837	*****	.247	1.418	.117	.000	2.546	4.291
10	35.00	10.413	*****	4.352	1.418	1.418	3.260	2.573	7.840
10	30.00	10.399	*****	4.190	1.418	1.418	3.080	2.747	7.652
10	.00	7.587	*****	1.418	1.418	1.418	.000	2.871	4.716
10	.00	7.416	*****	1.418	1.418	1.418	.000	2.865	4.550
10	.00	7.174	*****	1.418	1.418	1.418	.000	2.780	4.394
10	.00	6.896	*****	.251	1.418	.121	.000	2.650	4.247
10	.00	6.627	*****	.246	1.418	.116	.000	2.520	4.107
10	.00	6.371	*****	.241	1.418	.110	.000	2.395	3.976
10	.00	6.128	*****	.237	1.418	.106	.000	2.277	3.851
10	10.00	6.970	*****	3.542	1.418	1.418	2.360	2.212	4.758
10	9.00	6.790	*****	3.510	1.418	1.418	2.324	2.182	4.607
10	.00	5.762	*****	1.418	1.418	1.418	.000	2.135	3.627
10	.00	5.573	*****	.228	1.418	.096	.000	2.053	3.521
10	40.00	9.756	*****	4.514	1.418	1.418	3.440	2.123	7.634
10	15.00	7.632	6.472	3.704	1.418	1.418	2.540	2.269	5.363
10	2.00	6.374	*****	3.218	1.418	1.418	2.000	2.342	4.032
10	.00	6.042	*****	1.418	1.418	1.418	.000	2.327	3.715
11	.00	5.801	*****	2.016	2.016	2.016	.000	2.198	3.604
11	.00	5.588	*****	.330	2.016	.142	.000	2.089	3.498
11	.00	5.386	*****	.324	2.016	.136	.000	1.989	3.398
11	.00	5.198	*****	.319	2.016	.131	.000	1.896	3.302
11	3.00	5.322	4.166	2.212	2.016	.126	2.108	1.811	3.511
11	5.00	5.360	9.666	2.273	2.016	.121	2.180	1.736	3.624
11	3.00	5.014	27.085	2.204	2.016	.117	2.108	1.671	3.343
11	55.00	10.552	*****	5.598	2.016	2.016	3.980	1.785	8.767
11	7.00	6.202	*****	4.043	2.016	2.016	2.252	1.951	4.252
11	15.00	7.128	*****	4.302	2.016	2.016	2.540	2.061	5.068
11	13.00	7.064	*****	4.237	2.016	2.016	2.468	2.149	4.915
11	35.00	9.606	*****	4.950	2.016	2.016	3.260	2.295	7.311
11	3.00	6.651	*****	3.913	2.016	2.016	2.108	2.418	4.233

11	3.00	6.550	*****	3.913	2.016	2.016	2.108	2.428	4.122
11	.00	6.071	*****	2.016	2.016	2.016	.000	2.361	3.710
11	.00	5.847	*****	.338	2.016	.152	.000	2.248	3.599
11	.00	5.633	4.798	.332	2.016	.145	.000	2.139	3.494
11	3.00	5.736	4.475	2.224	2.016	.140	2.108	2.041	3.695
11	5.00	5.776	4.268	3.978	2.016	2.016	2.180	1.969	3.807
11	30.00	8.356	*****	4.788	2.016	2.016	3.080	2.000	6.356
11	.00	5.460	*****	2.016	2.016	2.016	.000	2.045	3.415
11	.00	5.331	*****	2.016	2.016	2.016	.000	2.013	3.318
11	.00	5.160	*****	.321	2.016	.133	.000	1.934	3.226
11	.00	4.993	*****	.317	2.016	.128	.000	1.854	3.139
11	30.00	8.074	*****	4.788	2.016	2.016	3.080	1.890	6.184
11	.00	5.184	*****	2.016	2.016	2.016	.000	1.938	3.246
11	.00	5.069	*****	2.016	2.016	2.016	.000	1.912	3.158
11	.00	4.913	*****	.316	2.016	.128	.000	1.840	3.073
11	.00	4.760	*****	.312	2.016	.123	.000	1.767	2.992
11	.00	4.611	*****	.308	2.016	.119	.000	1.696	2.915
12	.00	4.386	*****	.428	2.832	.161	.000	1.544	2.841
12	.00	4.249	*****	.423	2.832	.155	.000	1.479	2.770
12	.00	4.120	2.337	.418	2.832	.150	.000	1.417	2.703
12	.00	3.997	*****	.414	2.832	.145	.000	1.360	2.638
12	45.00	8.600	*****	6.090	2.832	2.832	3.620	1.405	7.196
12	.00	4.224	*****	2.832	2.832	2.832	.000	1.454	2.770
12	.00	4.137	*****	.420	2.832	.152	.000	1.434	2.703
12	.00	4.038	*****	.417	2.832	.149	.000	1.400	2.638
12	.00	3.933	*****	.414	2.832	.145	.000	1.358	2.575
12	.00	3.827	*****	.410	2.832	.141	.000	1.312	2.515
12	3.00	4.028	*****	2.304	2.832	.137	2.108	1.269	2.759
12	1.00	3.732	*****	1.304	2.832	.134	1.000	1.228	2.504
12	.00	3.536	*****	.400	2.832	.130	.000	1.185	2.351
12	.00	3.442	*****	.397	2.832	.126	.000	1.142	2.299
12	.00	3.351	*****	.394	2.832	.123	.000	1.101	2.250
12	.00	3.264	*****	.391	2.832	.120	.000	1.062	2.202
12	.00	3.181	2.502	.388	2.832	.116	.000	1.025	2.156
12	17.00	4.826	*****	2.737	2.832	.115	2.612	1.007	3.819
12	.00	3.079	*****	.386	2.832	.114	.000	.994	2.085
12	.00	3.017	*****	.384	2.832	.112	.000	.974	2.043
12	.00	2.952	*****	.382	2.832	.110	.000	.949	2.002
12	.00	2.885	*****	.380	2.832	.107	.000	.922	1.963
12	.00	2.819	*****	.378	2.832	.105	.000	.894	1.925
12	80.00	11.283	*****	7.224	2.832	2.832	4.880	1.027	10.256
12	.00	3.835	*****	2.832	2.832	2.832	.000	1.201	2.634
12	5.00	4.374	*****	4.794	2.832	2.832	2.180	1.286	3.087
12	.00	3.844	*****	2.832	2.832	2.832	.000	1.304	2.541
12	9.00	4.698	*****	4.924	2.832	2.832	2.324	1.295	3.403
12	.00	3.732	*****	.407	2.832	.137	.000	1.265	2.468
12	1.00	3.739	*****	1.304	2.832	.134	1.000	1.228	2.512
12	.00	3.546	*****	.401	2.832	.130	.000	1.187	2.358
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	Vazao	Evapotranspiração	Chuva	BAL	DIF			QB	QD
-----	-----	-----	-----	-----	-----				
	1.636.118	823.698	2902.00	2459.82	442.18			594.125	1.041.992
-----	-----	-----	-----	-----	-----				
	F1	F2							
-----	-----	-----	-----	-----	-----				
	.244	.089							

ANEXO 07

Resultados das Análises Laboratoriais

Coleta 13/10/2004	Estações						Conama Referenciais
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	
Itens							
pH	6,22	6,45	6,23	6,31	7,03	6,48	6 a 8
Turbidez (NTU)	0,5	1,2	2,5	9	5	9,3	100 ntu
Temperatura (°C)	14	15	18	18	19,5	18	-
OD (ppm)	10,44	11,299	9,92	9,929	1,712	7,276	> 5 mg/L
DQO (ppm)	48	96	48	64	480	80	-
DBO ₅ (ppm)	7,704	5,136	3,846	4,28	205,44	8,218	< 5mg/L
Cloreto (ppm)	4,284	4,959	5,67	6,01	174,70	11,050	< 250 mg/L
Fosfato (ppm)	0,018	0,023	0,022	0,025	0,280	0,174	< 0,025 mg/L
Nitrito (ppb)	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 1 mg/L
Coliformes Fecais (org/100mL)	900	300	300	1600	1600	500	< 1000 NMP
Coliformes Totais (org/100mL)	900	300	350	300	1600	220	< 5000 NMP

Coleta 27/09/2004	Estações						Conama Referenciais
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	
Itens							
pH	6,5	6,64	6,45	6,19	6,91	6,31	6 a 8
Turbidez	1	2,5	7,2	14	10	12	100 ntu
Temperatura	nr	nr	nr	nr	nr	nr	-
Cor (uH)	5	10	40	50	100	50	75 uH
OD	9,98	10	9,42	8,71	1,5	8,712	> 5 mg/L
DQO	nr	nr	nr	nr	nr	nr	-
DBO ₅	nr	22,2	7,57	17,2	176	nr	< 5mg/L
Cloreto	3,73	4,09	4,67	5,6	101,53	9,13	< 250 mg/L
Fosfato	nr	nr	nr	nr	0,455	nr	< 0,025 mg/L
Nitrito	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 20	< 1 mg/L
Coliformes fecais (org/100mL)	220	500	17000	16000	11000	-	< 1000 NMP
Coliformes totais (org/100mL)	220	500	17000	16000	11000	9000	< 5000 NMP

nr = não realizado ; - = problema com a mostra

Coleta 28/09/2005	Estações						Conama Referenciais
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	
Itens							
pH	6,5	6,6	6,4	6,2	7	5,7	6 a 8
Cor (uH)	nr-	2,5	10	60	120	90	75 uH
Turbidez (ntu)	1	1,9	6,5	30	35	31	100 ntu
Temperatura (°C)	15	19	18	18	20	19	-
Condutividade (uS/cm)	27,8	28,8	36,3	42,4	57,1	58,1	-
OD (mg/L)	9,5	11,8	8,71	9,74	0,31	7,04	> 5 mg/L
DBO ₅ (mg/L)	10,35	11,7	87,6	92,7	301	118,8	< 5mg/L
Cloreto (mg/L)	8,83	10,65	10,55	12,85	157,31	15,51	< 250 mg/L
Fosfato (mg/L)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	< 0,025 mg/L
Nitrito (mg/L)	nd	nd	nd	nd	0,1	nd	< 1 mg/L
Alumínio (mg/L)	nd	nd	nd	nd	nd	nd	< 0,1 mg/L
Coliformes Fecais (NMP)	6	70	280	1600	1600	34	< 1000 NMP
Coliformes Totais (NMP)	6	300	900	1600	1600	280	< 5000 NMP

nr = não detectado ; nd = não detectado

Coleta 13/10/2005	Estações						Conama Referenciais
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	
Itens							
pH	nr	6,7	6,4	6,3	7	6,3	6 a 8
Cor (uH)	nr	2,5	10	60	100	60	75 uH
Turbidez (ntu)	nr	2,3	14	14	24	14	100 ntu
Temperatura (°C)	nr	20	22	24,5	24,5	25	-
Condutividade (uS/cm)	nr	0,3	4,32	47,5	65,6	69,4	-
OD (mg/L)	nr	9,99	9,12	9,2	0,95	7,53	> 5 mg/L
DBO ₅ (mg/L)	nr	2,4	23,7	4,8	19,2	38,4	< 5mg/L
Cloreto (mg/L)	nr	84,1	12,06	44,95	143,2	15,57	< 250 mg/L
Fosfato (mg/L)	nr	nd	Nd	nd	0,2	nd	< 0,025 mg/L
Nitrito (mg/L)	nr	nd	Nd	nd	0,1	nd	< 1 mg/L
Alumínio (mg/L)	nr	nd	Nd	nd	nd	nd	< 0,1 mg/L
Coliformes Fecais (NMP)	nr	17	800	5000	800	3000	< 1000 NMP
Coliformes Totais (NMP)	nr	300	5000	5000	3000	3000	< 5000 NMP

nr = não detectado ; nd = não detectado