

# PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO DO MUNICÍPIO DE FORQUILHINHA - SANTA CATARINA

## Diagnóstico do Manejo de Águas Pluviais e Drenagem Urbana

### RELATÓRIO FINAL



Contratante:



Prefeitura Municipal de Forquilha - PMF

Executante:



Instituto de Pesquisas Ambientais  
e Tecnológicas - IPAT

Prefeitura Municipal de Forquilha - PMF  
Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC  
Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT

Forquilha, julho de 2010

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC**  
**Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas - IPAT**

Prof. Dr. Gildo Volpato  
Reitor

Prof. Dr. Elídio Angioletto  
Gerente do Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas

Prof. MSc. Clóvis Norberto Savi  
Coordenador do Setor de Projetos Ambientais

**PREFEITURA MUNICIPAL DE FORQUILHINHA**

Vanderlei Alexandre  
Prefeito Municipal

Félix Hobold  
Vice-Prefeito

Eng. Luiz Renato Steiner  
Coordenador Técnico

## **EQUIPE TÉCNICA IPAT/UNESC**

Eng<sup>o</sup> Civil e Agrimensor Vilson Paganini Bellettini

Eng<sup>o</sup> Ambiental Gustavo Scheidt Machado

Eng<sup>a</sup> Ambiental Morgana Levati Valvassori

Química Industrial MSc. Nadja Zim Alexandre

Eng<sup>o</sup> Agrimensor MSc. Fabiano Luiz Neris

Acadêmico de Eng<sup>a</sup> Agrimensura Luis Gustavo Ronsani Vito

Acadêmico de Eng<sup>a</sup> Agrimensura João Paulo Casagrande da Rosa

Acadêmica de Eng<sup>a</sup> Agrimensura Bruna Costa dos Santos

Acadêmica de Eng<sup>a</sup> Ambiental Laura Steiner

Acadêmica de Administração Janaina da Silva Machado

Acadêmica de Artes Visuais Valquiria Ortiz

## **COLABORADORES PREFEITURA DE FORQUILHINHA**

Luiz Renato Steiner – Secretaria de Obras e Desenvolvimento Urbano

Gilberto Livino Tomazi – Secretaria de Obras e Desenvolvimento Urbano

Ademar João Back – Secretaria de Obras e Desenvolvimento Urbano

## SUMÁRIO

1 APRESENTAÇÃO .....	12
2 INTRODUÇÃO .....	15
3 METODOLOGIA.....	17
4 OBJETIVO.....	20
4.1 Objetivos Específicos .....	20
5 DRENAGEM PLUVIAL E BACIA HIDROGRÁFICA .....	21
5.1 Microdrenagem.....	22
5.2 Macrodrenagem.....	23
5.3 Medidas Estruturais .....	24
5.4 Medidas Não-Estruturais .....	24
5.5 Bacia Hidrográfica .....	24
5.5.1 Divisores .....	24
5.5.2 Área de Drenagem.....	25
5.5.3 Enchentes e Inundações.....	25
5.5.4 Causas de Enchentes .....	25
5.5.5 Métodos de Combate a Enchentes .....	26
5.6 Plano Diretor de Drenagem .....	27
6 CLIMA .....	29
7 CARACTERIZAÇÃO DAS UTAP's.....	39
7.1 UTAP rio do Cedro .....	39
7.1.1 Localidade Sanga do Café.....	42
7.1.2 Localidade Faxinal .....	43
7.1.3 Localidade Morro Comprido .....	44
7.1.4 Localidade Pique do rio Cedro .....	45
7.1.5 Localidade Sanga do Coqueiro .....	46
7.1.6 Localidade Sanga do Engenho .....	47
7.1.7 Localidade Santa Rosa .....	48
7.1.8 Localidade Santa Terezinha.....	49
7.1.9 Localidade Barra da Sanga.....	50
7.2 UTAP rio Mãe Luzia.....	52
7.2.1 Bairro Centro.....	54
7.2.2 Bairro Clarissa.....	58
7.2.3 Bairro Santa Ana.....	60
7.2.4 Bairro Santa Clara.....	64

7.2.5 Bairro Santa Isabel.....	65
7.2.6 Bairro Vila Lourdes.....	69
7.2.7 Localidade Linha Eyng.....	70
7.2.8 Localidade São Gabriel.....	71
7.2.9 Localidade São Jorge.....	73
7.2.10 Localidade São Pedro.....	73
7.2.11 Localidade Taquara.....	74
7.3 UTAP rio Sangão.....	76
7.3.1 Bairro Cidade Alta.....	78
7.3.2 Bairro Nova York.....	82
7.3.3 Bairro Ouro Negro.....	85
7.3.4 Bairro Passo de São Roque.....	88
7.3.5 Bairro Santa Cruz.....	90
7.3.6 Bairro Santa Líbera.....	94
7.3.7 Bairro Saturno.....	97
7.3.8 Bairro Vila Feltrin.....	101
7.3.9 Bairro Vila Franca.....	103
7.3.10 Localidade São José.....	107
8 GESTÃO DAS OBRAS DE DRENAGEM PLUVIAL.....	112
8.1 Despesas com manutenções e obras de drenagem pluvial.....	112
9 PLANOS, PROGRAMAS E PROJETOS.....	113
10 ANÁLISE DO PLANO DIRETOR DE FORQUILHINHA.....	114
11 CONSIDERAÇÕES.....	117
12 REFERÊNCIAS.....	120

## LISTA DE ANEXOS

### ANEXO I

Mapa de Pavimentações.....	Cód. PSB2010DMD01-02
Mapa de Áreas com Risco de Inundação e Alagamento.....	Cód. PSB2010DMD02-02

### ANEXO II

Anotações de Responsabilidade Técnica

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização do município de Forquilha, SC. Fonte: IPAT/UNESC, 2010. ....	14
Figura 2 – Mapa de delimitação das UTAP's modificado do Mapa de Recursos Hídricos do Plano Diretor de Forquilha (PMF, 2008). ....	18
Figura 3 - Zonas agroecológicas da Unidade de Planejamento Regional Litoral Sul Catarinense. Fonte: EPAGRI/CIRAM, 2001. ....	30
Figura 4 - Variação sazonal de precipitação. ....	38
Figura 5 – Localização da UTAP rio do Cedro. ....	41
Figura 6 - Canal de macrodrenagem da Localidade Sanga do Café. Fevereiro, 2010. ....	42
Figura 7 – Localização da Sanga do Café e identificação do canal de macrodrenagem. (Google Earth, 2010). ....	43
Figura 8 – Localização da localidade Faxinal. (Google Earth, 2010). ....	44
Figura 9 – Pontos de alagamento na localidade Morro Comprido. (Google Earth, 2010). ....	45
Figura 10 – A e B) Vistas parciais da localidade Morro Comprido. ....	45
Figura 11 – A e B) Vista do rio do Cedro em proximidade com a localidade Pique do rio Cedro. Fevereiro, 2010. ....	46
Figura 12 – Canal de drenagem natural a céu aberto. Localidade Pique do rio Cedro, fevereiro, 2010. ....	46
Figura 13 – A e B) Vistas da Sanga do Coqueiro. Coordenadas 648591 E e 6817375 N. Fevereiro, 2010. ....	47
Figura 14 – Sanga do Engenho. Coordenadas 642097 E e 6813380 N. Fevereiro, 2010. ....	48
Figura 15 – A) Vista de rua pavimentada; B) Canal de macrodrenagem. Localidade Santa Rosa, maio de 2010. ....	49
Figura 16 – Rua pavimentada com microdrenagem implantada na Localidade Santa Terezinha. ....	49
Figura 17 – Detalhe da Sanga do Coqueiro na Localidade Santa Terezinha. Fonte: Google Earth, 2010. ....	50
Figura 18 – A) Vista da rodovia principal de acesso à Barra da Sanga próximo à Igreja e grupo de mães; B) Área de alagamento na rodovia em épocas de cheias. Abril, 2010. ....	51
Figura 19 – Localização da UTAP rio Mãe Luzia. ....	53
Figura 20 – Ponto de Alagamento no bairro Centro. Coordenadas 649242 E e 6819089 N. Fevereiro, 2010. ....	54
Figura 21 – A e B) Bocas de lobo danificadas no bairro Centro. Março de 2010. ....	55

Figura 22 – Identificação da direção e funcionamento do sistema de microdrenagem na rua Jorge Steiner, Centro, março de 2010. ....	55
Figura 23 – Identificação de boca de lobo totalmente obstruída na Rod. Gabriel Arns. Março, 2010. ....	56
Figura 24 – Identificação de rua sem pavimentação asfáltica e microdrenagem na Rua Teodoro Horr, Centro, março de 2010.....	57
Figura 25 – Identificação de pontos de alagamento no bairro Centro. Fonte: Google Earth, 2010.....	57
Figura 26 – Rua sem microdrenagem implantada no cruzamento da Av. 46 e rua 21, com vista para o anel viário municipal. Março de 2010.....	59
Figura 27 – A e B) Boca de lobo obstruída no bairro Clarissa. Março de 2010.....	59
Figura 28 – Identificação de esgoto sanitário em canais de irrigação de arroz no bairro Clarissa, março de 2010. ....	60
Figura 29 – Identificação de pontos no bairro Clarissa. (Google Earth, 2010).....	60
Figura 30 – Vistas do canal de irrigação da cooperativa de arroz municipal. Bairro Santa Ana, fevereiro. Coordenadas 647559 E e 6818387 N. ....	61
Figura 31 – Canal de macrodrenagem do bairro Santa Ana. Abril de 2010.....	61
Figura 32 – A) Tubulações para implantação de drenagem; B) Canal de macrodrenagem. Bairro Santa Ana, fevereiro de 2010; Coordenadas 647464 E e 6818044N.....	62
Figura 33 – A) Detalhe de um dreno; B) Rua onde ocorrem alagamentos no bairro Santa Ana. Coordenadas 647936 E e 6818290 N. Fevereiro, 2010. ....	62
Figura 34 – Boca de lobo identificada no bairro Santa Ana obstruída com sedimento. Fevereiro de 2010. ....	63
Figura 35 – Localização do bairro Santa Ana. (Google Earth, 2010).....	64
Figura 36 – Localização do bairro Santa Clara. (Google Earth, 2010).....	65
Figura 37 – A e B) Bocas de lobo danificadas no bairro Santa Clara. Março de 2010. ....	65
Figura 38 – Ponto de alagamento no bairro Santa Isabel. Março de 2010. Coordenadas 648097 E e 6818642 N. ....	66
Figura 39 – Bocas de lobo danificadas no bairro Santa Isabel, março de 2010.....	66
Figura 40 – Macrodrenagem na Bonifácio Back, bairro Santa Isabel, março de 2010. Coordenadas 648478 E e 6819056 N. ....	67
Figura 41 – Boca de lobo totalmente obstruída no bairro Santa Isabel, março de 2010. ....	68
Figura 42 – Localização do bairro Santa Isabel. (Google Earth, 2010).....	68
Figura 43 – A) Identificação de insuficiência de escoamento superficial; B) Vala aberta com contribuição de granjas de arroz, bairro Vila Lourdes, março de 2010...	69

Figura 44 – Localização do bairro Vila Lourdes. Fonte: Google Earth (2010).....	70
Figura 45 – Vala aberta de drenagem superficial na Linha Eyng, março de 2010. ...	71
Figura 46 – A) Vista da macrodrenagem próxima ao rio Mãe Luzia, na localidade de São Gabriel,. Coordenadas 650853 E e 6815793 N; B) Igreja e centro comunitário, março de 2010. ....	72
Figura 47 – A) Representação do canal de macrodrenagem em março de 2010; B) Mesmo canal em dias de cheias em maio de 2010 na Localidade São Gabriel.....	72
Figura 48 – Representação de inundação à montante do canal de macrodrenagem na Localidade de São Gabriel/ divisa com o bairro Centro; B) Indicação da caixa de passagem na localidade, indicando rede de drenagem pluvial; maio de 2010. ....	72
Figura 49 – A) Vista da localidade São Jorge; B) Margens do rio Mãe Luzia com ponte submersa; março de 2010.....	73
Figura 50 – A e B) Vistas de áreas que sofrem inundação na localidade São Pedro. Março de 2010. ....	74
Figura 51 – Vista aérea da Localidade Taquara (Google Earth, 2010). ....	74
Figura 52 – Localização da UTAP rio Sangão.....	77
Figura 53 – A e B) Microdrenagens danificadas no bairro Cidade Alta. Fevereiro de 2010. ....	78
Figura 54 – A) Identificação de esgoto sanitário lançado na rede de drenagem; B) Ocupações irregulares no bairro Cidade Alta, abril de 2010. ....	79
Figura 55 – A) Identificação da marca d'água no poste em dias normais, fevereiro de 2010; B) Mesmo local em épocas de cheias, bairro Cidade Alta, abril de 2010.....	79
Figura 56 – A) Alagamento na Rua Brasil ocasionado em função do represamento do rio Sangão; B) Restos de madeira jogados na macrodrenagem, bairro Cidade Alta, abril de 2010. ....	80
Figura 57 – Localização do bairro Cidade Alta. (Google Earth, 2010). ....	81
Figura 58 – Vista da margem esquerda do rio Sangão, onde devido à ausência de vegetação ciliar está ocorrendo o carreamento de sedimentos. Fonte: IPAT/UNESC (2007).....	82
Figura 59 – A) Comparação de área em dias secos, com a delimitação do canal de escoamento de águas pluviais, março; B) Mesmo local inundado após extravasamento do rio Sangão, bairro Nova York, abril de 2010. ....	83
Figura 60 – A) Comparação da marca do nível d'água em épocas normais em um muro localizado no bairro Nova York em fevereiro de 2010; B) No detalhe, mesmo local após inundação ocasionada pelo rio Sangão, em maio de 2010.....	83
Figura 61 – A) Comparação da marca do nível d'água em épocas normais, março, 2010; B) Mesmo local após cheia do rio Sangão. No detalhe, uma residência em área invadida atingida pelas águas. Abril, 2010.....	84
Figura 62 – Registros de inundações após dias intensos de pluviosidade em maio de 2010; A) Detalhe de famílias sendo retiradas de suas casas pelo Corpo de Bombeiros; B e C) Água invadindo residências; D) Extravasamento do rio Sangão.	

No detalhe, a localização da calha natural do rio. Bairro Nova York, maio de 2010.	84
Figura 63 – A e B) Bocas de lobo danificadas no bairro Nova York. Fevereiro de 2010. ....	85
Figura 64 – Vista aérea do bairro Nova York (Google Earth, 2010).....	85
Figura 65 – A) Macrodrenagem sob a rua Francisco Ronchi, fevereiro de 2010; B) Mesmo local alagado após precipitações intensas ocorridas em maio de 2010. Coordenadas 652554 E e 6818354 N. ....	86
Figura 66 – A) Macrodrenagem; B) Açude localizado na Avenida 74, bairro Ouro Negro, março de 2010.....	87
Figura 67 – Canal de macrodrenagem submerso no bairro Ouro Negro, maio de 2010. ....	87
Figura 68 – Vista aérea do bairro Ouro Negro (Google Earth, 2010).....	88
Figura 69 – Alagamento identificado na Rod. Gabriel Arns próximo ao cruzamento com a Rod. Vante Rovaris. Abril, 2010. ....	89
Figura 70 – A e B) Inundações provocadas pelo rio Sangão na rua Frederico Rosa de Souza. Maio de 2010. ....	89
Figura 71 – Vista aérea do bairro Passo de São Roque (Google Earth, 2010).....	90
Figura 72 – A) Cruzamento da Rua Dora Marangoni Brunelli com a Rua Lucia Buratto Martins onde ocorrem alagamentos; B) Boca-de-lobo obstruída na Rua Otília Bressan Martins. Bairro Santa Cruz, março de 2010. ....	91
Figura 73 – A) Execução de obras de drenagem; B) Canal de macrodrenagem. Bairro Santa Cruz, março de 2010. ....	91
Figura 74 – Canal de macrodrenagem no bairro Santa Cruz afetado pelas cheias em maio de 2010.....	92
Figura 75 – A e B) Boca de lobo danificada no bairro Santa Cruz, março de 2010. .	93
Figura 76 – A) Microdrenagem em bom estado de conservação no Loteamento Atlanta; B) Rua sem pavimentação com drenagem implantada no Loteamento Califórnia. Bairro Santa Cruz, março de 2010.....	93
Figura 77 – Vista aérea do bairro Santa Cruz (Google Earth, 2010).....	94
Figura 78 – A) Canal de macrodrenagem na Rod. Vante Rovaris; B) Detalhe da localização do canal na Rodovia, março de 2010; C e D) Mesmo local em época de precipitações intensas ocorrida em maio de 2010. Bairro Santa Líbera, próximo ao aeroporto. ....	95
Figura 79 – A e B) Vistas dos tipos de pavimentações e microdrenagens do bairro Santa Líbera, março de 2010.....	96
Figura 80 – Vista aérea do bairro Santa Líbera. (Google Earth, 2010). ....	97
Figura 81 – A) Localização de canal de macrodrenagem no Loteamento Barbieri, fevereiro de 2010; B) Imagem de inundação cedida por moradora local; C e D) Mesmo ponto de alagamento no Loteamento Barbieri, bairro Saturno, maio de 2010. Coordenadas 651111 E e 6819288 N. ....	98

Figura 82 – A) Canal de irrigação localizado na rua João Pedro Saturno; B) Detalhe de presença de lixo no mesmo canal. Bairro Saturno, fevereiro de 2010. ....	99
Figura 83 – A e B) Bocas de lobo danificadas no bairro Saturno, fevereiro de 2010. Coordenadas 650569 E e 6819132 N. ....	99
Figura 84 – Ponto de alagamento no Rod. Gabriel Arns, março de 2010. ....	100
Figura 85 – Vista aérea do bairro Saturno. (Google Earth, 2010). ....	100
Figura 86 – Comparação da rua José Feltrin em dias normais (fevereiro de 2010) e em dias de intensas precipitações (maio de 2010). ....	101
Figura 87 – A) Canal que recebe drenagem do bairro Santa Cruz em dias normais; B) Detalhe do açude na margem leste da Rod. Vante Rovaris, em nível normal; C) Mesmo açude em época de cheia; D) Canal em dias de cheia, invadindo residências. ....	102
Figura 88 – Localização do bairro Vila Feltrin. (Google Earth, 2010). ....	103
Figura 89 – A) Rua sem pavimentação; B) Canal de macrodrenagem. Bairro Vila Franca, março de 2010. ....	104
Figura 90 – A) Ponto de encontro das drenagens no bairro Vila Franca em fevereiro de 2010; B) Mesmo canal após dias de chuva intensa em maio 2010. ....	104
Figura 91 – A e B) Canal de macrodrenagem em dias normais, fevereiro de 2010; C e D) Mesmo canal em dias de cheias, provocando extravasamento, maio de 2010. Bairro Vila Franca. ....	105
Figura 92 – A e B) Canal e ponto de alagamento na Rua 123 em cruzamento com a Av. 56 em dias normais e com alagamento; C e D) Alagamento na Rod. Josephina Lodetti Vassoler em cruzamento com a Rua 12 de Outubro, em maio de 2010. ....	106
Figura 93 – Localização do bairro Vila Franca. (Google Earth, 2010). ....	107
Figura 94 – A) Estrada principal de acesso (RM São José) onde ocorre alagamento; B) Rio Sangão próximo à localidade. ....	108
Figura 95 – A) Ponto de análise de água a jusante do depósito de rejeito de mineração de carvão, com indicação do depósito ao fundo; B) Canal que conduz a água ao rio Sangão. Localidade São José, março de 2010. ....	108
Figura 96 – Local de inundação pelo rio Sangão com indicação do nível de cheia máxima. Maio, 2010. ....	109
Figura 97 – Vista do rio Sangão em São José; ao fundo área de cultivo agrícola (agroecossistemas) às margens do rio. Fonte: IPAT/UNESC, 2007. ....	110
Figura 98 – Vista aérea da localidade rural São José. (Google Earth, 2010). ....	110

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Pontos críticos de alagamento e inundação na UTAP rio do Cedro.....	51
Tabela 2 – Pontos críticos de alagamento e inundação na UTAP rio Mãe Luzia.....	75
Tabela 3 – Pontos críticos de alagamento e inundação na UTAP rio Sangão.....	111

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação de bairros e localidades pertencentes a cada UTAP. ....	19
Quadro 2 - Normais Climatológicas da Estação Experimental de Urussanga (Série histórica - 1961 a 1990). Latitude: 28°31'00" S; Longitude: 049°19'00" W; Altitude: 48,17 m. ....	32
Quadro 3 - Precipitação total mensal (mm) registrada em Forquilha (Cód. 02849006) referente a série histórica - 1977 a 2009. Latitude: 28°45' 02" S; Longitude 49° 28' 23" W; e Altitude 40 metros. ....	34
Quadro 4 - Precipitação total mensal (mm) registrada na Estação da Serrinha em Siderópolis (Cód. 02849029). Latitude: 28°36' 44" S; Longitude 49° 33' 04" W.....	36

## 1 APRESENTAÇÃO

Dentre os serviços urbanos, de acordo com Garcias (1992) o saneamento se destaca por estar presente desde o início da humanidade, em todas as relações do homem com o ambiente, se desenvolvendo de acordo com a evolução das civilizações.

Moraes et al (2001) entendem o saneamento ambiental como o conjunto de ações que objetivem a melhoria da salubridade ambiental abrangendo os serviços de abastecimento de água com qualidade e quantidade, a coleta, tratamento e disposição final de resíduos sólidos e esgoto doméstico, a drenagem das águas pluviais, a promoção da disciplina sanitária do uso e ocupação do solo, o controle de vetores transmissores de doenças, a fim de promover a saúde, o bem estar e a cidadania da população.

Saneamento no Brasil, conforme definem Philippi Júnior et al (1982) é entendido como parte do saneamento do meio que trata de problemas relacionados ao abastecimento de água, coleta e disposição de esgotos sanitários, drenagem pluvial urbana e ao acondicionamento, coleta, transporte e destino final dos resíduos sólidos.

No Brasil, a Constituição Federal estabelece ser de competência da União elaborar diretrizes para o setor de saneamento visando o desenvolvimento urbano e de responsabilidade dos municípios organizar e prestar os serviços públicos de interesse local.

Desta forma, em 2007 foi sancionada a Lei Federal Nº 11.445 que dentre demais definições, estabelece a Política Pública de Saneamento Básico e atribui aos municípios a elaboração dos Planos de Saneamento Básico.

Em Santa Catarina as diretrizes acerca do saneamento passaram a ser especificamente tratadas com a Lei Nº 13.517 de 4 de outubro de 2005 que dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento. O Art. 2º define:

Saneamento é o conjunto de ações com o objetivo de alcançar níveis crescentes de salubridade ambiental, compreendendo o abastecimento de água, a coleta, o tratamento e a disposição dos esgotos e dos resíduos sólidos e gasosos e os demais serviços de limpeza; o manejo das águas; o controle ambiental de vetores e reservatórios de doenças e a disciplina da ocupação e uso do solo, nas condições que maximizem a promoção e a

melhoria de vida nos meios urbano e rural. (SANTA CATARINA, 2005).

O presente documento corresponde à elaboração do Diagnóstico do Sistema de Manejo de Águas Pluviais e Drenagem Urbana do município de Forquilha, SC. A correlação destes conhecimentos com as demais informações apresentadas nos Diagnósticos dos Sistemas de Abastecimento de Água e Esgoto, Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos, Social e a Caracterização Física Territorial contribuirão na elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico, realizado a partir do Contrato Nº 176/PMF/2009 firmado entre a Prefeitura Municipal e a FUCRI – Fundação Educacional de Criciúma, mantenedora da UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense.

O Plano de Saneamento corresponde ao planejamento dos serviços, contemplando basicamente cenários de crescimento do município, objetivos e metas de curto, médio e longo prazo para a universalização do atendimento; programas, projetos e ações necessárias para atingir os objetivos e metas; ações de emergências e contingências; mecanismos e procedimentos para avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações programadas. A população participa do processo construtivo do Plano através de duas audiências públicas por microbacia e aprova este instrumento em uma audiência final integrando todo o município.

O município de Forquilha fundado em 26 de Abril de 1989 pela Lei 7.587/89 localiza-se na planície Sul do Estado de Santa Catarina na latitude 28°44'05" e longitude 49°28'20" com altitude média de 25 metros, pertencendo a Microrregião de Criciúma e da AMREC – Associação dos Municípios da Região Carbonífera. A atividade econômica do município está baseada na extração mineral, agroindústria, metal-mecânica, agricultura e comércio em geral. A Figura 1 mostra a localização geográfica do município.

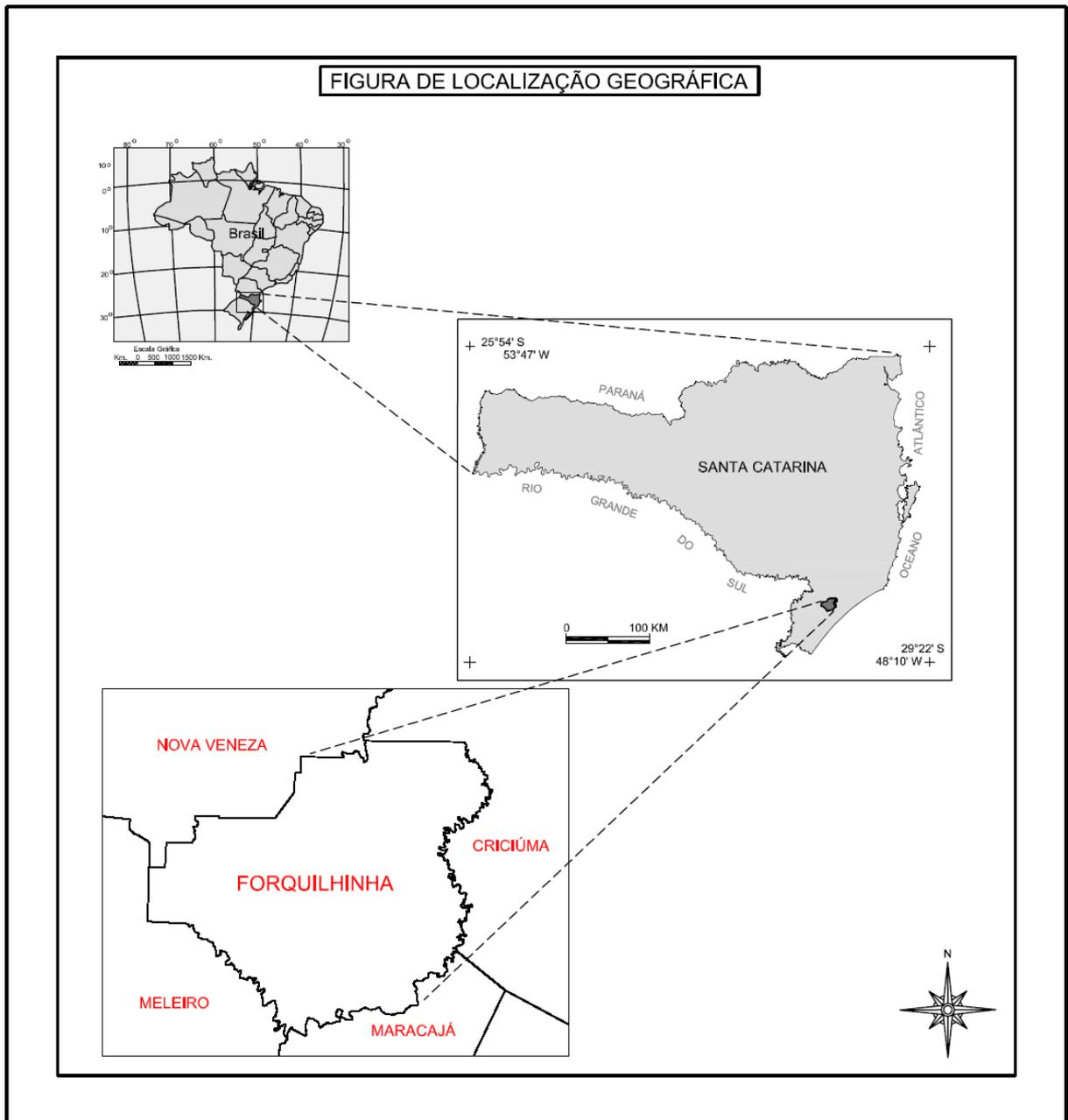


Figura 1 – Localização do município de Forquilha, SC. Fonte: IPAT/UNESC, 2010.

## 2 INTRODUÇÃO

A concentração das atividades humanas em uma região acirra a competição pelos recursos existentes. Neste sentido sabe-se que o crescimento desordenado de uma cidade gera impactos ambientais negativos, sendo os cursos d' água e as populações ribeirinhas os mais afetados.

Conforme Schneider et al (1973) apud Hall (1986), a água é tanto uma artéria com uma veia para a vida urbana, pois além de seus usos essenciais à existência humana é também utilizada de forma equivocada e extensivamente para a deposição de resíduos e efluentes provenientes de áreas urbanas. Sendo assim, a existência de aglomerados urbanos provoca alterações não apenas restritas àquele local, mas com reflexos em regiões situadas a jusante.

Devido ao crescimento da urbanização, verificam-se alterações na rede de drenagem natural, que é substituída por estruturas artificiais e aumento de áreas impermeáveis. Tais alterações provocam maiores volumes de águas pluviais que escoam superficialmente com maior velocidade aos talwegues, gerando problemas hidrológicos relacionados com o controle de inundações, transbordamento do sistema natural e/ou construído.

A impermeabilização de parcelas reduz a quantidade de água que percola no solo, diminuindo a vazão dos cursos d'águas nos períodos de estiagem, pois nestes períodos estes são alimentados pelos aquíferos rasos, que são menos recarregados devido à impermeabilização do solo; e tal fato é ainda acompanhado pelo aumento do volume de dejetos e substâncias lançadas nos cursos d'águas, provocando uma queda na qualidade das águas fluviais, gerando outro problema: o controle da poluição.

A tentativa de solucionar qualquer um dos problemas acima citados deve partir de uma base de informações razoavelmente confiável, de forma a possibilitar uma visualização correta do cenário de impacto, a busca de suas causas e possíveis indagações sobre situações futuras.

A drenagem e o manejo das águas pluviais consistem no gerenciamento da água oriunda da chuva que escoam no meio urbano em decorrência do processo de

urbanização que impermeabiliza o solo, dificultando a infiltração e acelerando o escoamento superficial das águas pluviais. (MINISTÉRIO PÚBLICO DE SANTA CATARINA, 2008).

O Diagnóstico do Manejo de Águas Pluviais e Drenagem Urbana apresenta uma avaliação da situação da infraestrutura de drenagem e do sistema de planejamento e gestão existentes, além de produzir informações sobre os impactos da urbanização sobre o sistema de drenagem. A partir da realidade descrita são sugeridas medidas estruturais e não-estruturais que contribuirão, juntamente com os demais diagnósticos setoriais para elaboração do Plano de Saneamento Básico do município de Forquilha.

### 3 METODOLOGIA

Para elaboração deste estudo foram utilizados dados e arquivos coletados em instituições públicas e privadas, das quais possuem informações cadastrais relacionadas aos serviços de Manejo de Águas Pluviais e Drenagem Urbana no município de Forquilha e também consultas em livros e publicações especializadas.

Dentre as instituições consultadas, cita-se: i) PMF - Prefeitura Municipal de Forquilha; ii) UNESC - Universidade do Extremo Sul Catarinense; iii) SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento.

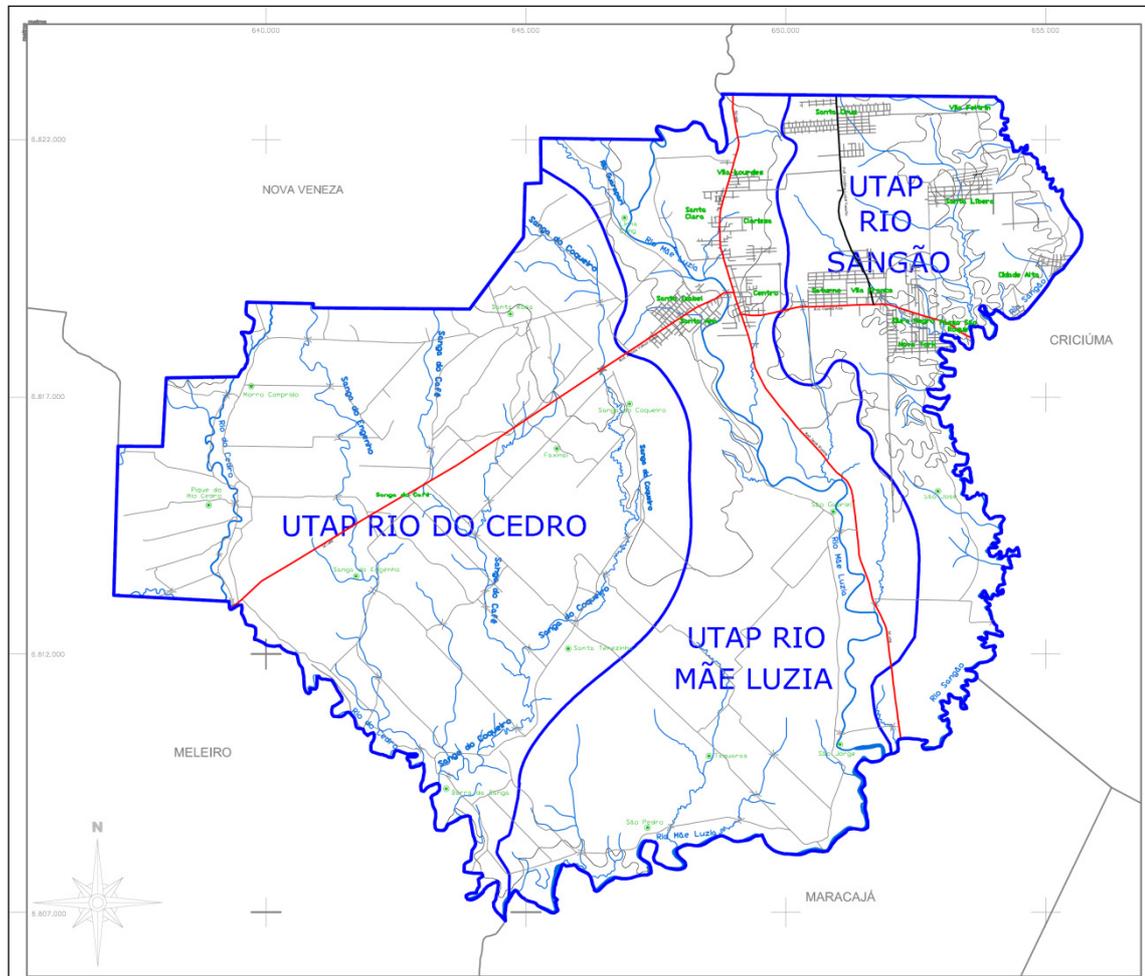
Foram realizadas reuniões de planejamento entre os técnicos do IPAT/UNESC e da Prefeitura Municipal para análise de todos os dados disponíveis, incluindo verificações *in loco* sobre os problemas relacionados à drenagem de águas pluviais, no que conduziu a elaboração dos mapas temáticos e do relatório final, alvo do trabalho, que foi realizado no período de fevereiro a junho de 2010.

A base cartográfica para elaboração dos mapas temáticos foi obtida a partir da cartografia topográfica digital do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, ano 1976, em escala 1:50.000, folhas de Criciúma, Turvo, Araranguá e São Bento Baixo intercalando informações com os mapas de cadastro técnico imobiliário, escala 1:10.000 e atualizado em 2010 e do sistema viário do município de Forquilha, ano 2003 em escala 1:25.000, fornecido pela Secretaria da Obras e Desenvolvimento Urbano.

De acordo com as orientações da Política Nacional de Saneamento Básico indicada através da Lei nº 11.445/2007 deve-se estabelecer como unidade espacial de planejamento a bacia hidrográfica. Para facilitar a elaboração dos relatórios técnicos, o planejamento das ações e a participação popular, o município foi dividido por microbacias, denominadas de UTAP's - Unidades Territoriais de Análise e Planejamento.

O Mapa de Recursos Hídricos do Plano Diretor Participativo do Município de Forquilha, na escala 1:70.000 foi obtido para a coleta da representação dos limites das microbacias hidrográficas elementares do município. As informações

apresentadas foram conferidas com outras fontes existentes, propondo-se uma nova delimitação das microbacias, conforme apresenta a Figura 2.



**Figura 2 – Mapa de delimitação das UTAP's modificado do Mapa de Recursos Hídricos do Plano Diretor de Forquilha (PMF, 2008).**

Para facilitar o estudo, algumas microbacias foram agrupadas, formando as UTAP's – Unidades Territoriais de Análise e Planejamento. Conforme mostra a Figura 2, o município está dividido por três UTAP's, sendo elas:

- UTAP rio do Cedro: agrupando a microbacia do rio do Cedro, rio Braço do Cedro e as Sangas do Café, do Coqueiro e do Engenho;
- UTAP rio Mãe Luzia: agrupando a microbacia do rio Mãe Luzia e parte do rio São Bento;
- UTAP rio Sangão: fazendo parte apenas a microbacia do rio Sangão.

As informações do Diagnóstico do Manejo de Águas Pluviais e Drenagem Urbana são apresentadas por UTAP. Os mapas do diagnóstico são apresentados

para todo o município, contendo a delimitação das UTAP's.

De acordo com a delimitação proposta, os bairros e localidades estão agrupados conforme mostra o Quadro 1.

**Quadro 1 - Relação de bairros e localidades pertencentes a cada UTAP.**

<b>UTAP rio Mãe Luzia</b>	<b>UTAP rio Sangão</b>	<b>UTAP rio do Cedro</b>
Bairros/Localidades	Bairros/Localidades	Bairros/Localidades
1- Centro	1- Cidade Alta	1- Barra da Sanga
2- Clarissa	2- Nova York	2- Faxinal
3- Linha Eyng	3- Ouro Negro	3- Morro Comprido
4- Santa Ana	4- Passo São Roque	4- Pique do rio do Cedro
5- Santa Clara	5- Santa Cruz	5- Sanga do Café
6- Santa Isabel	6- Santa Líbera	6- Sanga do Coqueiro
7- São Gabriel	7- São José	7- Sanga do Engenho
8- São Jorge	8- Saturno	8- Santa Rosa
9- São Pedro	9- Vila Feltrin	9- Santa Terezinha
10- Taquara	10- Vila Franca	
11- Vila Lourdes		

## 4 OBJETIVO

O objetivo principal deste diagnóstico é caracterizar e analisar a situação da atual infraestrutura do Sistema de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais do município de Forquilha – SC, bem como obter informações sobre o sistema de planejamento e gestão das obras e manutenções.

### 4.1 Objetivos Específicos

- I. Identificar as áreas e principais tipos de problemas (inundações, enchentes, alagamentos, transbordamentos do sistema natural e construído, subdimensionamento, obstrução);
- II. Identificar os pontos críticos por microbacia com maior vulnerabilidade sob o ponto de vista de infraestrutura (ausência, precariedade e obsolescência);
- III. Mapear as áreas sujeitas a riscos de inundação (com base em observações cartográficas, de campo e dados secundários);
- IV. Sistematizar dados climáticos da região;
- V. Analisar os impactos do crescimento da urbanização sobre o sistema de macrodrenagem;
- VI. Propor medidas corretivas e preventivas, estruturais e não-estruturais.

## 5 DRENAGEM PLUVIAL E BACIA HIDROGRÁFICA

A Drenagem Urbana compõe uma série de medidas que objetivam minimizar os riscos e prejuízos causados por inundações à população, sendo definida pela Lei Federal 11.445/2007 como o “conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais, de transporte, detenção, ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas” (BRASIL, 2007).

De acordo com Porto et al (1993) o objetivo da drenagem urbana durante muito tempo foi remover as águas pluviais em excesso da forma mais eficiente para evitar transtornos, prejuízos e riscos de inundações. Diante desse enfoque as ações concentraram-se na execução de projetos e obras e na análise econômica dos benefícios e custos dessas medidas estruturais.

O processo de planejamento de uma bacia urbana é constituído das seguintes etapas, segundo Porto et al (1993):

- Determinação das características da bacia;
- Simulação do comportamento hidrológico da bacia para condições atuais e futuras;
- Identificação das possíveis medidas estruturais e não-estruturais cabíveis;
- Elaboração de cenários que quantifiquem os resultados de diferentes políticas de atuação;
- Delineação da várzea de inundação;
- Determinar os efeitos da aplicação do plano em termos de custos, benefícios e eficiência da consecução dos seus objetivos.

Conforme Barros et al (1995) faz-se necessário o controle do escoamento das águas de chuvas para evitar os seus efeitos adversos que podem representar sérios prejuízos à saúde, segurança e bem estar da sociedade. Estes efeitos se manifestam das seguintes formas: inundações, empoçamentos, erosões e assoreamentos.

As medidas estruturais são essenciais para solucionar grande número de problemas de inundações urbanas. Tais medidas não representam por si só solução

eficaz e sustentável dos problemas mais complexos de drenagem urbana.

A compreensão mais integrada do ambiente urbano e das relações entre os sistemas que o compõem, ajudam a solucionar esses problemas. O que se entende por drenagem urbana extravasou o campo restrito da engenharia para se tornar um problema gerencial, com componentes políticos e sociológicos.

As soluções de drenagem urbana dependem da existência dos seguintes fatores:

- política para o setor que defina objetivos a serem alcançados e os meios (legais, institucionais, técnicos e financeiros) para atingi-los;
- política para a ocupação do solo urbano articulada com a política de drenagem urbana, principalmente no que se refere à ocupação das várzeas de inundação;
- planejamento que contemple medidas de curto, médio e longo prazo em toda a bacia, e integre as medidas de drenagem de águas pluviais no complexo maior do ambiente urbano;
- entidade eficiente que domine as tecnologias necessárias, implantação de obras e medidas, desenvolvimento de atividades de comunicação social, participação pública, ou seja, que exerça a liderança do setor;
- tecnologia adequada para planejamento, projeto, construção e operação das obras;
- campanhas de educação e esclarecimento da opinião pública.

### **5.1 Microdrenagem**

A microdrenagem consiste em um sistema de condutos pluviais, ou seja, estruturas locais coletoras da águas pluviais, projetadas para atender a drenagem com precipitações de riscos moderados, promovendo o escoamento das águas das chuvas que caem nas áreas urbanas, assegurando o trânsito público e protegendo as pessoas e seus bens contra inundações.

Os dispositivos utilizados nos sistemas de microdrenagem de acordo com Porto et al (1993) são:

- Poços de visita: dispositivos localizados em pontos convenientes do sistema

de galeria para permitir as seguintes mudanças: direção, declividade, diâmetro, inspeção e limpeza de canalizações.

- Trecho: porções de galerias situadas entre dois poços de visita.
- Bocas de lobo: dispositivos localizados em pontos convenientes nas sarjetas para captação de águas pluviais.
- Tubos de ligação: canalizações que conduzem as águas pluviais captadas nas bocas de lobo para as galerias ou para os poços de visita.
- Meio-fio: elementos de pedra ou concreto, implantados entre o passeio e a via pública, paralelamente ao eixo da rua e com sua face superior no mesmo nível do passeio.
- Sarjetas: faixas de via pública, paralelas e vizinhas ao meio-fio. A calha formada é a receptora das águas pluviais que incidem sobre as vias públicas e que para elas escoam.
- Sarjetões: calhas localizadas nos cruzamentos de vias públicas, formadas pela sua própria pavimentação e destinadas a orientar o fluxo das águas que escoam pelas sarjetas.

## 5.2 Macrodrenagem

Os sistemas de macrodrenagem envolvem áreas mínimas 2 Km<sup>2</sup>, relativo aos canais e galerias de escoamento final das águas pluviais provenientes do sistema de microdrenagem, representando os grandes troncos coletores. As estruturas de macrodrenagem visam melhorias nas condições de escoamento das águas, de forma a neutralizar problemas como erosões, assoreamento e inundações ao longo dos principais talwegues.

Os sistemas de macrodrenagem podem ser: i) de canal fechado - o qual consiste basicamente em estruturas de concreto, margeadas por interceptores de esgotos de ambos os lados; ii) de canal aberto - compreende canalizações abertas no meio de avenidas; iii) leito preservado, o qual pode ser considerado quando a área em questão ainda não é densamente povoada, consiste em uma alternativa de menor agressão à estética e paisagística aos fundos de vale, realizando uma menor intervenção nos cursos d'água, evitando o emprego de obras estruturais.

- Galeria: canalizações públicas destinadas a conduzir as águas pluviais provenientes das bocas de lobo e das ligações privadas.

### **5.3 Medidas Estruturais**

As medidas estruturais são as obras destinadas a controlar o escoamento das águas da chuva no meio urbano. Apresentam-se como medidas corretivas voltadas diretamente à remediação de problemas existentes nas áreas urbanizadas; algumas destas obras são representadas por modificações em seções transversais nos cursos d'água visando aumentar a capacidade de armazenamento, ou modificações no traçado destes cursos d'água com o intuito de criar desvios para ondas de cheias e ainda obras de armazenamento temporário das águas e chuva (bacias de retenção ou detenção).

### **5.4 Medidas Não-Estruturais**

As medidas não-estruturais consistem fundamentalmente em ações preventivas, tais como a limpeza e manutenção dos sistemas de drenagem, programas de educação ambiental permanentes e integrados com o Plano de Saneamento Básico e o zoneamento do uso do solo.

### **5.5 Bacia Hidrográfica**

Segundo Viessman et al (1972) a Bacia Hidrográfica é uma área definida topograficamente, drenada por um curso d'água ou um sistema conectado de cursos d'água tal que toda vazão efluente seja descarregada através de uma simples saída.

#### **5.5.1 Divisores**

A Bacia Hidrográfica é contornada por um divisor que divide as precipitações que caem em bacias vizinhas e que encaminha o escoamento superficial resultante para um ou outro sistema fluvial. O divisor segue uma linha rígida em torno da bacia, atravessando o curso d'água somente no ponto da saída. O divisor une os pontos de máxima cota entre bacias.

Os terrenos de uma bacia são delimitados por um divisor topográfico ou

superficial e um divisor freático ou subterrâneo. O divisor topográfico é condicionado pela topografia, fixando a área da qual provém o deflúvio superficial da bacia. O divisor de águas freático é determinado pela estrutura geológica dos terrenos e estabelece os limites dos reservatórios de água subterrânea de onde é derivado o deflúvio básico da bacia (MATTOS, VILLELA, 1975).

### **5.5.2 Área de Drenagem**

A área de drenagem de uma bacia é a área plana inclusa entre seus divisores topográficos, sendo o elemento básico para o cálculo das outras características físicas (MATTOS, VILLELA, 1975).

### **5.5.3 Enchentes e Inundações**

Enchente é a ocorrência de vazões relativamente grandes de escoamento superficial, na qual as águas extravasam o canal natural do rio.

Quando a precipitação é intensa, a quantidade de água que chega simultaneamente ao rio pode ser superior à sua capacidade de drenagem, resultando na inundação das áreas ribeirinhas. Os problemas resultantes da inundação dependem do grau de ocupação da várzea pela população e da frequência com a qual ocorrem as inundações (TUCCI, 1993).

A inundação caracteriza-se pelo extravasamento do canal. Desta forma, uma enchente pode ou não causar inundação principalmente se obras de controle forem construídas para esse fim.

Por outro lado, mesmo não havendo um grande aumento de escoamento superficial, poderá acontecer uma inundação, caso haja alguma obstrução no canal natural do rio (MATTOS, VILLELA, 1975).

O alagamento é um evento caracterizado por acúmulo de água decorrente da ausência ou precariedade do sistema de drenagem urbana.

### **5.5.4 Causas de Enchentes**

De acordo com Mattos, Villela (1975) as principais causas da enchente são o excesso de chuva e descarregamento de qualquer volume de água acumulado a

montante. A enchente causa inundação quando o volume de água transborda do canal. Há duas causas para a inundação:

- excesso de chuva, no qual o rio não suporta a vazão da enchente;
- qualquer obstrução a jusante da área inundada que impessa a passagem da vazão de enchente.

Um bueiro mal dimensionado que, não dando passagem à vazão de enchente, represa o rio, causando inundação devido a chuvas que, caso não houvesse o bueiro, não produziria tal efeito.

Outra causa de enchente é a própria construção de obras que tem por finalidade combater esses efeitos em certas áreas. Desta forma, uma galeria de águas pluviais, ou o melhoramento de um trecho de canal para evitar o seu transbordamento em locais mais suscetíveis, servirá para jusante. Nesse caso, essas obras são a causa de enchentes à montante.

### ***5.5.5 Métodos de Combate a Enchentes***

De acordo com (MATTOS, VILLELA, 1975) segue as seguintes medidas e métodos para combate de enchentes.

#### *5.5.5.1 Melhoramento nos canais*

Muitas vezes o canal natural de um rio não transporta certa vazão sem transbordamento. A adequação desse trecho de canal, para que o mesmo transporte a mesma vazão sem transbordar, pode ser conseguida pelos seguintes métodos:

- Dragagem;
- Retificação;
- Revestimento;
- Construção de diques.

A dragagem é feita para eliminar os depósitos de fundo e das margens, aumentando assim a área da secção do canal.

A retificação permite um aumento de declividade do canal com conseqüente aumento da capacidade de escoamento. A mesma deve ser seguida por revestimento ou consolidação das margens, caso contrário, o rio procurará seu novo

traçado de equilíbrio.

O revestimento por ter menor rugosidade que o canal não revestido resulta em maior capacidade de vazão, ou menores alturas de água para uma vazão dada.

A construção de diques delimita a secção do canal, permitindo que o nível de água do canal fique, durante a enchente, acima do nível de inundação.

#### *5.5.5.2 Diversão para outra Bacia*

No planejamento do combate a enchentes pode-se prever o desvio de parte do volume da água superficial de escoamento para outra bacia ou para jusante da mesma, seja por gravidade ou por bombeamento. As vazões correspondentes são geralmente grandes, sendo improvável a execução econômica de desvios para outras bacias por bombeamento. Assim, os desvios feitos por gravidade são altamente convenientes.

#### *5.5.5.3 Sistema de Aviso*

A previsão do tempo pelo Serviço de Meteorologia, os estudos de propagação de enchentes, as possíveis manobras em comportas de barragens, acoplados a um bom sistema de aviso por rádio e televisão, podem evitar grandes catástrofes. Desta forma, obtendo o conhecimento da velocidade com que uma enchente desce um rio, o sistema de aviso pode permitir a evacuação em áreas de risco.

### **5.6 Plano Diretor de Drenagem**

Porto et al (1993) recomendam a elaboração de Planos Diretores de Drenagem, que constituem uma essencial estratégia para a obtenção de boas condições de um sistema urbano de manejo de águas pluviais e drenagem urbana, possibilitando:

- estudar a bacia hidrográfica como um todo, chegando a soluções de grande alcance no espaço e no tempo;
- estabelecer normas e critérios de projeto uniformes para toda a bacia;
- identificar áreas que possam ser preservadas ou adquiridas pelo poder público;
- elaborar o zoneamento da várzea de inundação;

- estabelecer o escalonamento da implantação das medidas necessárias de forma tecnicamente correta e de acordo com os recursos disponíveis;
- possibilitar o desenvolvimento urbano de forma harmônica pela articulação do Plano de Drenagem com outros existentes na região;
- esclarecer a comunidade a respeito da natureza e magnitude dos problemas e formas de solução propostas;
- dar respaldo técnico e político à solicitação de recursos;
- privilegiar a adoção de medidas preventivas de menor custo e maior alcance.

## 6 CLIMA

A climatologia é reconhecida pela importância das zonas climáticas da Terra para a caracterização das relações entre clima e vegetação como resposta ao balanço de radiação e dos fenômenos meteorológicos, tanto na escala vertical quanto na escala horizontal.

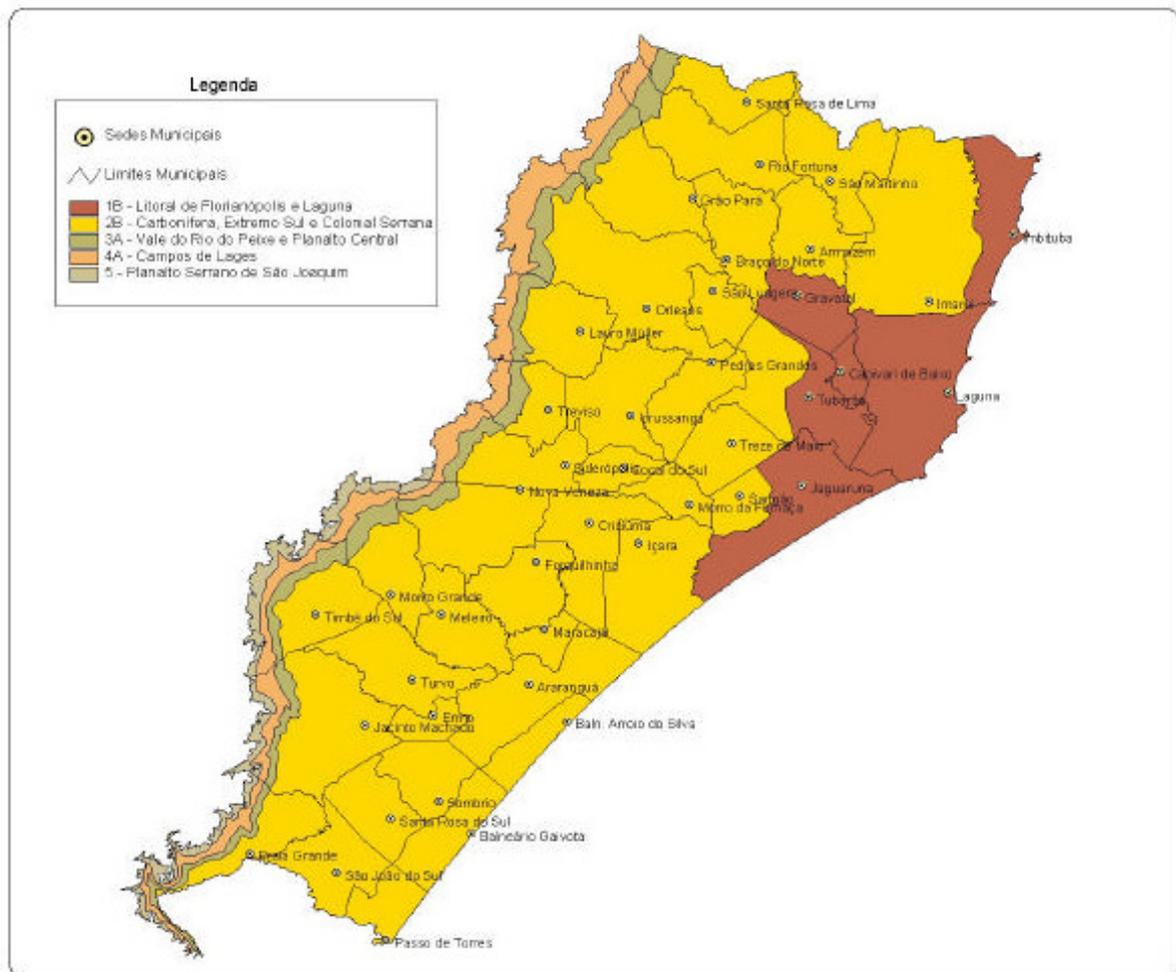
De acordo com Ayoade (1998), Varejão-Silva (2001) e Nimer (1989) vários fatores devem ser considerados para caracterização de um clima local: radiação solar, latitude, altitude, continentalidade, massas de ar e correntes oceânicas. Estes fatores condicionam os elementos climáticos, como por exemplo, temperatura, precipitação, umidade do ar, ventos, pressão atmosférica, entre outros.

O clima na região sul de Santa Catarina onde está inserida a área de estudo está segundo a classificação climática de Köppen, classificado como do tipo Cfa, ou seja, clima subtropical (mesotérmico), temperatura média do mês mais frio inferior a 18°C, sem estação seca definida e com verões quentes (temperatura média do mês mais quente superior a 22°C), embora ocorram variações significativas em alguns elementos climáticos, como a precipitação e a temperatura.

O relatório com os Dados e Informações Biofísicas da Unidade de Planejamento Regional Litoral Sul Catarinense (EPAGRI/CIRAM, 2001), apresenta um detalhamento na classificação climática de Köppen, definindo zonas agroecológicas com base em combinações de vegetação, geomorfologia e características climáticas.

Dessa forma, a área em estudo inserida nos municípios de Forquilha e Criciúma (Figura 3) enquadra-se na zona Agroecológica 2B (Mesotérmico Brando), com temperatura média anual de 17 a 19,3°C. A temperatura média normal das máximas varia de 23,4 a 25,9°C, e das mínimas de 12,0 a 15,1°C. A precipitação pluviométrica total normal anual pode variar de 1.220 a 1.660 mm, com o total anual de dias de chuva entre 102 e 150 dias. A umidade relativa média anual do ar pode variar de 81,4 a 82,2%. Podem ocorrer, em termos normais, de 0,3 a 11,0 geadas por ano. Os valores de horas de frio abaixo ou iguais a 7,2°C são relativamente baixos (de 164 a 437 horas acumuladas por ano). A insolação total normal anual varia de 1.855 a 2.182 horas nesta sub-região (BRAGA & GHELLRE, 1999 apud

EPAGRI/CIRAM, 2001).



**Figura 3 - Zonas agroecológicas da Unidade de Planejamento Regional Litoral Sul Catarinense. Fonte: EPAGRI/CIRAM, 2001.**

A precipitação é o fenômeno pelo qual a água retorna à superfície sob a forma líquida ou sólida. Em virtude de a água ser o componente principal na constituição dos organismos vivos, a distribuição temporal e espacial das precipitações é um dos fatores que condicionam o clima e que estabelecem os tipos de vida de uma região (VAREJÃO-SILVA, 2001).

A escassez de dados hidrológicos de bacias urbanas, principalmente no Brasil, está ligada às dificuldades associadas às características dos eventos de cheias. As altas velocidades dos escoamentos e variações rápidas de níveis de água são características em bacias urbanas (TUCCI, 2000).

Precipitações máximas ou chuvas intensas são definidas como aquelas chuvas cujas intensidades ultrapassam um determinado valor mínimo. A determinação dessas intensidades é de fundamental importância em drenagem

urbana, pois as vazões de projeto são obtidas indiretamente por modelos de transformação chuva-vazão (TUCCI, 1995).

O regime de precipitação em Santa Catarina caracteriza-se por ser distribuído ao longo do ano, devido às características do relevo e à atuação da Massa de Ar Polar Atlântica e da Massa Tropical Atlântica, que por sua constância fazem com que não ocorra uma estação seca (SANTA CATARINA, 1986).

A precipitação total anual no Estado de Santa Catarina varia de 1.220 a 2.200 mm, sendo os valores mais altos observados no litoral norte do Estado e no extremo oeste. A região do litoral sul do Estado é caracterizada pelos menores valores de precipitação total anual, variando de 1.220 a 1.660 mm, com o total anual de dias de chuva entre 98 e 150 dias (EPAGRI, 1999).

Segundo Nimer (1989) na estreita área do litoral catarinense, o máximo pluviométrico ocorre no verão (janeiro, fevereiro e março), enquanto o índice mínimo, na maioria das vezes, é registrado no inverno e secundariamente, no outono. Observa-se uma acentuada variação na precipitação pluviométrica dentro da região sul catarinense, em geral a pluviosidade é menor na planície litorânea e os maiores valores de pluviosidade são observados próximos à encosta.

A Estação Experimental de Urussanga, por ser a única com longa série de dados meteorológicos, tem servido como referência para os estudos ambientais da região sul do Estado. No Quadro 2 encontram-se as médias mensais de algumas variáveis meteorológicas (precipitação, temperatura, umidade relativa, evapotranspiração, ventos e insolação) observadas na estação correspondente ao período de 1961 a 1990.

**Quadro 2 - Normais Climatológicas da Estação Experimental de Urussanga (Série histórica - 1961 a 1990). Latitude: 28°31'00" S; Longitude: 049°19'00" W; Altitude: 48,17 m.**

MÊS	TEMPERATURA (°C)					PRECIPITAÇÃO (mm)	UMIDADE RELATIVA (%)	VENTO (m.s <sup>-1</sup> )	INSOLAÇÃO (h.dia <sup>-1</sup> )
	Média	Média das Máximas	Média das Mínimas	Máxima Absoluta	Mínima Absoluta				
JAN	23,9	30,7	18,6	41,0	10,4	188,0	78,0	2,2	5,4
FEV	24,1	30,7	18,9	40,7	10,1	211,0	80,0	2,4	5,6
MAR	22,8	29,4	17,7	39,2	6,0	170,0	81,0	2,5	5,7
ABR	20,0	26,9	14,7	37,0	4,4	99,0	81,0	2,4	5,2
MAI	16,8	24,9	11,4	33,6	-1,0	92,0	82,0	2,4	5,2
JUN	14,6	22,5	9,2	33,0	-2,6	82,0	83,0	2,3	4,8
JUL	14,7	22,6	9,1	34,4	-2,0	106,0	82,0	2,4	4,7
AGO	15,8	23,0	10,1	38,2	-3,0	127,0	80,0	2,6	4,9
SET	17,1	24,0	11,9	39,3	-1,4	129,0	79,0	2,7	4,7
OUT	19,2	25,7	13,6	39,5	2,8	133,0	77,0	2,8	4,6
NOV	21,1	28,0	15,6	41,0	5,2	128,0	77,0	3,1	5,7
DEZ	22,8	29,6	17,3	41,7	6,5	159,0	76,0	2,7	5,6
ANO	19,4	26,5	14,0	41,7	-3,0	1624,0	79,7	2,5	5,1

Fonte: Epagri / Inmet.

Observa-se uma variação sazonal na precipitação pluviométrica registrada na Estação Experimental de Urussanga, com os maiores valores médios registrados nos meses de Dezembro a Março, com pico de 211 mm no mês de fevereiro. Os menores índices apresentaram-se entre abril e julho, com valor mínimo de 82 mm no mês de junho. O acumulado anual foi de 1.624 mm.

De acordo com as observações realizadas por Back (2002) não existe uma época definida para a ocorrência de valores máximos de precipitação. A maior frequência de eventos extremos na região hidrológica do Extremo Sul Catarinense ocorre nos meses de dezembro a março, embora possa ocorrer em qualquer época do ano.

Especificamente para a análise das chuvas (precipitação) foram considerados também os totais mensais de precipitação registrados nos postos pluviométricos da Agência Nacional de Águas, localizados em Forquilha (Cód. 02849006; Latitude 28°45' 02" S; Longitude 49° 28' 23" W; e Altitude 40 metros) e na Estação Pluviométrica Serrinha, em Siderópolis (Cód. 02849029; Latitude 28° 36' 44" S; Longitude 49° 33' 04"W). Nos Quadros 3 e 4 são apresentados os valores mensais de precipitação para estes dois postos pluviométricos.

A precipitação total anual média registrada em Forquilha (Cód. 02849006) é de 1392,08 mm com amplitude variando de 630,10 mm a 2823,2 mm. Esta variação se refere ao período de 1977 a 2006, uma vez que não há registros de precipitação em 2007 e 2008, e de alguns períodos de 2009 (janeiro a maio; setembro a dezembro).

Os dados de pluviometria registrados na Estação Pluviométrica Serrinha, indicam uma precipitação total anual média de 1714,03 mm, com uma amplitude de 1307,20 mm a 2560,4 mm. Não foram considerados os registros pluviométricos de 2005, e de alguns períodos de 2007, 2008 e 2009, uma vez que não há registros de precipitação (2007 - janeiro a outubro; 2008 - janeiro, março, julho, agosto e outubro; 2009 - setembro a dezembro).

A ausência de dados pluviométricos na Estação Pluviométrica Serrinha (2005 e de alguns períodos de 2007, 2008 e 2009) e da Estação de Forquilha (alguns períodos de 2007, 2008 e 2009), está relacionada ao fato de que os mesmos não foram registrados ou não se encontram disponíveis no programa Hidro v. 1.0.9 distribuído no site da ANA ([www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br)).

**Quadro 3 - Precipitação total mensal (mm) registrada em Forquilha (Cód. 02849006) referente a série histórica - 1977 a 2009. Latitude: 28°45' 02" S; Longitude 49° 28' 23" W; e Altitude 40 metros.**

Ano	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total
1977	255	158	206	67,7	63,8	78,2	91	208,7	89,2	117,5	124,5	123,8	1583,4
1978	164,1	94,3	211,1	14,9	43,3	17,6	57,9	54,4	86,5	129,8	150,4	110,1	1134,4
1979	54,1	161	166,4	97,4	149,6	36,7	75,4	67,4	63,6	101,3	147,4	238,9	1359,2
1980	132,7	276,9	235,5	94,1	123,6	70,9	146,7	189,4	143,2	99	83,7	351,5	1947,2
1981	182,6	104,6	165,9	136,7	142,8	208	153,2	69,4	230,4	135,2	152	81,8	1762,6
1982	84,2	124	183,4	31,2	60	147,2	67	115	42,2	112,8	282	171,4	1420,4
1983	259,8	283	169,2	247,8	278,6	186,9	491,6	299	131	91,6	209,2	175,5	2823,2
1984	190,5	187,4	204,9	121,9	212,5	125,2	119,8	121,6	79	96	179	193,2	1831
1985	202,6	286,9	154,5	81,7	38,1	106,1	71,4	172,7	70,2	148,2	98,1	67,9	1498,4
1986	97,3	91,6	49,8	34,6	14,5	14,3	73,7	51,5	112,8	174,3	171,4	149,4	1035,2
1987	204,4	132,6	3	37,5	188	17,7	112	154,8	87	314	153	77,7	1481,7
1988	178,1	70	77	62,9	0	32,5	2	10	172	130,5	66,2	94	895,2
1989	51,4	15,1	49,8	9,7	63,2	53,2	145,8	40,5	293,7	26,3	14,6	154,8	918,1
1990	183,5	101,4	136,4	220,7	51,3	15,8	103,4	70,4	104	126,4	227,9	153,2	1494,4
1991	128,5	95,7	33,7	35,1	24,5	58,6	33,6	71,7	48,4	153,5	127,8	264,2	1075,3
1992	27,7	43,5	12,5	37,2	185,6	46,1	99,9	109,4	45,2	11,7	8	3,3	630,1
1993	158,3	417,4	75,4	4	109,9	35,8	154,4	30	276,8	128,7	61,5	224	1676,2
1994	74,3	324,6	106,5	32,2	178,8	72,8	91,8	16,7	11,8	148,9	119,6	14,1	1192,1
1995	252,7	191,1	104,3	63,4	40,6	200,8	148,4	61,4	113,1	120	107,8	249	1652,4
1996	308,6	120,4	104,4	96,9	63,6	117,8	61,7	154,2	180,9	140,1	79,1	172,3	1600
1997	199,8	171,5	45,9	26,8	28,7	32,1	143,1	203	57,4	229,2	204,1	59,1	1400,7

Ano	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total
1998	122,3	212,1	210,7	101,5	44,8	84,8	87,3	174,9	129,9	94,8	64,1	136,2	1463,4
1999	48,2	166,7	155,3	134,9	39,8	39,6	155,8	35,3	47,1	128,3	114,6	46,7	1112,3
2000	178,1	188,9	90,4	74,2	80,4	84,7	58,8	21,9	123,9	213,5	128,4	139	1382,2
2001	227,4	429,2	78,9	161,2	106,7	78,1	145,6	37,6	200,8	111,1	107,2	124,1	1807,9
2002	178,3	113,6	157,8	73,3	131,3	192,4	76,2	85,9	92	168,6	214,6	181,8	1665,8
2003	15,6	238,8	154,2	99,5	26,8	95,3	66,9	30,5	76,8	91,9	79,5	82,7	1058,5
2004	111,6	61	204,1	130,2	283,4	48,2	60,9	25,1	206,3	84,9	146,9	105,3	1467,9
2005	sr	64	71,4	63,7	96,7	46	52	247,5	172,9	268,4	150,4	88,6	1321,6
2006	174,5	139,3	77,5	76,2	94,2	56,9	88	74	59,1	60,7	250,5	65,2	1216,1
2007	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr
2008	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr	sr
2009	sr	sr	sr	sr	sr	43,3	44	160,4	sr	sr	sr	sr	247,7
Média	153,32	168,82	123,20	82,30	98,84	78,83	105,78	102,07	118,24	131,91	134,12	136,63	1392,08
Máximo	308,60	429,2	235,5	247,8	283,4	208	491,6	299	293,7	314	282	351,5	2823,2
Mínimo	15,6	15,1	3	4	0	14,3	2	10	11,8	11,7	8	3,3	630,1
Desvio Padrão	73,78	102,98	66,05	58,06	75,31	56,76	82,37	75,60	70,89	62,74	65,17	77,77	451,9

Fonte: Agência Nacional de Águas (ANA);

sr: sem registro.

**Quadro 4 - Precipitação total mensal (mm) registrada na Estação da Serrinha em Siderópolis (Cód. 02849029). Latitude: 28°36' 44" S; Longitude 49° 33' 04" W.**

Ano	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total
1987	338,2	329,9	157,6	164,4	258,3	111,1	212,1	192,3	137,4	252,6	170,5	107,8	2432,2
1988	338,6	69,4	162	107,5	65,2	76,9	27,2	14,5	188,7	169,3	24,2	196,1	1439,6
1989	357,7	204,2	189,9	134,4	121,8	49,1	48,2	71,7	201,8	82	65,9	119	1645,7
1990	264	116,8	55,5	162,6	127,5	91,3	41,9	60,4	116,4	262,3	248	224,5	1771,2
1991	68,7	128,4	108,1	128,1	43,2	95,9	37,4	47,7	62,4	204,8	251	231,4	1407
1992	159,4	146,5	165,8	61,9	373	54,7	123,6	84,4	118,8	9,4	66,3	16,2	1380
1993	301,1	225,8	201,3	113,4	102,2	0	238,5	23,5	318	110	88,5	274	1996,3
1994	94,8	427,8	178,8	25,7	501	117,2	127,7	12,8	40,1	134,3	12,3	73,7	1746,2
1995	191	262,3	125,2	0	35,2	110,1	153,7	30,6	275,2	97,6	191,3	165,4	1637,6
1996	388,1	259,3	256	99,2	81	137,2	59	158	289,1	188,4	174,7	232,7	2322,7
1997	421,8	459,1	73,2	103,1	37	59,4	184,4	242,9	182,9	359,2	320,7	116,7	2560,4
1998	211,7	382,6	232,1	120,5	73,6	111,7	115	124,5	209,5	137,9	140,5	140,1	1999,6
1999	220,5	256,7	188,3	87,5	64,9	68,5	173,1	45,9	58,4	119,5	117,8	81,6	1482,7
2000	324,7	407,7	196,9	71,2	55,1	82,7	54,6	46,1	202,9	209,7	168,7	203,5	2023,8
2001	279,5	587,5	172	138,2	132,3	50,5	164,8	35,4	263,9	174,6	220,8	181,1	2400,6
2002	161,3	199,1	260,9	122	122,1	173,4	71,7	82,1	86,1	240,7	223,7	179,7	1922,8
2003	54,8	158,6	169,5	164,9	28,9	93,4	57,5	26	104,5	177,4	122,7	149	1307,2
2004	188,7	119,8	220,2	244,3	272	95,1	74,9	31,5	252,6	86,4	175,9	219,2	1980,6
2006	282,4	190,2	304,7	99,6	88,3	69,9	80,4	95,5	27,2	131,5	416,2	106,2	1892,1
2007	sr	167,3	184,4	351,7									
2008	sr	199,8	sr	128,6	196,2	84,8	sr	sr	177	sr	335,2	173,2	1294,8

Ano	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total
2009	448,9	265,1	259,7	67,3	28,9	29	54,7	165	*	*	*	*	714
Média	254,79	256,98	183,88	111,63	133,7	83,9	105,02	79,54	165,645	165,66	176,29	160,73	1714,03
Máximo	448,9	587,5	304,7	244,3	501	173,4	238,5	242,9	318	359,2	416,2	274	2560,4
Mínimo	54,8	69,4	55,5	0	28,9	0	27,2	12,8	27,2	9,4	12,3	16,2	351,7
Desvio Padrão	112,75	129,70	63,67	51,07	120,60	41,71	62,48	63,32	87,13	79,48	100,17	61,78	525,09

**Fonte:** Agência Nacional de Águas (ANA);  
 sr: sem registro; \* Não disponível.

Na Figura 4 encontram-se representados os valores de precipitação média mensal das estações de Forquilha (período 1977 a 2009), Siderópolis (período 1987 a 2009) e Urussanga (período 1987 a 2009) e Urussanga (período 1961 a 1990).

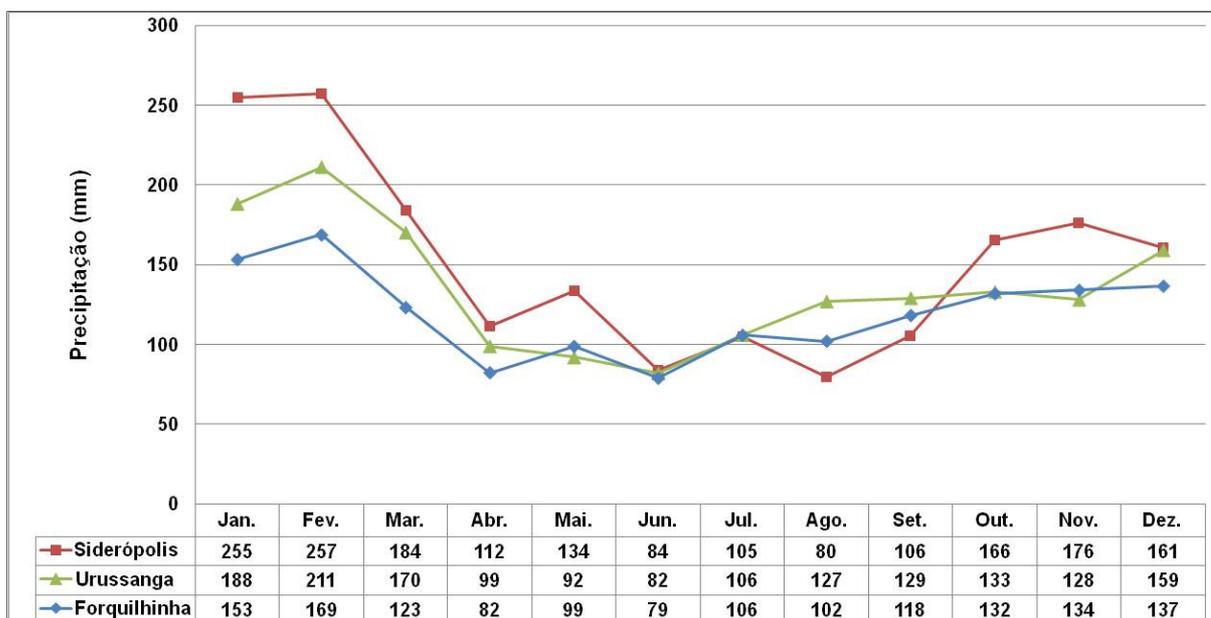


Figura 4 - Variação sazonal de precipitação.

Quanto às características das precipitações, observa-se alguma diferença sazonal. Os meses de dezembro a março são caracterizados por chuvas mais frequentes e de maior intensidade. Por outro lado, os meses de maio a setembro são caracterizados pela menor intensidade e menor frequência das chuvas.

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), a Estação Pluviométrica Serrinha continua em funcionamento, sendo sua operação de responsabilidade da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI).

A ausência de dados pluviométricos relativos aos anos de 2007, 2008 e 2009 está relacionada ao fato de que os mesmos não estão disponíveis no programa Hidro v. 1.0.9 distribuído no site da ANA ([www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br)).

## 7 CARACTERIZAÇÃO DAS UTAP'S

O município de Forquilha possui toda sua rede hidrográfica inserida na bacia hidrográfica do Rio Araranguá. Integrante da 10ª região hidrográfica (RH-10) do estado (Santa Catarina, 1997a). A bacia do rio Araranguá ocupa uma área de 3.039 km<sup>2</sup>. Localiza-se entre as coordenadas 28º40' a 29º10' latitude Sul e 49º20' a 50º longitude Oeste, drenando em superfície os territórios de dezesseis municípios. Entre eles estão grande parte das áreas pertencentes a Criciúma, Araranguá, Jacinto Machado e Treviso; cerca de 50% do território de Içara; pequena parte dos municípios de Ermo e Cocal do Sul e ínfima área do município de Arroio do Silva.

Além de Forquilha, as áreas pertencentes aos municípios de Siderópolis, Nova Veneza, Maracajá, Turvo, Meleiro, Morro Grande e Timbé do Sul encontram-se totalmente inseridas na bacia do rio Araranguá.

De acordo com a delimitação proposta neste trabalho, o município de Forquilha apresenta três UTAP's - Unidades Territoriais de Análise e Planejamento, sendo:

- **UTAP rio do Cedro:** agrupando a microbacia do rio do Cedro, rio Braço do Cedro e as Sangas do Café, do Coqueiro e do Engenho;
- **UTAP rio Mãe Luzia:** agrupando a microbacia do rio Mãe Luzia e parte do rio São Bento;
- **UTAP rio Sangão:** fazendo parte apenas a microbacia do rio Sangão.

Em cada UTAP existem diversos afluentes que não possuem nomenclatura oficial.

### 7.1 UTAP rio do Cedro

A microbacia do rio do Cedro pertence à sub-bacia do rio Mãe Luzia e à Bacia Hidrográfica do rio Araranguá, possuindo uma área aproximada de 82,22 Km<sup>2</sup>.

O principal curso d'água da microbacia do rio do Cedro é o próprio rio do Cedro, caracterizado por 22.353 metros de comprimento e por 6 afluentes. As Sangas do Café, Coqueiro e Engenho também desembocam no rio do Cedro, e têm, respectivamente, 8.590 metros, 19.236 metros e 13.271 metros de comprimento

dentro do município de Forquilha. A Sanga do Café possui uma área aproximada de 19,64 Km<sup>2</sup>, a Sanga do Coqueiro de 27,45 Km<sup>2</sup> e a Sanga do Engenho de 16,72 Km<sup>2</sup>. O rio Braço do Cedro possui comprimento de 4.278 metros e área de 5,58 Km<sup>2</sup> no município de Forquilha.

O rio do Cedro possui uma área irrigada para arroz de 1.569,8 ha, representando um consumo de água na ordem de 14,1 milhões de m<sup>3</sup> de água por safra (ALEXANDRE, 2000).

Em função das áreas de plantio de arroz na microbacia do rio do Cedro, observou-se durante os trabalhos em campo realizados no mês de fevereiro de 2010, elevada turbidez nas águas do rio do Cedro e seus afluentes.

A UTAP rio do Cedro engloba as localidades Sanga do Café, Barra da Sanga, Faxinal, Morro Comprido, Pique do Rio do Cedro, Sanga do Coqueiro, Sanga do Engenho, Santa Rosa e Santa Terezinha.

Comparando-se as drenagens naturais, vistas na carta do IBGE (1967), com a ortofoto 2006, pode-se notar uma grande alteração em função das terraplenagens realizadas para plantações de arroz irrigado. Apenas as drenagens mais expressivas, como o próprio rio do Cedro, Sanga do Café, Sanga do Engenho e Sanga do Coqueiro permaneceram, sofrendo alterações nos seus leitos naturais, bem como de maneira expressiva nas suas margens, onde tiveram quase toda a sua APP – Área de Preservação Permanente retirada.

No Anexo I apresentam-se o Mapa de Pavimentações (Cód. PSB2010DMD01-02) e o Mapa de Áreas com Risco de Inundação e Alagamento (Cód. PSB2010DMD02-02).

A Figura 5 apresenta a localização da UTAP rio do Cedro.

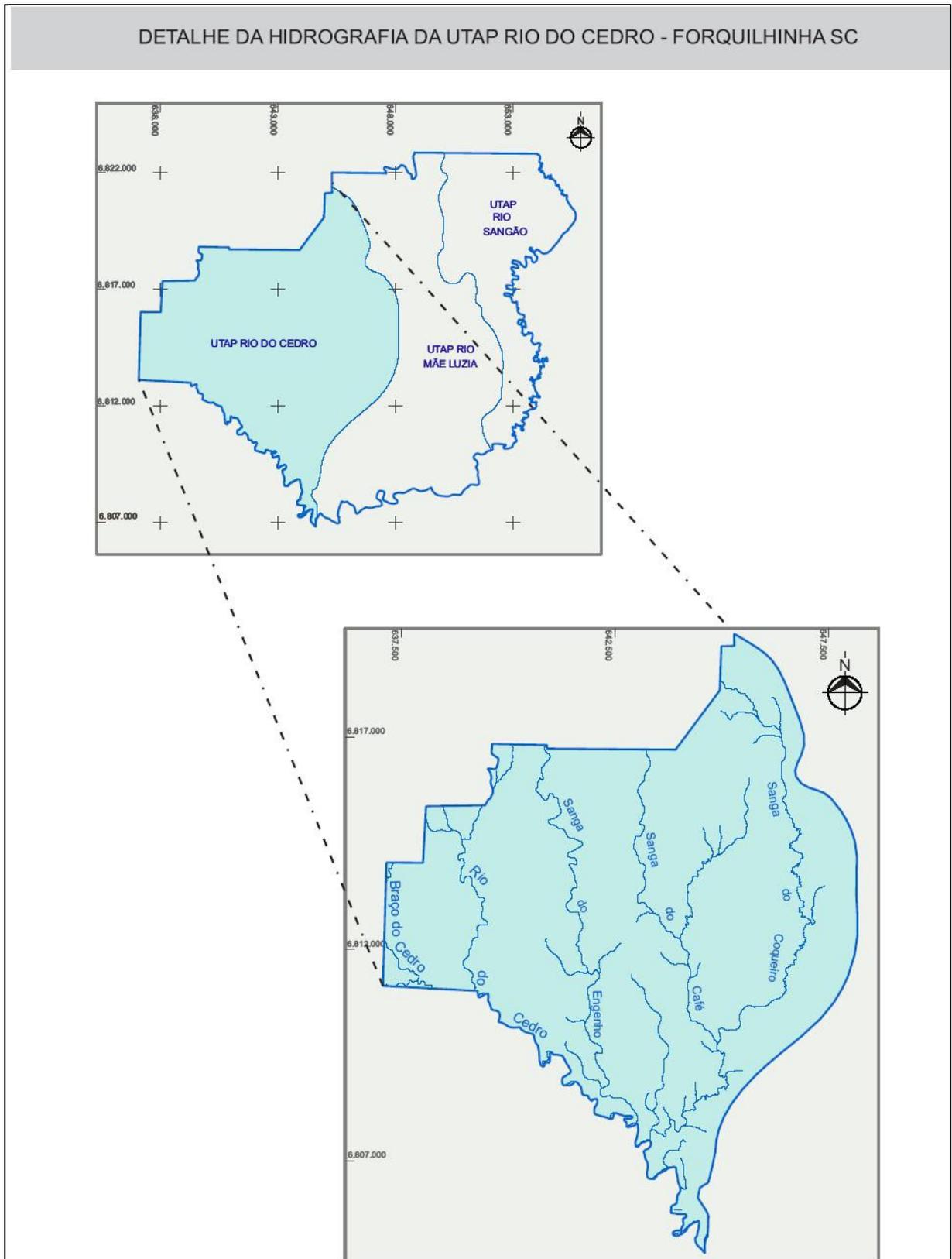


Figura 5 – Localização da UTAP rio do Cedro.

### 7.1.1 Localidade Sanga do Café

A Localidade Sanga do Café localiza-se nas margens da SC-448, rodovia que liga os municípios de Forquilha e Meleiro. Recebe águas do rio São Bento através de valas abertas, para irrigação das lavouras de arroz. Estas valas também servem de macrodrenagem para as águas pluviais e de superfície (Figura 6A e B).

A Vila tem suas principais ruas pavimentadas com lajotas e meio-fio, possuindo microdrenagem implantada. As ruas secundárias são revestidas com seixos rolados e a drenagem pluvial é realizada por canais a céu aberto. Em alguns pontos foram observadas bocas de lobo parcialmente obstruídas.

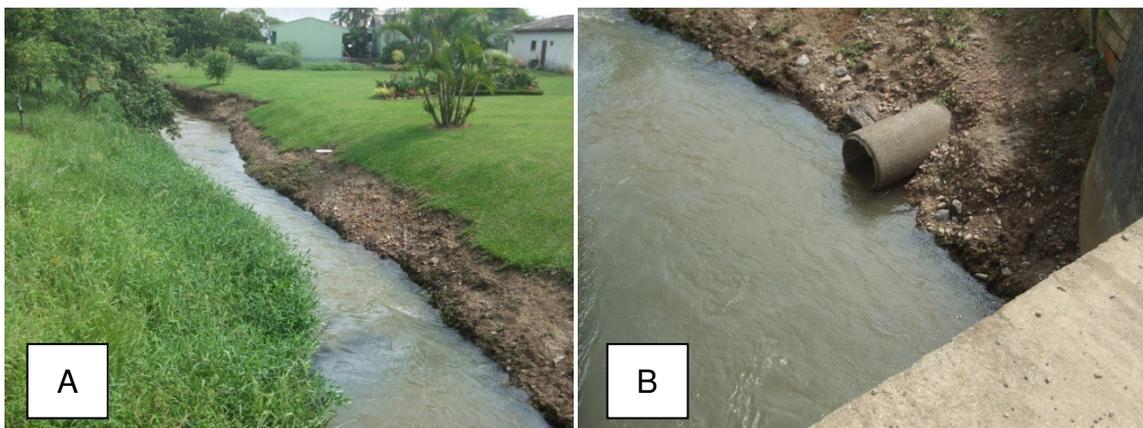


Figura 6 - Canal de macrodrenagem da Localidade Sanga do Café. Fevereiro, 2010.

Na Figura 7, de localização do bairro, está identificado o ponto do canal de macrodrenagem, com coordenadas planas 643163 E e 6815356 N, conforme apresentado na Figura 6.

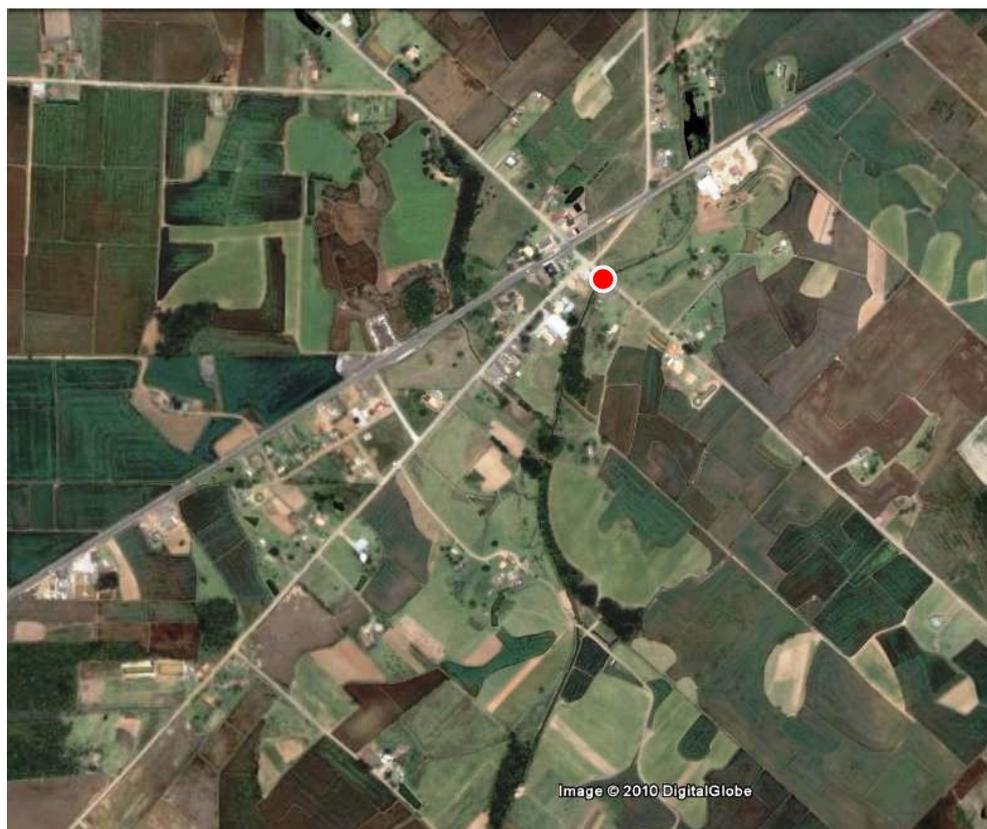


Figura 7 – Localização da Sanga do Café e identificação do canal de macrodrenagem. (Google Earth, 2010).

### ***7.1.2 Localidade Faxinal***

Esta localidade está situada às margens da Rodovia Mário Tiscoski, fazendo limite com a Localidade Sanga do Café e suas estradas são pavimentadas por seixos rolados. É uma região caracterizada por baixa densidade populacional, predominando o cultivo e áreas de plantações de arroz (Figura 8).

O sistema de drenagem de águas superficiais é natural, ocorrendo as macrodrenagens através de valas abertas, que normalmente também são utilizadas pela irrigação de arroz. Toda a água superficial é drenada para as Sangas do Café e do Coqueiro.



Figura 8 – Localização da localidade Faxinal. (Google Earth, 2010).

### **7.1.3 Localidade Morro Comprido**

Esta localidade situa-se às margens do rio do Cedro, próxima a divisa com o município de Nova Veneza. Possui suas vias de tráfego pavimentadas por lajota e com meio-fio, identificando-se bocas de lobo em bom estado de conservação.

Em épocas de chuvas fortes e intensas, o rio do Cedro extravasa e sai do seu leito natural, invadindo algumas propriedades ribeirinhas e interditando estradas, conforme apresentado na Figura 9 respectivamente nos pontos 1 e 2 (coordenada 639546 E e 6817495 N).

As Figuras 10A e 10B mostram uma vista parcial da localidade de Morro Comprido.

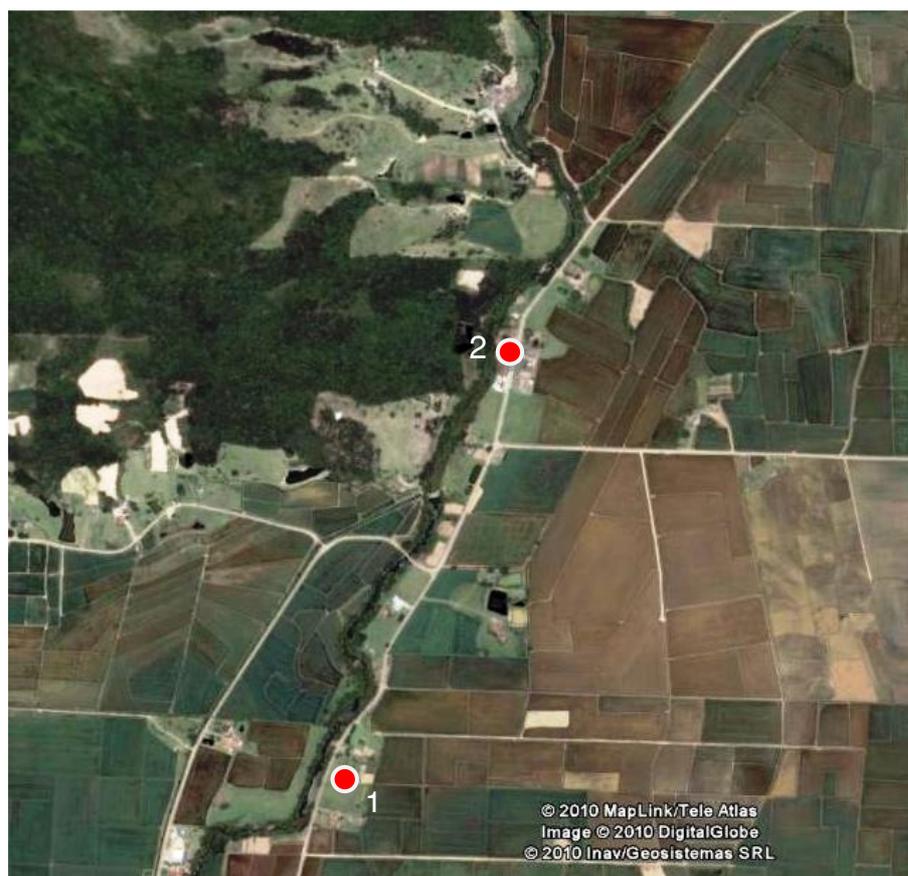


Figura 9 – Pontos de alagamento na localidade Morro Comprido. (Google Earth, 2010).

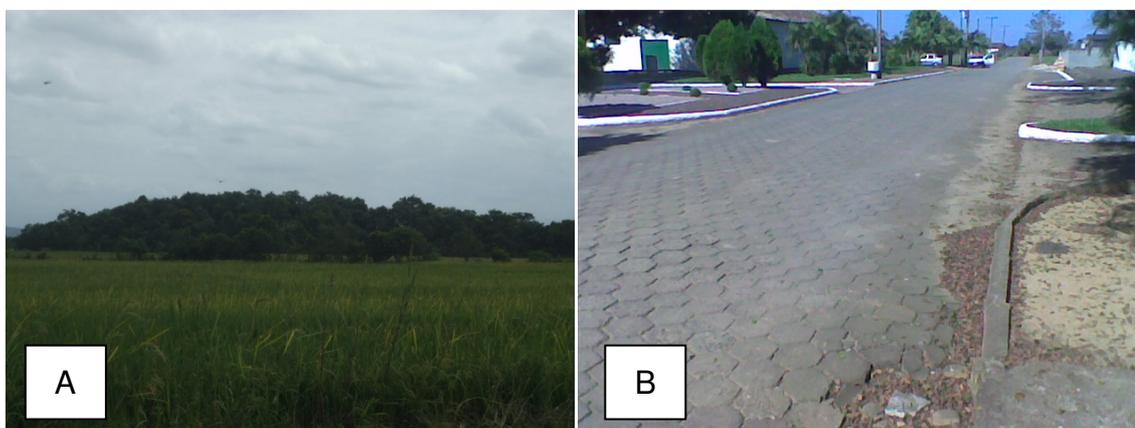


Figura 10 – A e B) Vistas parciais da localidade Morro Comprido.

#### 7.1.4 Localidade Pique do rio Cedro

Localidade rural situada na margem direita do rio do Cedro (Figura 11) próxima do limite com o município de Meleiro, possui em sua rua principal pavimentação com lajota e meio-fio, havendo sistema de drenagem pluvial. Algumas bocas de lobo detectam a presença de sedimentação de material em seu interior, necessitando assim, em um aumento da frequência de limpeza das mesmas.

As ruas secundárias não possuem pavimentação e nem sistema de drenagem pluvial, sendo que o escoamento das águas é realizado por canal natural pelas laterais das vias de tráfego (Figura 12).



Figura 11 – A e B) Vista do rio do Cedro em proximidade com a localidade Pique do rio Cedro. Fevereiro, 2010.

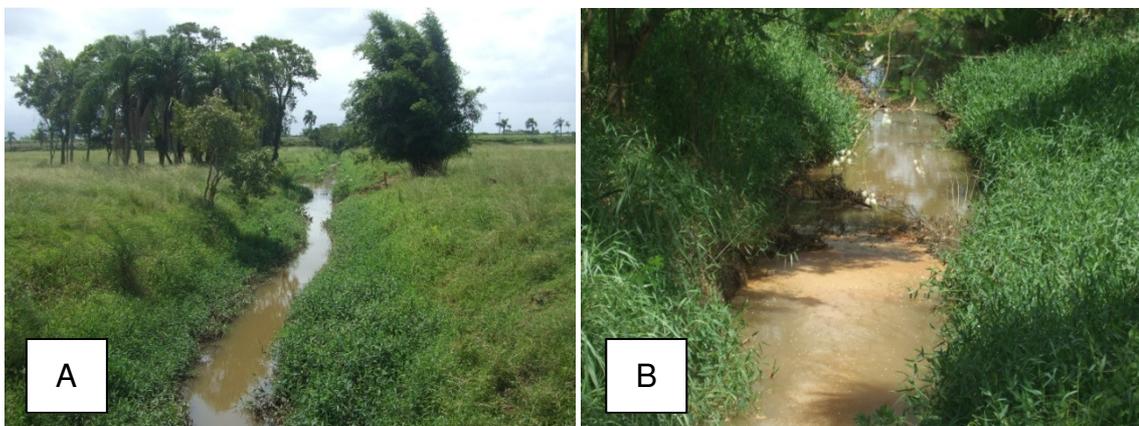


Figura 12 – Canal de drenagem natural a céu aberto. Localidade Pique do rio Cedro, fevereiro, 2010.

### **7.1.5 Localidade Sanga do Coqueiro**

Localidade rural com acesso pela rodovia estadual SC-448 não possui um centro urbano definido, sendo suas residências dispersas umas das outras. Suas vias são revestidas com seixos. Possui em sua predominância o cultivo de culturas de arroz.

A drenagem pluvial ocorre em canais a céu aberto por valas que são utilizadas também para irrigação das plantações de arroz (Figura 13A e B).



**Figura 13 – A e B) Vistas da Sanga do Coqueiro. Coordenadas 648591 E e 6817375 N. Fevereiro, 2010.**

#### ***7.1.6 Localidade Sanga do Engenho***

A Sanga do Engenho é uma localidade rural que possui um local definido de concentração populacional, onde suas principais vias são pavimentadas com lajota e incluem sistema de drenagem pluvial. As bocas de lobo vistoriadas apresentaram bom estado de conservação.

A macrodrenagem é realizada pela Sanga do Engenho, que passa no centro da localidade. A Figura 14 mostra a Sanga do Engenho.

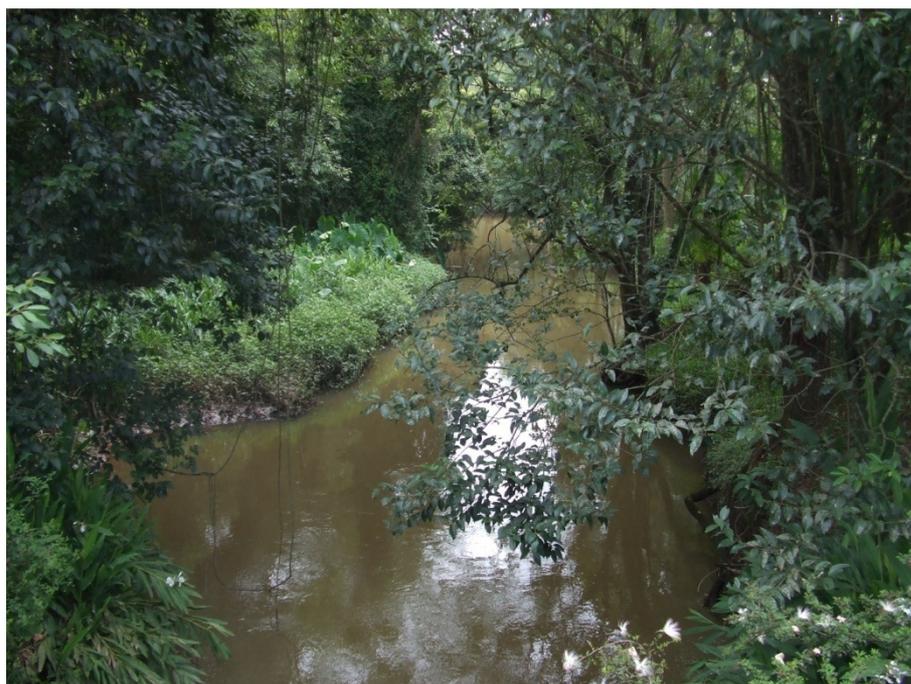


Figura 14 – Sanga do Engenho. Coordenadas 642097 E e 6813380 N. Fevereiro, 2010.

### **7.1.7 Localidade Santa Rosa**

A Localidade Santa Rosa está situada na parte norte do município de Forquilha, faz divisa com o município de Nova Veneza. Apresenta as ruas principais pavimentadas com lajota, possuindo microdrenagem. Há a necessidade de intensificação da manutenção e limpeza das bocas de lobo e vias nesta localidade (Figura 15A).

As macrodrenagens são realizadas por valas abertas, também utilizadas pela irrigação de arroz, sendo drenadas pelas Sangas do Café e do Coqueiro (Figura 15B).



Figura 15 – A) Vista de rua pavimentada; B) Canal de macrodrenagem. Localidade Santa Rosa, maio de 2010.

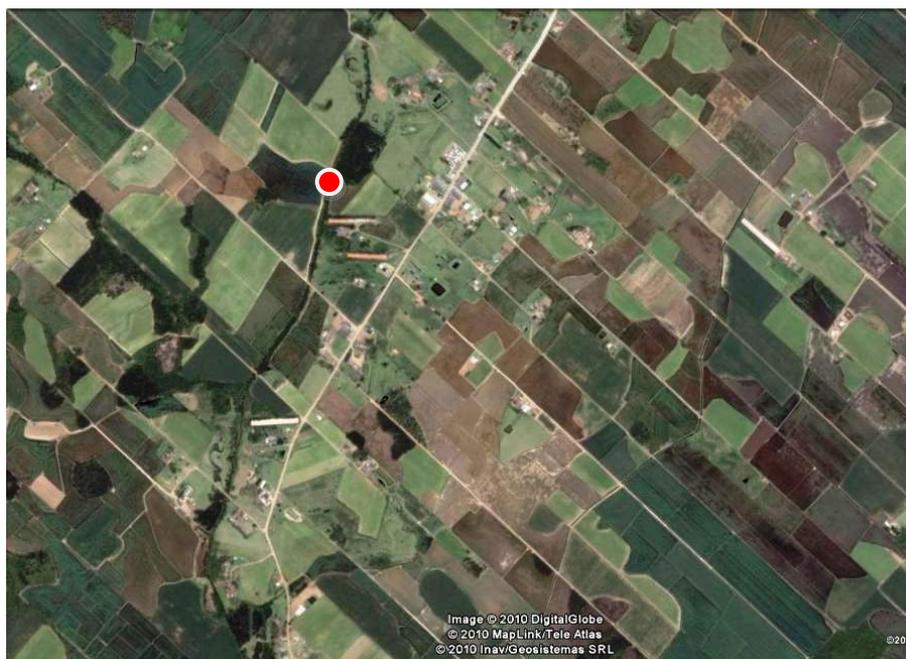
### 7.1.8 Localidade Santa Terezinha

Comunidade localizada na região sul do município, na margem esquerda da Sanga do Coqueiro, possui ruas principais com calçamento de lajota e com sistema de drenagem pluvial implantado (Figura 16). Algumas bocas de lobo estão danificadas e obstruídas, necessitando manutenção e limpeza. As ruas secundárias estão pavimentadas por seixos.

A macrodrenagem da localidade é feita pela Sanga do Coqueiro, conforme mostra o detalhe da Figura 17.



Figura 16 – Rua pavimentada com microdrenagem implantada na Localidade Santa Terezinha.



**Figura 17 – Detalhe da Sanga do Coqueiro na Localidade Santa Terezinha. Fonte: Google Earth, 2010.**

### **7.1.9 Localidade Barra da Sanga**

Barra da Sanga é uma localidade rural estabelecida nas proximidades do desaguamento da Sanga do Coqueiro no rio do Cedro, tendo acesso único pela rodovia municipal 188, pavimentada com seixos rolados. A drenagem é realizada a céu aberto, por canais que também servem para irrigação das lavouras de arroz.

A macrodrenagem é realizada pela Sanga do Coqueiro e afluentes do rio do Cedro. Em épocas de cheias, as águas da Sanga do Coqueiro e do rio do Cedro inundam a rodovia, interrompendo o tráfego. As Figuras 18A e B mostram duas vistas da rodovia principal de acesso à Barra da Sanga.

Para interpretar os fenômenos na bacia do rio Araranguá, vale ressaltar a influência das marés. Os ventos do quadrante sudeste imprimem ao trêm das ondas uma maior energia com o “empilhamento” das águas na linha de costa. Com isso, há maior movimentação dos sedimentos da plataforma marinha, fechando mais facilmente as barras ou desembocaduras dos rios, como acontece com a barra do rio Araranguá (Back, 1999). Este efeito de maré influencia na vazão de escoamento de alguns rios à montante e atinge algumas localidades ao sul do município de Forquilha, como a Barra da Sanga e São Pedro.

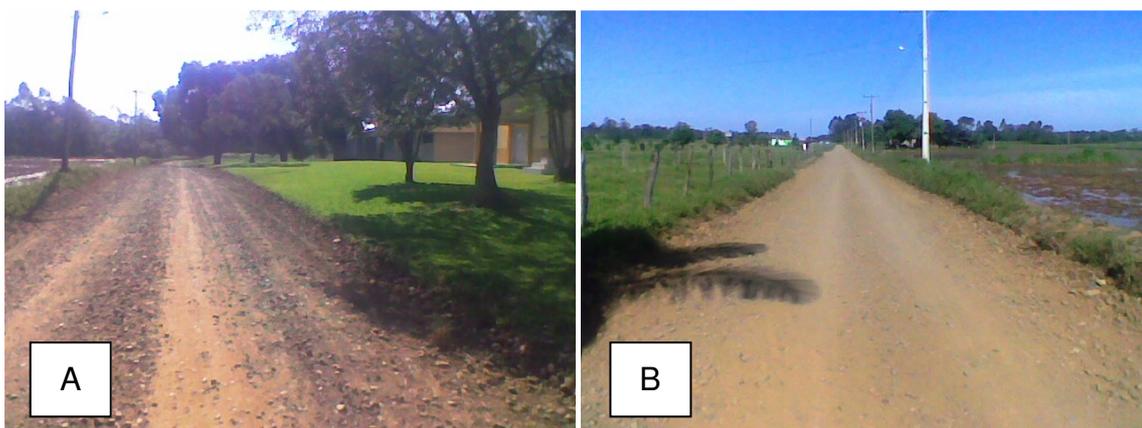


Figura 18 – A) Vista da rodovia principal de acesso à Barra da Sanga próximo à Igreja e grupo de mães; B) Área de alagamento na rodovia em épocas de cheias. Abril, 2010.

A Tabela 1 apresenta os pontos críticos de alagamento/inundação na UTAP rio do Cedro.

Tabela 1 – Pontos críticos de alagamento e inundação na UTAP rio do Cedro.

Bairro/Localidade	Coordenadas	Descrição/Localização
Morro Comprido	639213 E / 6816727 N	Rod. Municipal RM-375
Barra da Sanga	643549 E / 6809265 N	Rod. Municipal RM-188

## 7.2 UTAP rio Mãe Luzia

O rio Mãe Luzia forma a sub-bacia pertencente à Bacia Hidrográfica do rio Araranguá, drenando municípios da região. Esta sub-bacia contribui com drenagem de 1.501 km<sup>2</sup>, e seus principais afluentes são: rio São Bento, rio do Cedro, rio Manoel Alves, rio Sangão e Rio Fiorita.

Entre as atividades econômicas que mais impactam a qualidade da água na sub-bacia do rio Mãe Luzia destacam-se: a mineração e beneficiamento de carvão, indústrias cerâmicas e químicas, metal-mecânicas, vestuário e de alimentos. Na agricultura, destaca-se como importante contribuição para a qualidade da água o plantio de arroz irrigado (ALEXANDRE, 2000).

Com território de 182,34 km<sup>2</sup> Forquilha tem como principal curso d'água o rio Mãe Luzia que recebe as contribuições dos demais rios que drenam o território deste município, entre eles o rio Sangão, Sanga do Coqueiro, Sanga do Café, Sanga do Engenho e o rio do Cedro.

A microbacia do rio Mãe Luzia pertence à Bacia Hidrográfica do rio Araranguá e possui uma área aproximada de 65,00 Km<sup>2</sup>. O principal curso d'água da microbacia do rio Mãe Luzia é o próprio rio Mãe Luzia, caracterizado por 33.567 metros de comprimento e por 19 afluentes. O rio São Bento (antigamente rio Guarapari) desemboca no rio Mãe Luzia, e têm aproximadamente 1.924 metros de comprimento, dentro do município de Forquilha.

No rio Guarapari, a alguns anos, havia um conflito do uso da água para abastecimento público, para a irrigação do arroz e para o abastecimento industrial, sendo a vazão insuficiente para o suprimento destas demandas. Com a construção da barragem do rio São Bento esta situação ficou amenizada.

A UTAP rio Mãe Luzia engloba os bairros Centro, Clarissa, Santa Ana, Santa Isabel, Santa Clara e Vila Lourdes, e as localidades rurais Linha Eyng, São Gabriel, São Jorge, São Pedro e Taquara.

No Anexo I apresenta-se o Mapa de Pavimentações (Cód. PSB2010DMD01-02) e o Mapa de Áreas com Risco de Inundação e Alagamento (Cód. PSB2010DMD02-02).

A Figura 19 apresenta a localização da UTAP rio Mãe Luzia.

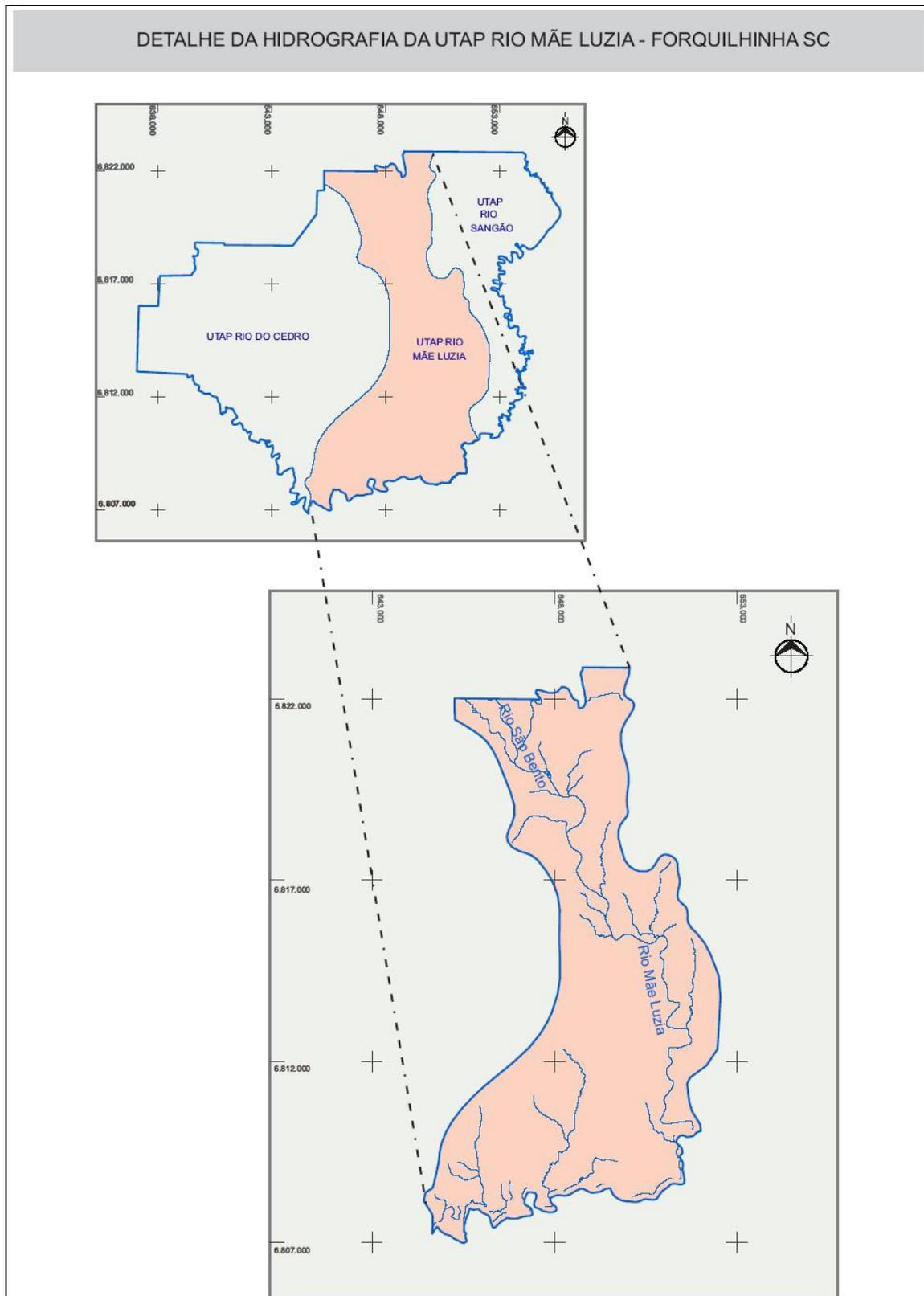


Figura 19 – Localização da UTAP rio Mãe Luzia.

### 7.2.1 Bairro Centro

O bairro é caracterizado por estar quase na totalidade servido por infraestrutura com pavimentação asfáltica ou lajota e com sistema de drenagem pluvial implantado. Em algumas ruas não existe meio-fio, o que favorece o arraste de material para as microdrenagens e favorece o mal funcionamento do sistema, gerando sérios danos, tais como pontos de alagamentos e risco de inundação.

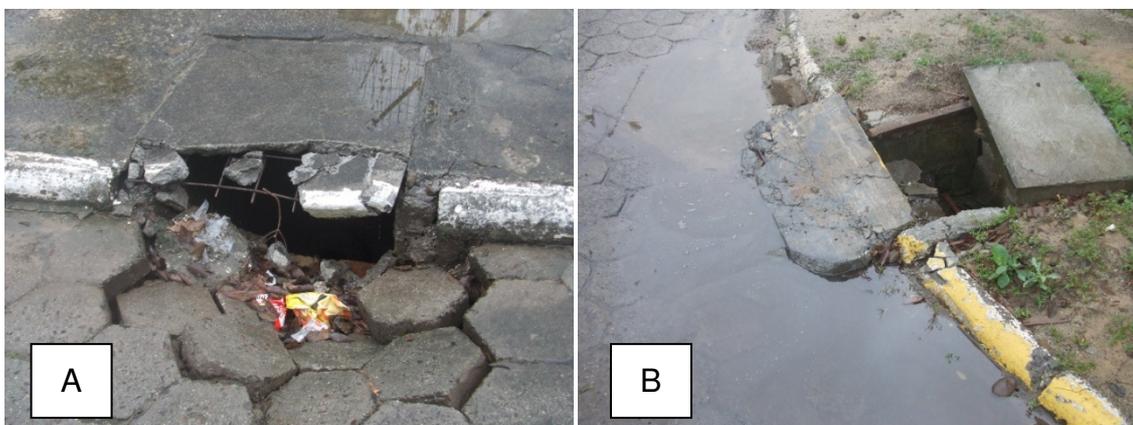
As bocas de lobo estão em sua maioria limpas, em função de ser executada limpeza periódica das mesmas. O bairro Centro apresenta poucos pontos críticos de alagamentos, sendo apenas registrados em épocas de intensa pluviosidade.

Próximo ao Pronto Atendimento municipal, esquina das ruas Adélia Arns Back e Ricardo Back, observado na Figura 20 e pelo ponto 1 na Figura 25, há um ponto de alagamento quando a intensidade da chuva é forte, a ponto dos automóveis de passeio não conseguirem transitar. Mesmo com 4 bocas de lobo em uma esquina, a drenagem não é suficiente para escoar toda a água acumulada. Em dias críticos, uma lâmina d'água de cerca de 10 cm de altura corre para a pracinha local, onde está instalada uma academia ao ar livre.



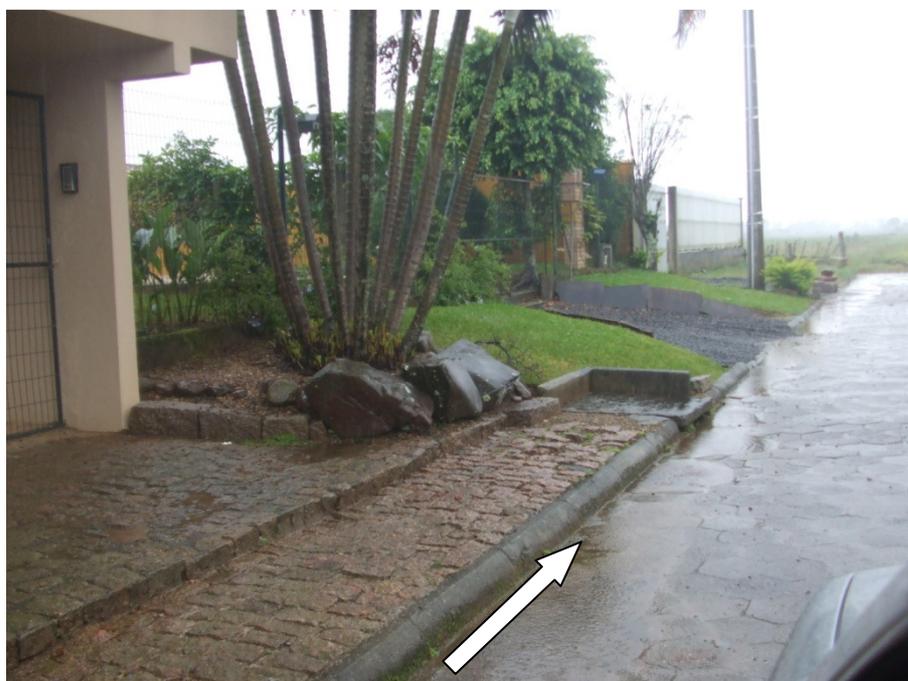
**Figura 20 – Ponto de Alagamento no bairro Centro. Coordenadas 649242 E e 6819089 N. Fevereiro, 2010.**

Na travessa Adolfo Tiscoski com a Alameda Felipe Arns foram identificadas duas bocas de lobo danificadas em uma mesma esquina, conforme mostra a Figura 21A e B.



**Figura 21 – A e B) Bocas de lobo danificadas no bairro Centro. Março de 2010.**

Na rua Jorge Steiner e ruas adjacentes a pavimentação é caracterizada por lajota com sarjeta (meio-fio), possuindo sistema de drenagem e bocas de lobo, na maioria do tipo simples com grelha, em bom estado de limpeza (Figura 22). Em direção a Leste dessas ruas, há terras com plantações de arroz.



**Figura 22 – Identificação da direção e funcionamento do sistema de microdrenagem na rua Jorge Steiner, Centro, março de 2010.**

Já na Rodovia Gabriel Arns observa-se uma boca de lobo obstruída após um dia inteiro de chuva intensa, ocasionando pontos isolados de alagamento (Figura 23)

e representado na Figura 25 pelo ponto 3.



**Figura 23 – Identificação de boca de lobo totalmente obstruída na Rod. Gabriel Arns. Março, 2010.**

A rua Teodoro Horr possui pavimentação com seixo rolado e não foi detectado microdrenagens, conforme mostra a Figura 24 e ponto 2 da Figura 25, o que acarreta um funcionamento inadequado do escoamento natural das águas superficiais e cria áreas com maior potencial de alagamentos e risco de inundações, sendo necessário realizar algumas medidas preventivas tais como implantação de microdrenagem e ligação com os canais de macrodrenagem, a fim de que as águas pluviais e superficiais escoem mais rapidamente sem gerar maiores riscos.



Figura 24 – Identificação de rua sem pavimentação asfáltica e microdrenagem na Rua Teodoro Horr, Centro, março de 2010.



Figura 25 – Identificação de pontos de alagamento no bairro Centro. Fonte: Google Earth, 2010.

O ponto 4 identificado na Figura 25 caracteriza uma área de risco de alagamento, pois ao Sul deste ponto, em limite com a localidade rural São Gabriel na rod. Jacob Westrup (SC-446) há tubulações de drenagem subdimensionadas que ligam o fluxo d'água de um lado da rodovia para outro, não dando conta do volume de água movimentado, originando riscos em épocas de grandes vazões.

O bairro Centro tem a macrodrenagem realizada por canais e afluentes que seguem para o rio Mãe Luzia.

### **7.2.2 Bairro Clarissa**

Com acesso pela Avenida 25 de Julho, o bairro Clarissa se caracteriza pela predominância de vias pavimentadas com lajota e meio-fio, o que minimiza a ação de arraste de material das ruas para as bocas-de-lobo, evitando a obstrução do sistema de drenagem de águas pluviais.

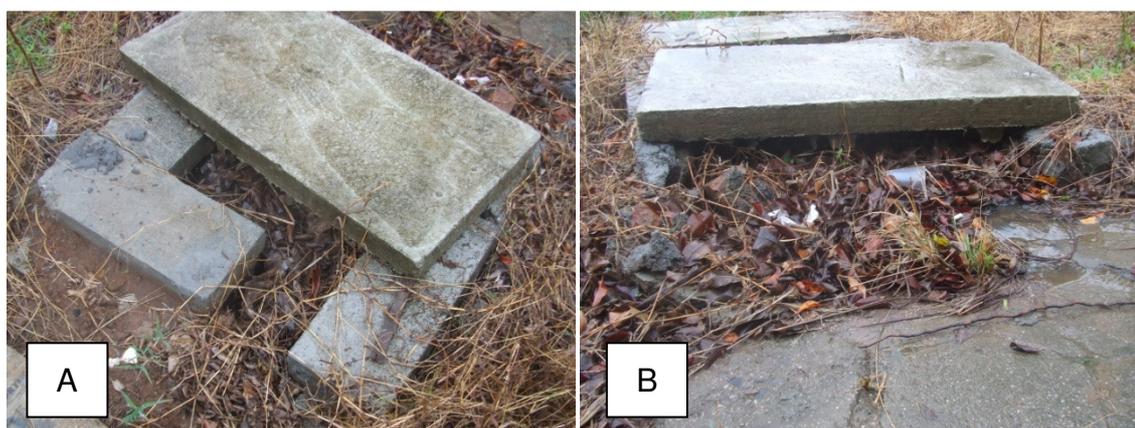
As ruas principais do bairro que são asfaltadas não possuem meio-fio, a exemplo das ruas Apolinária kammer e Irmã Norberta Ogniewski, mas possuem sistema de drenagem.

As ruas secundárias são revestidas com seixo rolado, em algumas não foi identificado microdrenagem pluvial, conforme Figura 26 e ponto 2 da Figura 29, no cruzamento da Avenida 46 com a rua 21. Em suma, as bocas de lobo do bairro Clarissa são bem conservadas.



**Figura 26 – Rua sem microdrenagem implantada no cruzamento da Av. 46 e rua 21, com vista para o anel viário municipal. Março de 2010.**

Na entrada principal do bairro, na rua das Irmãs Clarissas, foi diagnosticada uma boca de lobo totalmente obstruída, conforme mostram as Figuras 27A e B, e ponto 1 da Figura 29, podendo-se destacar a presença de restos de poda de árvores, lixo urbano e falta de manutenção preventiva.



**Figura 27 – A e B) Boca de lobo obstruída no bairro Clarissa. Março de 2010.**

Na parte mais a Leste do bairro (final da rua Irmã Norberta Ogniewski) apresentada na Figura 28, em divisa com áreas de cultivo de arroz, foi identificado uma vala aberta com sinais de esgoto sanitário e que serve também como canal de drenagem das granjas de arroz (ponto 3 da Figura 29).



Figura 28 – Identificação de esgoto sanitário em canais de irrigação de arroz no bairro Clarissa, março de 2010.



Figura 29 – Identificação de pontos no bairro Clarissa. (Google Earth, 2010).

### 7.2.3 Bairro Santa Ana

O bairro Santa Ana (acesso pela SC-448 / Rodovia Antônio Valmor Canela) é prejudicado pela falta de sistema eficiente de drenagem de águas pluviais, pois os canais de escoamento do bairro convergem para um mesmo ponto, tornando um bairro problemático em relação à drenagem de águas.

Pelo Santa Ana passam dois canais de macrodrenagem (ponto 3 da Figura 35): um mais ao Sul do bairro, canal característico por boa vazão e que recebe águas da cooperativa/associação de irrigação rural do bairro Santa Isabel (Figura 30 A e B), e o outro, mais a Leste, na rua Gabriel Eying, apresentado na Figura 31 que leva suas águas ao rio Mãe Luzia.



**Figura 30 – Vistas do canal de irrigação da cooperativa de arroz municipal. Bairro Santa Ana, fevereiro. Coordenadas 647559 E e 6818387 N.**



**Figura 31 – Canal de macrodrenagem do bairro Santa Ana. Abril de 2010.**

O canal de irrigação da Cooperativa/Associação, ao cruzar a área urbana, apresenta-se com trechos drenados (tubos de concreto) e com trechos em vala aberta, deslocando-se para a rua Eugênio Rocha.

A Rua Bento da Silva Martins está sendo preparada para receber a

implantação de microdrenagem, conforme mostram as Figuras 32A e B.



**Figura 32 – A) Tubulações para implantação de drenagem; B) Canal de macrodrenagem. Bairro Santa Ana, fevereiro de 2010; Coordenadas 647464 E e 6818044N.**

Outro ponto com problema de escoamento é na esquina da rua Luiz Premoli com Terezinha Kalfels, onde as duas drenagens existentes não dão conta da quantidade de água do escoamento superficial. A Figura 33A mostra o detalhe de um dreno e a Figura 33B mostra o cruzamento das ruas onde ocorrem alagamentos.



**Figura 33 – A) Detalhe de um dreno; B) Rua onde ocorrem alagamentos no bairro Santa Ana. Coordenadas 647936 E e 6818290 N. Fevereiro, 2010.**

Na rua dos Príncipes ocorrem alagamentos em épocas de enchentes, formando uma lâmina de água corrente com cerca de 25 cm de altura. A Figura 34 apresenta uma boca de lobo obstruída com sedimentos no bairro Santa Ana.



**Figura 34 – Boca de lobo identificada no bairro Santa Ana obstruída com sedimento. Fevereiro de 2010.**

De acordo com dados da Vigilância Sanitária a maioria das residências do bairro Santa Ana possui tratamento de esgoto por fossa séptica e sumidouro.

No geral, o bairro Santa Ana possui ruas asfaltadas sem meio-fio e ruas de lajota e com sarjeta. As ruas secundárias, pavimentadas com pedras de seixos, possuem sistema de drenagem, e em alguns pontos foi detectada a presença de lançamento de esgoto sanitário no canal de escoamento superficial.

Alguns locais do bairro não possuem drenagem nem pavimentação, o que aumenta as possibilidades de alagamentos e pontos críticos de condições de saneamento urbano.





Figura 36 – Localização do bairro Santa Clara. (Google Earth, 2010).



Figura 37 – A e B) Bocas de lobo danificadas no bairro Santa Clara. Março de 2010.

### 7.2.5 Bairro Santa Isabel

O bairro Santa Isabel possui em sua maioria ruas com pavimentação asfáltica ou lajota, com algumas vias possuindo meio-fio.

Na rua José Angélico Rabelo em cruzamento com a rua Duque de Caxias há um ponto alagamento (ponto 2 da Figura 42). O volume d'água e a drenagem de quase todo o bairro passa por esse ponto (Figura 38), portanto, torna-se facilmente vulnerável a alagamentos, sendo também alvo frequente de reclamações da população.



**Figura 38 – Ponto de alagamento no bairro Santa Isabel. Março de 2010. Coordenadas 648097 E e 6818642 N.**

A limpeza das bocas de lobo é feita apenas quando ocorrem problemas, não possuindo um sistema preventivo de limpeza, tendo em vista que as vias pavimentadas e sem sarjeta ocasionam o carregamento de material das ruas para as microdrenagens, prejudicando o sistema de escoamento das águas pluviais.

Foram identificadas no bairro algumas bocas de lobo parcialmente obstruídas, algumas tampas quebradas, e também a execução de novas bocas na rua Wagner Nicoski, como mostram as Figuras 39A e B.



**Figura 39 – Bocas de lobo danificadas no bairro Santa Isabel, março de 2010.**

Outro ponto de macrodrenagem do bairro (representado pela Figura 40), que possui boa vazante e baixo risco de alagamento, localiza-se na rua Bonifácio Back -

próximo ao rio Mãe Luzia – esta rua possui pavimentação asfáltica, sistema de microdrenagem, porém não tem meio-fio. Vale ressaltar que o canal de macrodrenagem deve ser mantido aberto em caso de tranbordamento do rio Mãe Luzia, propiciando boas condições de escoamento das águas.



**Figura 40 – Macrodrenagem na Bonifácio Back, bairro Santa Isabel, março de 2010. Coordenadas 648478 E e 6819056 N.**

Na rua Bonifácio Back, à Sudoeste do bairro, no dia 29 de março de 2010, após quatro dias de precipitação contínua e decretado situação de emergência pela Prefeitura Municipal e Defesa Civil, alguns pontos do município de Forquilha se mostraram vulneráveis, sendo um deles representado pela Figura 41, no bairro Santa Isabel, onde a microdrenagem está saturada e sem vazão de escoamento, impossibilitando a dissipação de água.

Conforme ponto 3 da Figura 42, por ser uma área de várzea, em épocas de intensas pluviosidades e cheias, o nível do rio Mãe Luzia ocasiona facilmente inundações na mesma. De acordo com o Mapa de Áreas com Risco de Inundação e Alagamento (Cód. PSB2010DMD02-02 – Anexo I) foram determinadas as áreas de risco de inundação para o município de Forquilha e delimitadas a partir da planta planialtimétrica do município.



Figura 41 – Boca de lobo totalmente obstruída no bairro Santa Isabel, março de 2010.

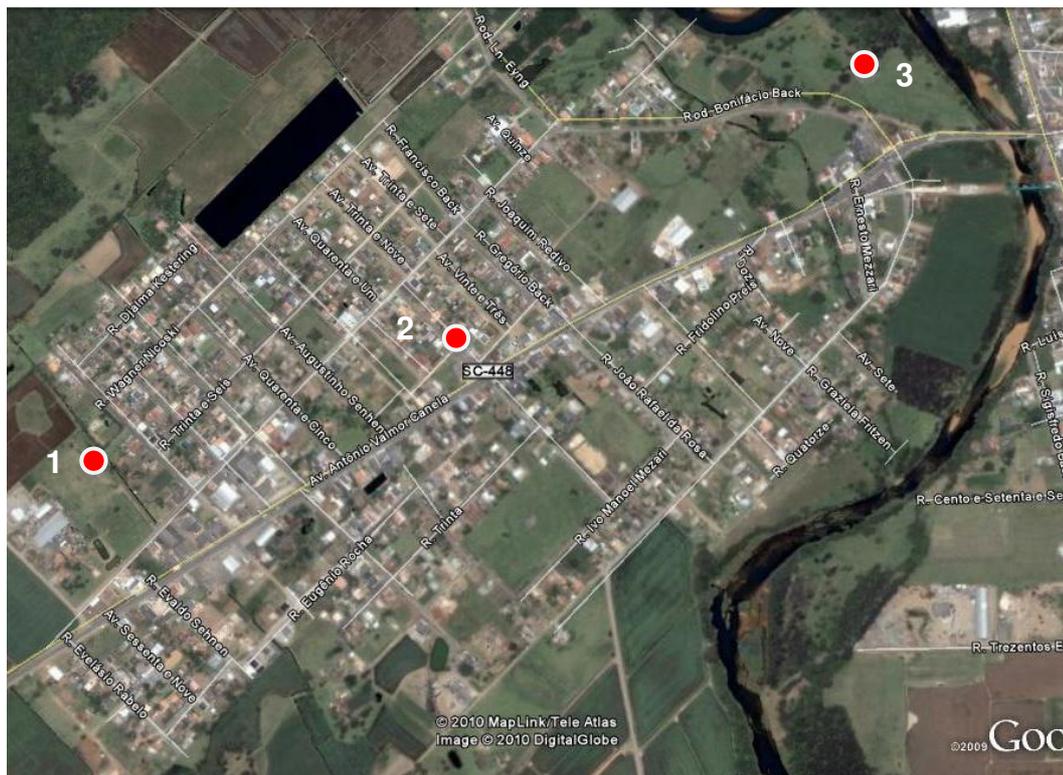


Figura 42 – Localização do bairro Santa Isabel. (Google Earth, 2010).

### 7.2.6 Bairro Vila Lourdes

O bairro Vila Lourdes é caracterizado por possuir um núcleo industrial. A maioria das vias são de pavimentação asfáltica e lajota, algumas possuindo sarjeta outras não.

O acesso ao Distrito Industrial se faz por ruas sem pavimentação, porém com drenagem de águas superficiais. Em seu acesso principal foi identificada canalização por vala aberta, extremando limites com granjas de arroz - uma das principais atividades agrícolas do município (Figura 43A e B).



**Figura 43 – A) Identificação de insuficiência de escoamento superficial; B) Vala aberta com contribuição de granjas de arroz, bairro Vila Lourdes, março de 2010.**

Em suma, não ocorrem indícios de alagamentos no bairro e o sistema de drenagem de águas pluviais está bem equacionado. A Figura 44 apresenta a vista aérea do bairro Vila Lourdes.



Figura 44 – Localização do bairro Vila Lourdes. Fonte: Google Earth (2010).

### ***7.2.7 Localidade Linha Eyng***

A localidade de Linha Eyng está localizada à oeste do bairro Santa Clara. O acesso a partir do Centro é realizado através do Bairro Santa Isabel. A localidade possui característica de vila rural rodeada por plantações de arroz.

A drenagem das granjas está integrada à drenagem natural de escoamento das águas de superfície, realizadas por canais abertos (Figura 45). O acesso e as vias da localidade rural Linha Eyng são por estradas sem pavimentação, compostas por pedras de seixos.



**Figura 45 – Vala aberta de drenagem superficial na Linha Eyng, março de 2010.**

### ***7.2.8 Localidade São Gabriel***

A localidade rural São Gabriel está localizada próxima ao bairro Centro, ao sul, e tem suas águas drenadas pelo rio Mãe Luzia. Recebe também contribuição da drenagem oriunda do perímetro urbano e das granjas de arroz que cercam a localidade (Figura 46).

As vias de acesso não possuem pavimentação e se fazem pela rodovia Jacob Westrup (SC-446). As drenagens ocorrem a céu aberto e em valas naturais ou canais abertos pela cultura de arroz.

Na divisa da localidade São Gabriel com o bairro Centro encontra-se um ponto de alagamento no canal de macrodrenagem, conforme comparação na Figura 47, onde compara-se o local em épocas normais e em dias de vazões e volumes d'água intensos. Na Figura 48 identifica-se o ponto de alagamento à montante do ponto identificado pela Figura 47, chegando a atingir casas do Centro.

O bueiro sob a rodovia Jacob Westrup é em parte responsável pelo repressamento da água, que chega a atingir o entorno das casas na Avenida 105, sul do bairro centro, provocando problemas, principalmente ao sistema de fossas e sumidouros das mesmas.

Próximo a Igreja da localidade pode ser visto microdrenagem pluvial implantada, conforme apresentado pela Figura 48B.



Figura 46 – A) Vista da macrodrenagem próxima ao rio Mãe Luzia, na localidade de São Gabriel,. Coordenadas 650853 E e 6815793 N; B) Igreja e centro comunitário, março de 2010.

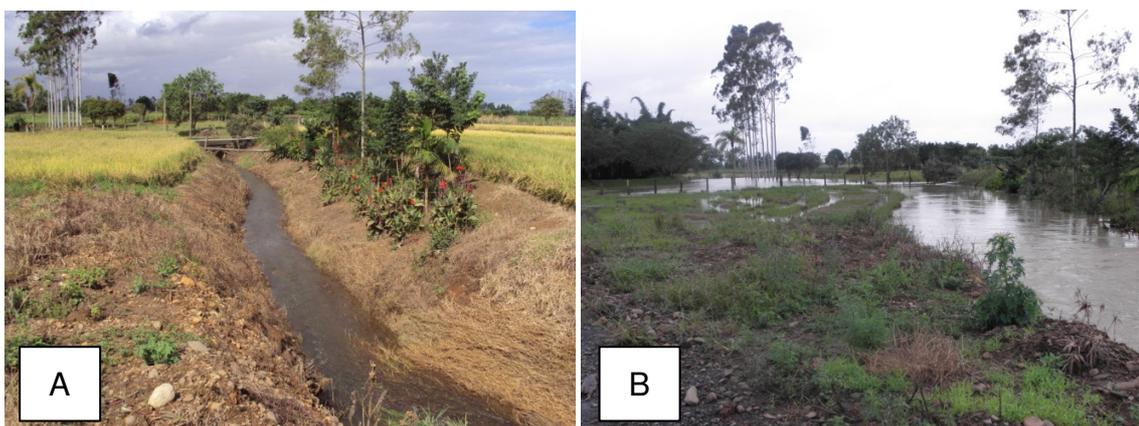


Figura 47 – A) Representação do canal de macrodrenagem em março de 2010; B) Mesmo canal em dias de cheias em maio de 2010 na Localidade São Gabriel.

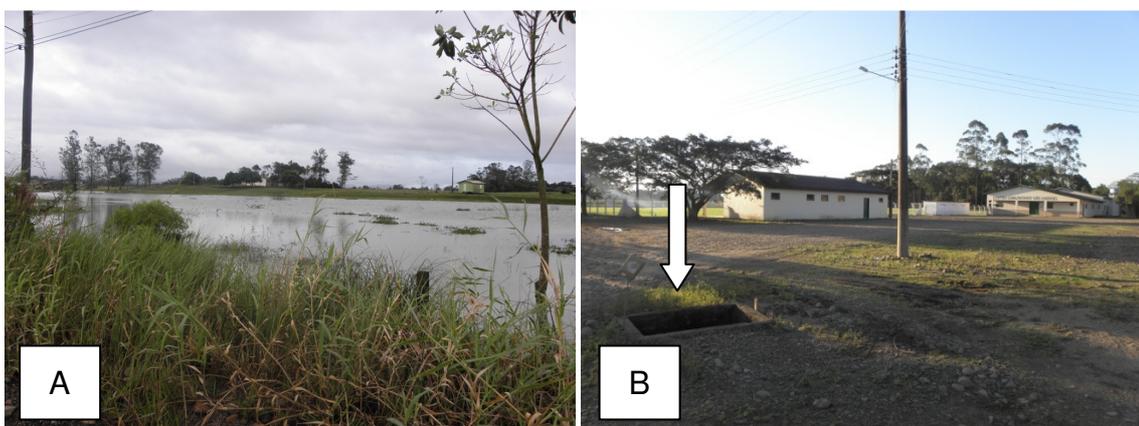


Figura 48 – Representação de inundação à montante do canal de macrodrenagem na Localidade de São Gabriel/ divisa com o bairro Centro; B) Indicação da caixa de passagem na localidade, indicando rede de drenagem pluvial; maio de 2010.

### 7.2.9 Localidade São Jorge

A localidade rural de São Jorge situa-se nas margens do rio Mãe Luzia, próximo à foz do rio Sangão (Figura 49A). As residências são distribuídas ao longo das rodovias, que são revestidas por seixos rolados. A drenagem pluvial é feita por valas abertas, que direcionam as águas para o rio Mãe Luzia e rio Sangão.

Em épocas de grandes precipitações as rodovias ficam interditadas devido às inundações (Figura 49B).

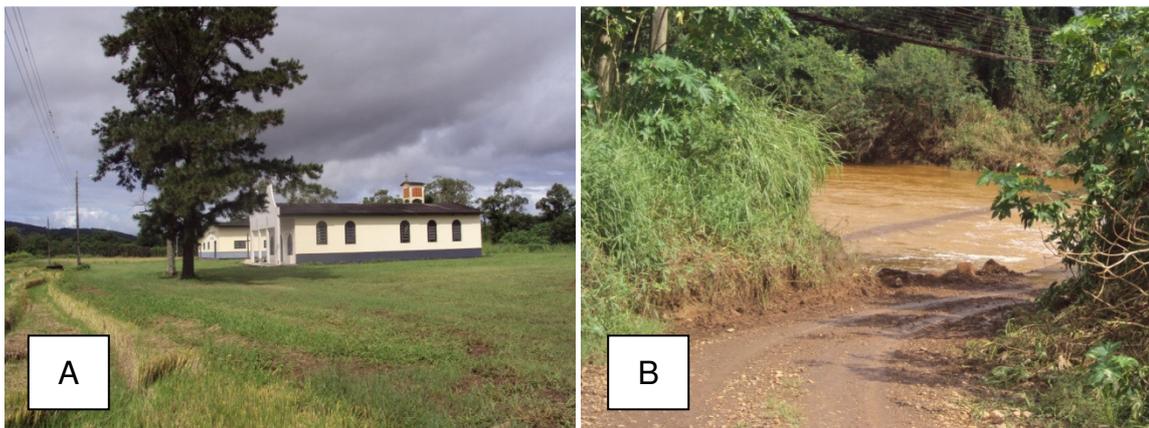


Figura 49 – A) Vista da localidade São Jorge; B) Margens do rio Mãe Luzia com ponte submersa; março de 2010.

### 7.2.10 Localidade São Pedro

São Pedro localiza-se na margem direita do rio Mãe Luzia. O acesso é realizado pela rodovia municipal João Francelino Machado, revestida por seixo rolado, sem sistema de drenagem implantada.

A macrodrenagem é realizada por vala aberta, que também serve para drenagem das plantações de arroz. Os cursos d'água desta localidade também recebem influência da maré, conforme já citado na localidade Barra da Sanga.

As Figuras 50A e B mostram um ponto de inundação das rodovias e algumas residências. Com o represamento do rio Araranguá, o rio Mãe Luzia fica com seu fluxo de escoamento comprometido, fazendo com que o nível do mesmo aumente bastante, provocando a inundação das margens e várzeas, como pode-se também observar Mapa de Áreas com Risco de Inundação e Alagamento (Cód. PSB2010DMD02-02 – Anexo I).



Figura 50 – A e B) Vistas de áreas que sofrem inundação na localidade São Pedro. Março de 2010.

### 7.2.11 Localidade Taquara

A localidade rural Taquara (Figura 51), localiza-se às margens da rodovia municipal Ernesto Beckhauser, e tem pavimentação revestida com seixos rolados. O sistema de drenagem pluvial ocorre naturalmente pelas valas e cavas a céu aberto.

A macrodrenagem é realizada por uma sanga, afluente do rio Mãe Luzia e por valas abertas, que também servem como canal auxiliar das plantações de arroz.

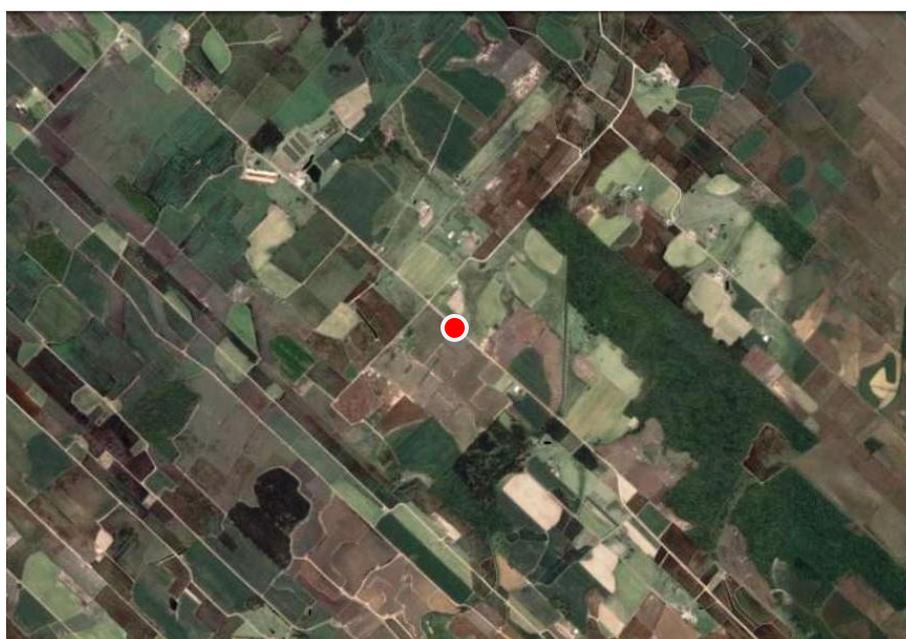


Figura 51 – Vista aérea da Localidade Taquara (Google Earth, 2010).

A Tabela 2 apresenta os pontos críticos de alagamento/inundação na UTAP rio Mãe Luzia.

**Tabela 2 – Pontos críticos de alagamento e inundação na UTAP rio Mãe Luzia.**

Bairro/Localidade	Coordenadas	Descrição/Localização
Centro	649242 E / 6819089 N	Esquina das ruas Adélia Arns Back com Ricardo Back
	649329 E / 6817885 N	Rod. Jacob Westrup (SC- 446)
Santa Ana	647936 E / 6818920 N	Esquina da rua Luiz Premoli com Terezinha Kalfels
	648135 E / 6818574 N	Rua dos Príncipes
Santa Isabel	648097 E / 6818642 N	Rua José Angélico Rabelo em cruzamento com a rua Duque de Caxias
São Gabriel	649384 E / 6817751 N	Rod. Jacob Westrup (SC- 446) em limite ao bairro Centro
São Pedro	647347 E / 6808423 N	Rodovia João Francelino Machado próximo à Igreja e Clube de Mães

### 7.3 UTAP rio Sangão

A UTAP rio Sangão está localizada na região leste do município de Forquilha, compreendendo área de 35,05 km<sup>2</sup> (19% da área total do município). O principal rio é o Sangão.

Os bairros e localidades que estão inseridos nesta UTAP são: Cidade Alta, Nova York, Ouro Negro, Passo São Roque, Santa Cruz, Santa Líbera, São José, Saturno, Vila Feltrin e Vila Franca.

Se não fosse a qualidade com que chega ao território de Forquilha, o rio Sangão poderia suprir as necessidades de abastecimento doméstico, industrial e agrícola do município. Importante ressaltar que os rios Sangão e Mãe Luzia recebem contribuição de drenagem de áreas degradadas pela mineração de carvão à montante do território de Forquilha, e que qualquer intervenção adotada com a finalidade de recuperá-los necessita ser realizada de forma integrada com os demais municípios.

No Anexo I apresenta-se o Mapa de Pavimentações (Cód. PSB2010DMD01-02) e o Mapa de Áreas com Risco de Inundação e Alagamento (Cód. PSB2010DMD02-02).

A Figura 52 apresenta a localização da UTAP rio Sangão.

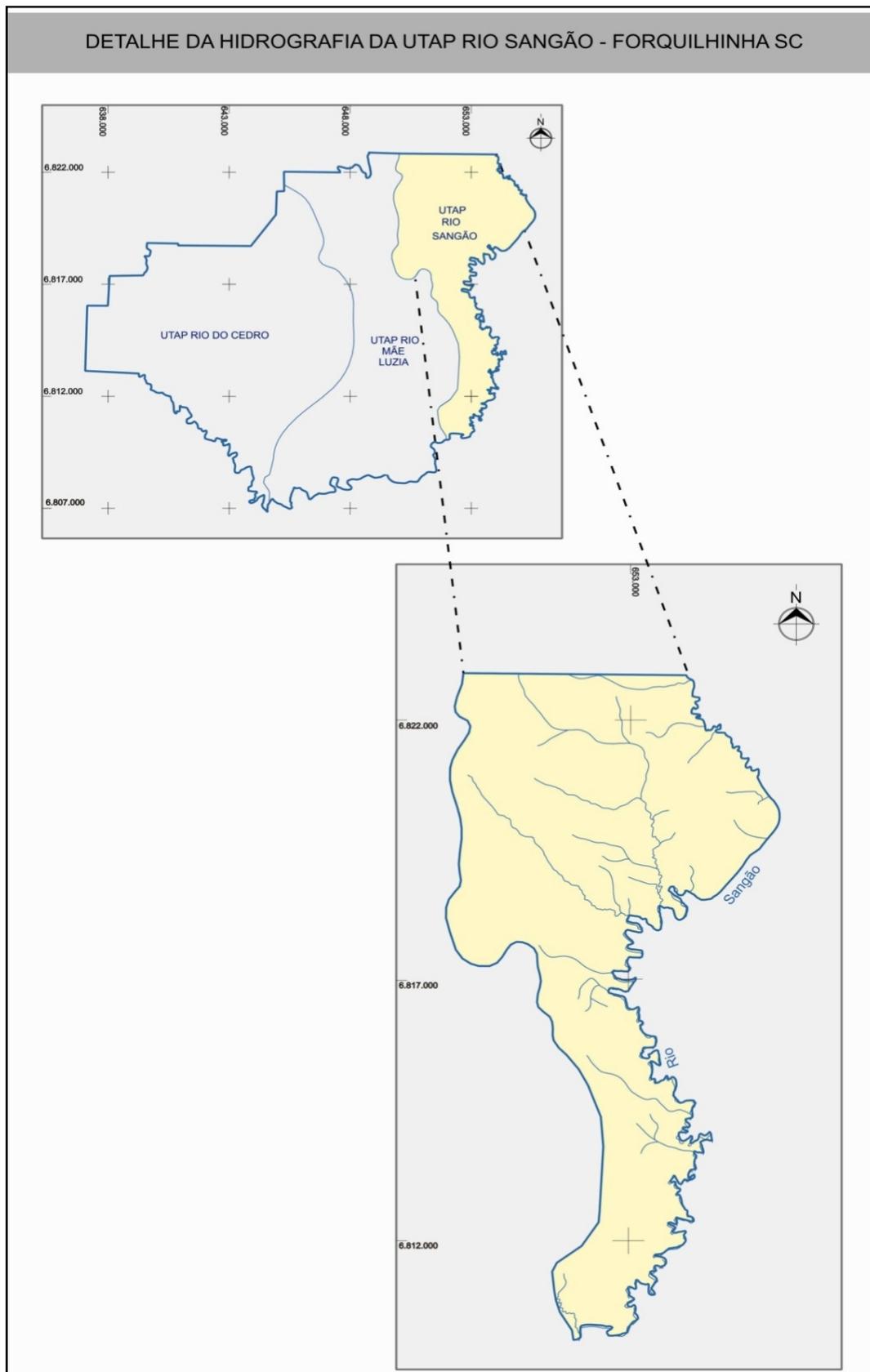


Figura 52 – Localização da UTAP rio Sangão.

### 7.3.1 Bairro Cidade Alta

As principais ruas do bairro Cidade Alta são pavimentadas com asfalto, há meio-fio e sistema de drenagem de águas pluviais. As vias secundárias não são pavimentadas, porém possuem drenagem pluvial. Este bairro é um dos mais prejudicados em épocas de cheias do rio Sangão.

No levantamento de dados em campo, pode-se observar o estado precário de algumas bocas de lobo, bem como a presença de resíduos sólidos urbanos causando obstrução (Figuras 53A e B).

Segundo informações levantadas na comunidade local, não há nenhum tipo de limpeza periódica das bocas de lobo, as quais não escoam eficientemente a água em dias de chuvas intensas, ocasionando o transbordamento.

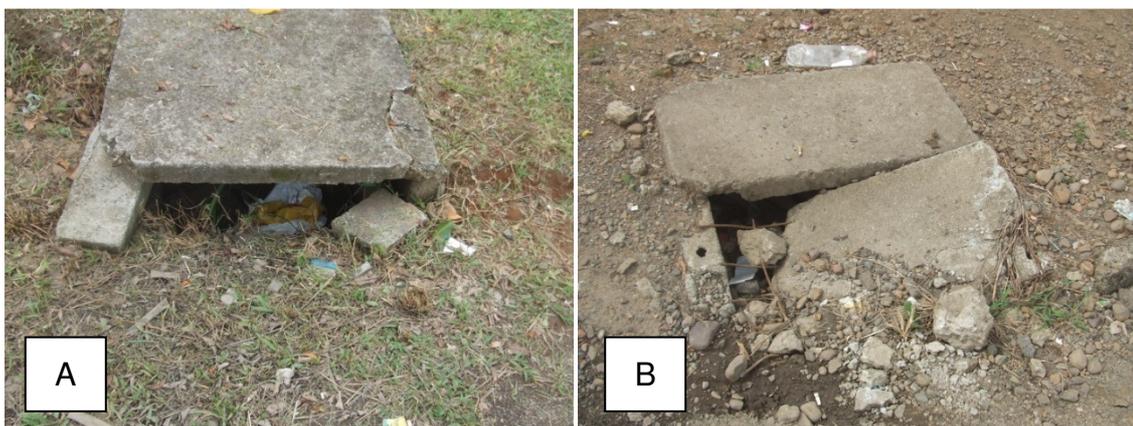


Figura 53 – A e B) Microdrenagens danificadas no bairro Cidade Alta. Fevereiro de 2010.

Na rua Brasil próximo ao cruzamento com a rua Beira Rio, foi observado esgoto doméstico sendo lançado diretamente na drenagem pluvial, como mostra a Figura 54A. Ao longo das margens do rio Sangão, no bairro Cidade Alta, ocorre a ocupação irregular por comunidades mais carentes (Figura 54 B).



**Figura 54 – A) Identificação de esgoto sanitário lançado na rede de drenagem; B) Ocupações irregulares no bairro Cidade Alta, abril de 2010.**

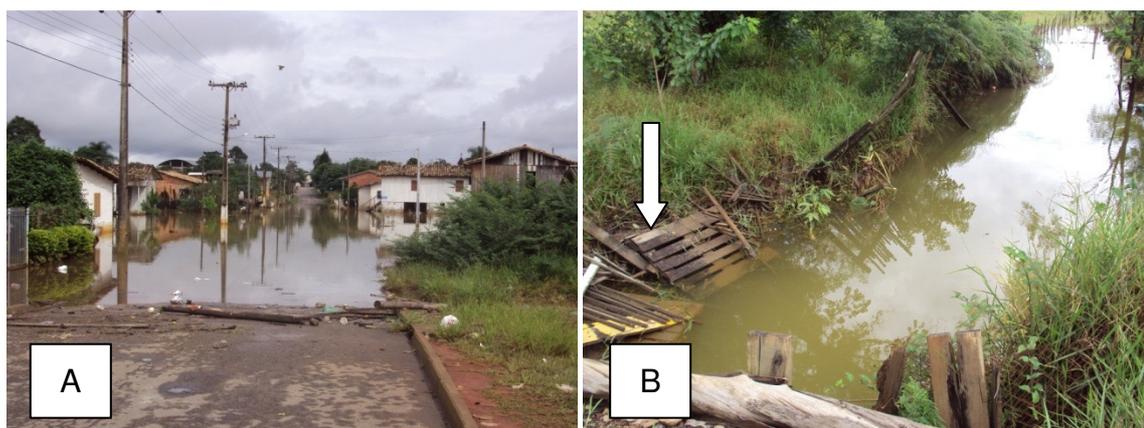
Na rua Brasil em cruzamento com a rua Nossa Senhora das Graças (ponto 1 da Figura 57) encontra-se um ponto crítico. Toda a água das ruas vizinhas se concentra neste local, onde é drenada para o rio Sangão, por vala aberta.

Na Figura 55A e B, pode-se verificar uma comparação com a marca do nível d'água no poste em época de estiagem e a gravidade do alagamento após quatro dias ininterruptos de chuva registrados no final do mês de março de 2010.



**Figura 55 – A) Identificação da marca d'água no poste em dias normais, fevereiro de 2010; B) Mesmo local em épocas de cheias, bairro Cidade Alta, abril de 2010.**

A Figura 56A mostra alagamento na rua Brasil ocorrido em função do represamento do rio Sangão. Um canal de macrodrenagem com obstrução é apresentado na Figura 56B.



**Figura 56 – A) Alagamento na Rua Brasil ocasionado em função do represamento do rio Sangão; B) Restos de madeira jogados na macrodrenagem, bairro Cidade Alta, abril de 2010.**

No mesmo local da Figura 56 há um sistema de drenagem, porém, quando o rio Sangão está em nível muito alto, o mesmo represa (ponto 2 da Figura 57) e a água recua pelos canais, alagando pontos mais vulneráveis no bairro.

Segundo informações de moradores locais, foi construída uma comporta na drenagem para evitar que as águas do rio Sangão retornassem pela mesma, o que inundava o bairro. Porém não funcionou. Um dos problemas é que o projeto não contempla um sistema de escoamento da água de montante, que acaba acumulando nas áreas mais baixas.

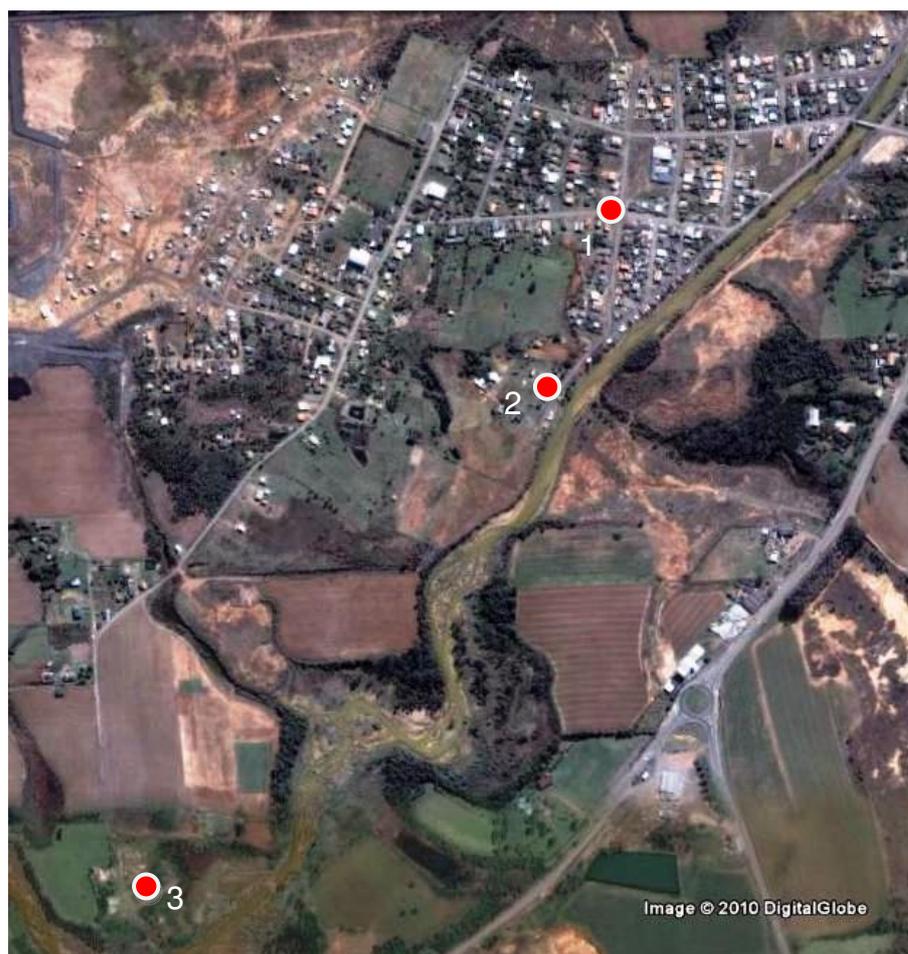


Figura 57 – Localização do bairro Cidade Alta. (Google Earth, 2010).

A equipe do IPAT/UNESC (2007) quando na realização do Projeto para o Desassoreamento e Revitalização do Rio Sangão diagnosticou nos limites do bairro Cidade Alta a presença de áreas sem cobertura vegetal e depósitos de rejeitos de mineração de carvão e também de um antigo lixão utilizado em conjunto pelas Prefeituras de Criciúma, Forquilha e Nova Veneza. Estas áreas quando expostas à ação de processos erosivos, lançam para o rio Sangão uma grande quantidade de sedimentos e efluentes que promovem a poluição do mesmo (Figura 58).



**Figura 58 – Vista da margem esquerda do rio Sangão, onde devido à ausência de vegetação ciliar está ocorrendo o carreamento de sedimentos. Fonte: IPAT/UNESC (2007).**

### **7.3.2 Bairro Nova York**

O bairro Nova York é um dos bairros que mais sofre com problemas de inundações, por estar situado na margem direita do rio Sangão e este, neste trecho, possui pouca declividade e ausência significativa de mata ciliar.

No Loteamento Dona Irene, conforme mostram as Figuras 59 e 60, na rua Celso Roque Forgiarini (ponto 1 da Figura 64) está o ponto mais crítico do bairro, onde o nível d'água chega a mais de 2 metros de altura em função do represamento do rio Sangão, mesmo possuindo drenagem pluvial adequada. Às margens desta rua, com coordenadas 652876 E e 6817900 N, corre um canal aberto tomado por vegetação que serve para escoamento das águas de superfície, e é por ele que se inicia a inundação de algumas ruas, quando há o aumento do nível e represamento do rio Sangão.



**Figura 59 – A) Comparação de área em dias secos, com a delimitação do canal de escoamento de águas pluviais, março; B) Mesmo local inundado após extravasamento do rio Sangão, bairro Nova York, abril de 2010.**



**Figura 60 – A) Comparação da marca do nível d'água em épocas normais em um muro localizado no bairro Nova York em fevereiro de 2010; B) No detalhe, mesmo local após inundação ocasionada pelo rio Sangão, em maio de 2010.**

As Figuras 61A e B mostram um ponto de inundação em Área de Preservação Permanente (APP) às margens do rio Sangão. As ruas neste local não possuem pavimentação e nem sistema de drenagem, porém, são áreas invadidas. Na Figura 61A pode ser observada a altura que a água atinge em épocas de cheias. O local com coordenadas 653061 E e 6817977 N está representado no ponto 2 da Figura 64.

As Figuras 62A, B, C e D registram a inundação ocorrida em maio de 2010, no bairro Nova York.

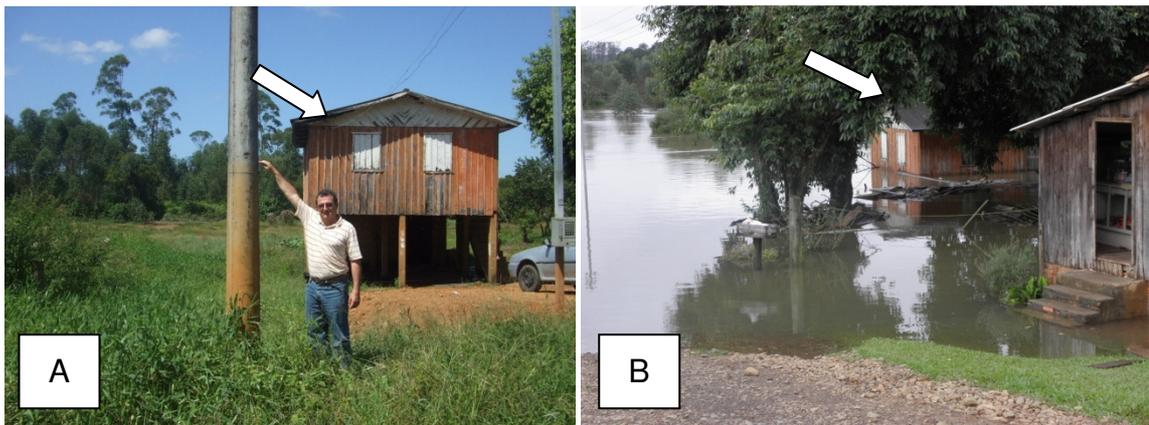


Figura 61 – A) Comparação da marca do nível d’água em épocas normais, março, 2010; B) Mesmo local após cheia do rio Sangão. No detalhe, uma residência em área invadida atingida pelas águas. Abril, 2010.



Figura 62 – Registros de inundações após dias intensos de pluviosidade em maio de 2010; A) Detalhe de famílias sendo retiradas de suas casas pelo Corpo de Bombeiros; B e C) Água invadindo residências; D) Extravasamento do rio Sangão. No detalhe, a localização da calha natural do rio. Bairro Nova York, maio de 2010.

No geral, a pavimentação das ruas no bairro é diversificada, possuindo vias asfaltadas, vias com lajota, vias com e sem meio-fio. Alguns locais possuem drenagem de águas pluviais, outros não. Foi identificado algumas bocas de lobo danificadas (Figura 63A e B).

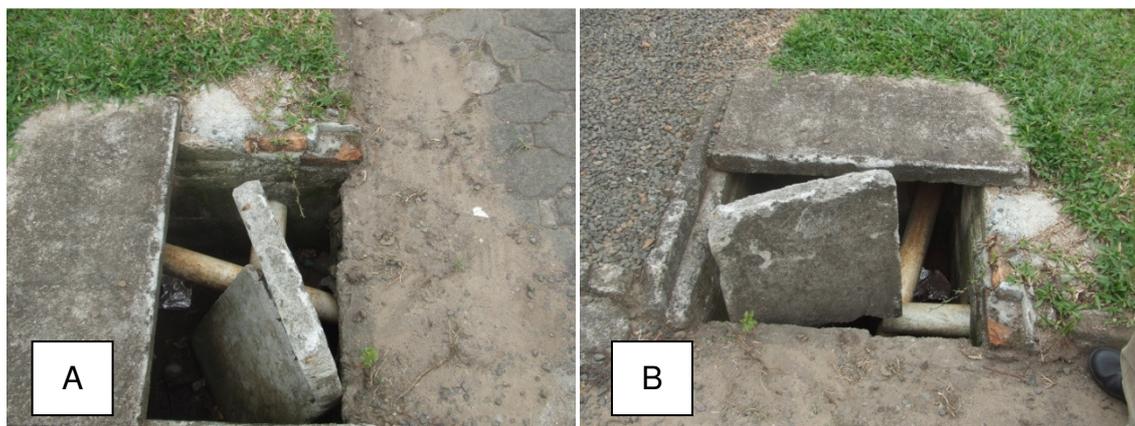


Figura 63 – A e B) Bocas de lobo danificadas no bairro Nova York. Fevereiro de 2010.

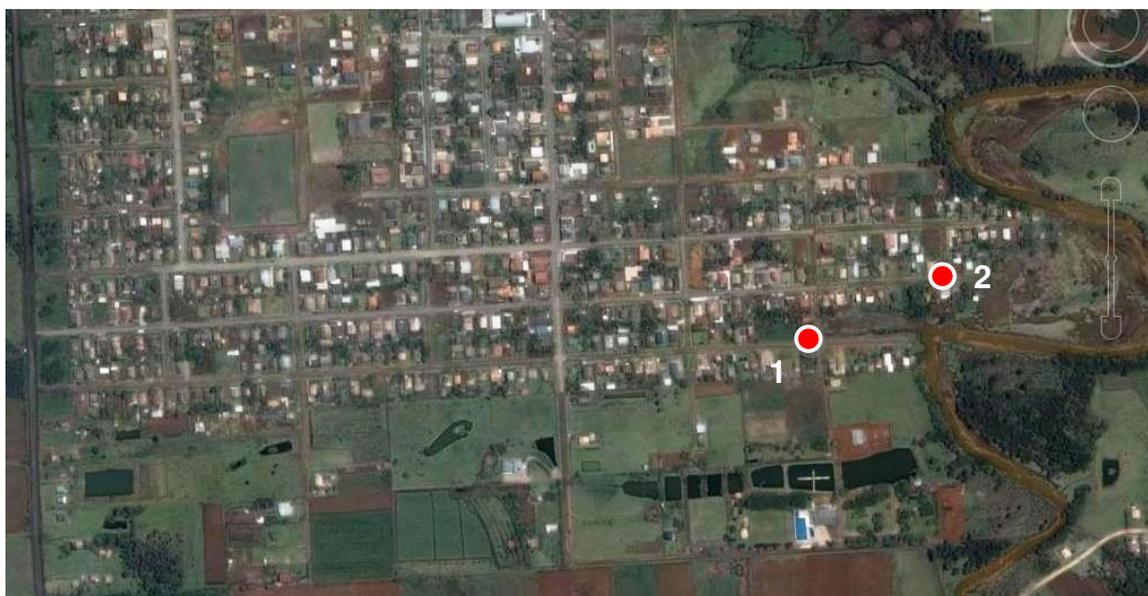


Figura 64 – Vista aérea do bairro Nova York (Google Earth, 2010).

### 7.3.3 Bairro Ouro Negro

O bairro Ouro Negro tem boa infraestrutura, tanto com relação à pavimentação das ruas, que na maioria são pavimentadas com asfalto e/ou lajota, como também em relação ao sistema de microdrenagem pluvial. No entanto sofre com frequentes alagamentos em função de que um canal de macrodrenagem, vindo dos bairros a montante, corta o bairro.

Na rua Francisco Ronchi em cruzamento com a rua 167, 7 de Setembro e adjacências, encontra-se uma região crítica de alagamento (Figura 65A e B). No entorno, encontra-se uma área com rejeito/estéril de mineração de carvão. Nesta área, com o represamento do rio Sangão, há alagamento no entorno do canal de

drenagem, invadindo ruas, residências e indústrias próximas.



**Figura 65 – A) Macrodrenagem sob a rua Francisco Ronchi, fevereiro de 2010; B) Mesmo local alagado após precipitações intensas ocorridas em maio de 2010. Coordenadas 652554 E e 6818354 N.**

O ponto de alagamento da rua Francisco Ronchi (ponto 1 da Figura 68) se estende para ruas adjacentes, inundando uma extensa área.

Foram identificadas algumas bocas de lobo, parcialmente obstruídas, com tampas destruídas e com esgoto doméstico sendo lançado na rede pluvial, devendo-se intensificar a fiscalização neste e nos demais bairros pela Vigilância Sanitária.

Por este bairro passa um canal que na maioria de seu trecho é aberto, fazendo com que a macrodrenagem deste e de bairros a montante, como a Vila Franca e Saturno drenem por estes locais, fato que intensifica o aumento de riscos de inundação no bairro (Figura 66A e ponto 2 da Figura 68 ).

Na Avenida 74 foi construído um pequeno açude (Figura 66B), onde encontra-se uma nascente de água cujo excesso de água corre para a macrodrenagem, que passa nas proximidades (ponto 3 da Figura 68).

A Figura 67 mostra um canal de macrodrenagem submerso no bairro Ouro Negro em maio de 2010.



Figura 66 – A) Macro drenagem; B) Açude localizado na Avenida 74, bairro Ouro Negro, março de 2010.



Figura 67 – Canal de macro drenagem submerso no bairro Ouro Negro, maio de 2010.

Avaliando as cotas do terreno ao longo do canal (planta de curvas de nível IPAT/UNESC, 2010) conclui-se que parte dos alagamentos no bairro decorrem de algumas drenagens que não estão dimensionadas para receber um volume grande de água e parte é em função do repressamento da água pelo rio Sangão.



Figura 68 – Vista aérea do bairro Ouro Negro (Google Earth, 2010).

### **7.3.4 Bairro Passo de São Roque**

Bairro com pouca habitação, é constituído quase na totalidade por rua pavimentada com asfalto, sem meio fio, onde há microdrenagem e é direcionada ao rio Sangão, que se encontra próximo do bairro.

Em períodos de grandes pluviosidades o nível do rio Sangão se eleva, represando canais, inundando rodovia, interditando o tráfego e atingindo o pátio de algumas residências e indústrias, como mostram as Figuras 69 e 70; e pontos 1, 2 e 3 da Figura 71 e no Mapa de Áreas com Risco de Inundação e Alagamento (Cód. PSB2010DMD02-02 – Anexo I).



**Figura 69 – Alagamento identificado na Rod. Gabriel Arns próximo ao cruzamento com a Rod. Vante Rovaris. Abril, 2010.**



**Figura 70 – A e B) Inundações provocadas pelo rio Sangão na rua Frederico Rosa de Souza. Maio de 2010.**

As tubulações e canais de escoamento a partir da Rod. Gabriel Arns em direção sul ao rio Sangão, passando nas proximidades do posto de combustível local, devem ser verificadas quanto ao seu estado de conservação.

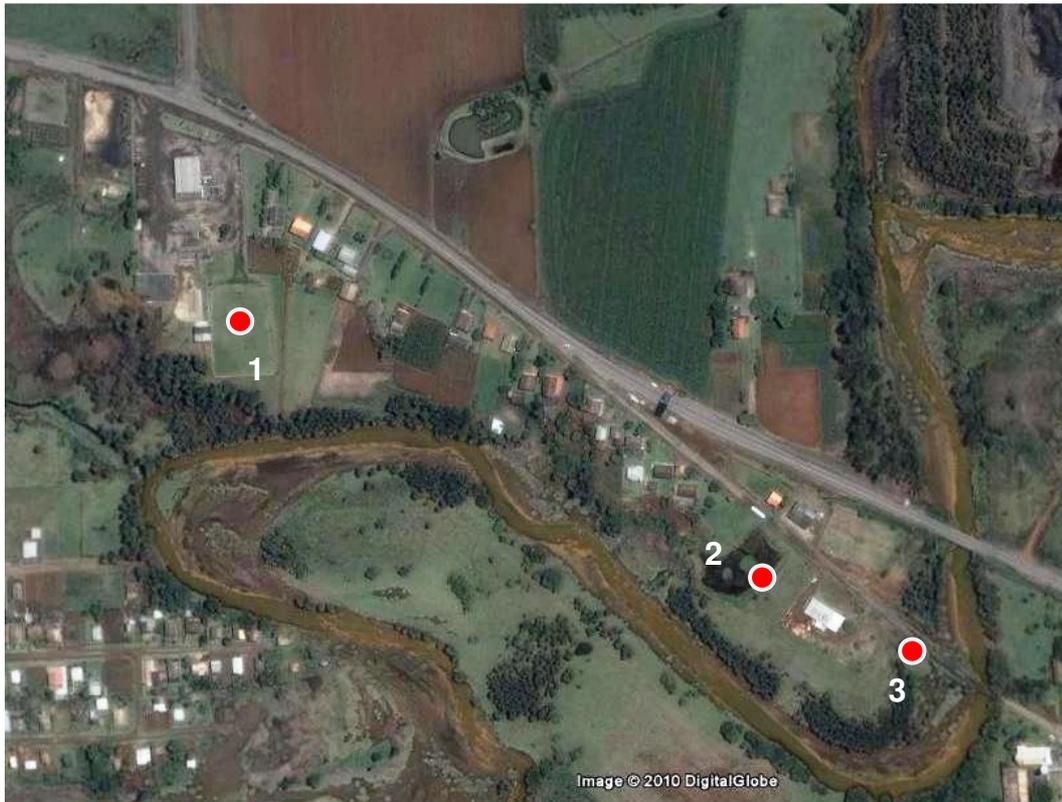


Figura 71 – Vista aérea do bairro Passo de São Roque (Google Earth, 2010).

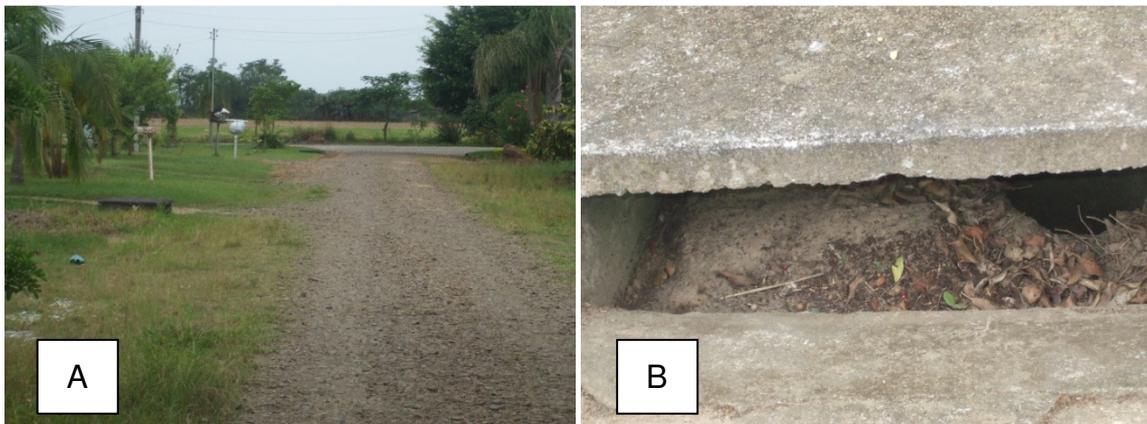
### 7.3.5 Bairro Santa Cruz

Este bairro é composto por vários loteamentos, sendo que na maioria deles a rede pluvial já se encontra implantada. A macrodrenagem é realizada por valas abertas, que recebem águas de loteamentos circunvizinhos, na maioria do município de Criciúma. A macrodrenagem direciona parte da água para o bairro Santa Líbera e parte para o bairro Vila Feltrin.

O Loteamento Rose (ponto 1 da Figura 77) não apresenta nenhum problema em relação ao sistema de drenagem urbana. As ruas principais possuem pavimentação de lajota com meio-fio. Algumas ruas secundárias não possuem pavimentação, mas possuem drenagem pluvial implantada. Toda a água deste bairro segue pela macrodrenagem para o bairro Santa Líbera, próximo ao aeroporto municipal Diomício Freitas.

No cruzamento da rua Dora Marangoni Brunelli com a rua Lucia Buratto Martins, segundo os moradores locais, existe alagamento durante grandes precipitações, mas que não chega a afetar as residências (Figura 72A).

Na rua Otilia Bressan Martins pode-se observar bocas-de-lobo parcialmente obstruídas por areia e sedimentos, esgotando a caixa de acúmulo (Figura 72B).



**Figura 72 – A) Cruzamento da Rua Dora Marangoni Brunelli com a Rua Lucia Buratto Martins onde ocorrem alagamentos; B) Boca-de-lobo obstruída na Rua Otilia Bressan Martins. Bairro Santa Cruz, março de 2010.**

No Loteamento Sampaio (ponto 2 da Figura 77) e no Loteamento Ana Spilere (ponto 3 da Figura 77), parte do sistema de drenagem e captação de águas pluviais está executado e parte se encontra em execução (Figura 73A) sendo que nestas ruas não há pavimentação asfáltica, apenas com seixos rolados.

A macrodrenagem nestes loteamentos é realizada por canais abertos (Figura 73B) e também recebe contribuição da drenagem de áreas próximas.



**Figura 73 – A) Execução de obras de drenagem; B) Canal de macrodrenagem. Bairro Santa Cruz, março de 2010.**

Um ponto crítico foi identificado no Loteamento Los Angeles (ponto 4 da Figura 77), sendo um local onde o sistema de microdrenagem está em implantação e se não for monitorado, pode sofrer futuramente com alagamentos em épocas de grandes precipitações, pois ainda recebe contribuição do município de Criciúma.

Tanto no Loteamento Los Angeles como no Loteamento Rose, as águas superficiais escoam por canal aberto de macrodrenagem (Figura 73B) para o bairro Santa Líbera. Na Figura 74 observa-se o aumento do nível do canal e as marcas pela vegetação que o cerca.

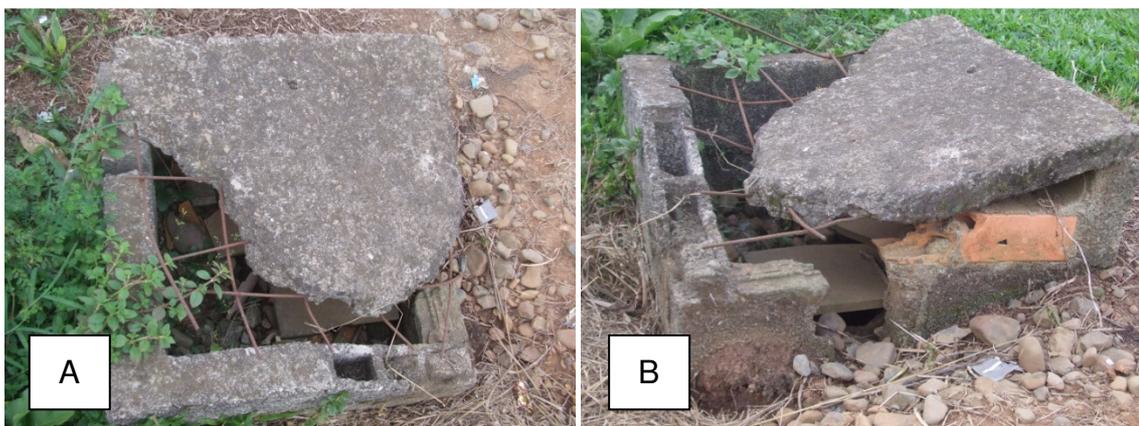


**Figura 74 – Canal de macrodrenagem no bairro Santa Cruz afetado pelas cheias em maio de 2010.**

O Loteamento Los Angeles também não possui todo o sistema de drenagem completo, visto que somente as ruas principais possuem canais abertos de drenagem, e conseqüentemente, presença alagamentos.

Na rua Josephina Lodetti Vassoler há um canal aberto, com estrutura de alvenaria, que recebe contribuição do bairro São Defende e Mãe Luzia, de Criciúma. As ruas principais tem pavimentação com lajota e meio fio, algumas ruas não possuem este tipo de pavimentação, mas possuem sistema de drenagem pluvial. Foram identificadas bocas de lobo danificadas e parcialmente obstruídas.

As Figuras 75A e B apresentam boca de lobo danificada no bairro Santa Cruz.



**Figura 75 – A e B) Boca de lobo danificada no bairro Santa Cruz, março de 2010.**

Outro loteamento existente, o Atlanta, possui sistema de drenagem pluvial, tanto nas ruas com pavimentação com lajotas como nas ruas sem pavimentação. Neste loteamento as bocas de lobo observadas se encontravam limpas e em bom estado de conservação (Figura 76A).

O Loteamento Califórnia (ponto 5, Figura 77) tem grande percentual de rede de microdrenagem implantada, estando quase suprido pelo sistema de captação e escoamento de águas superficiais. As ruas estão quase todas pavimentadas com asfalto, sem meio fio. Nas ruas sem pavimentação e/ou com seixos rolados, há drenagem implantada (Figura 76B). Algumas bocas de lobo estão parcialmente obstruídas.

No final da rua João José Bento há um ponto de alagamento, mas que não chega afetar as residências. Segundo moradores, o alagamento leva pouco tempo para escoar, após cessar a chuva.



**Figura 76 – A) Microdrenagem em bom estado de conservação no Loteamento Atlanta; B) Rua sem pavimentação com drenagem implantada no Loteamento Califórnia. Bairro Santa Cruz, março de 2010.**

Este bairro não tem grandes problemas com alagamentos, mas pode vir a ter, se não for tomado um cuidado especial, principalmente com as macrodrenagens, uma vez que atravessam o interior de loteamentos, podendo ter suas sessões facilmente comprometidas devido aos aterros e/ou construções, além de receberem contribuição de uma microbacia com área considerável. Pode-se observar que nos dias de grandes precipitações algumas drenagens não oferecem vazão suficiente de escoamento, fazendo com que a água possa invadir ruas.



Figura 77 – Vista aérea do bairro Santa Cruz (Google Earth, 2010).

### 7.3.6 Bairro Santa Líbera

A Rodovia Vante Rovaris é o acesso principal do bairro Santa Líbera. Por ela passa um córrego/canal de macrodrenagem que seguindo seu curso, passa sob a pista do Aeroporto Regional Diomício Freitas, desaguardo em uma área alagada originada pela atividade de mineração de carvão. A tubulação existente sob a pista

do aeroporto é insuficiente para a quantidade de vazão do canal local em épocas críticas.

A Figura 78A mostra o canal de macrodrenagem na Rod. Vante Rovaris em dias normais. A Figura 78B apresenta o detalhe da localização do canal na rodovia e as Figuras 78C e D o mesmo local em épocas de intensas pluviosidades, identificando sérios riscos de inundações, com coordenadas 653262 E e 6821458 N; ponto 1 da Figura 79.



**Figura 78 – A) Canal de macrodrenagem na Rod. Vante Rovaris; B) Detalhe da localização do canal na Rodovia, março de 2010; C e D) Mesmo local em época de precipitações intensas ocorrida em maio de 2010. Bairro Santa Líbera, próximo ao aeroporto.**

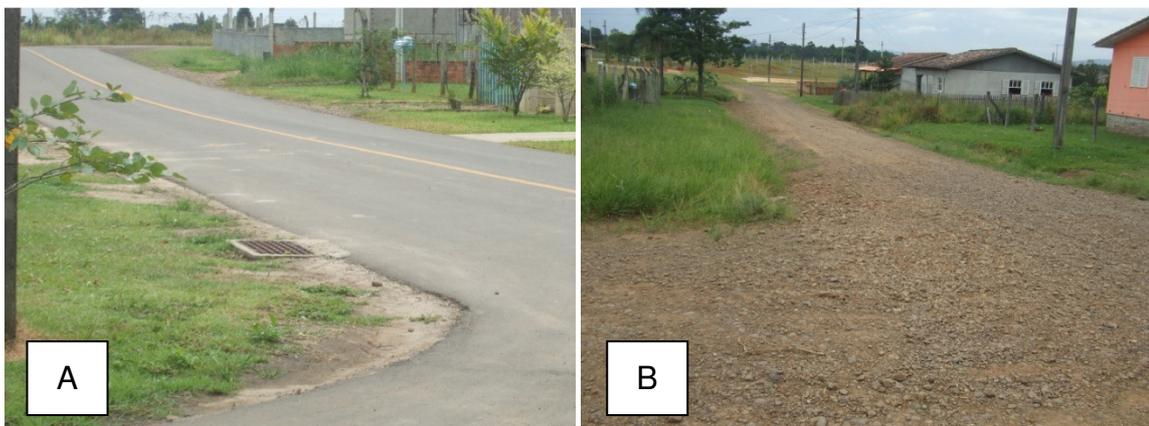
Em época de grandes precipitações, como a ocorrida em 12/05/2010, o córrego recebe uma grande quantidade de água que é represada pela drenagem insuficiente sob a pista do aeroporto, e também pelo aumento do nível da área alagada (ponto 2 da Figura 80), ocorrido em função da falta de um canal com capacidade adequada para dar escoamento rápido às águas.

Este canal citado, da área alagada em direção ao rio Sangão, estará em execução por projeto das Carboníferas da região, como medida compensatória pelos

impactos ambientais gerados por sua atividade.

Tanto nas margens da rodovia, como na rua Adelina Rosa Bosa Burigo, os alagamentos além de interditar as rodovias também alagam algumas casas, trazendo prejuízos e danos à população.

As ruas principais do bairro são pavimentadas com asfalto, sem meio fio, com bocas de lobo simples tipo grelha. As ruas secundárias são revestidas com seixos rolados, e também possuem drenagem implantada (Figura 79).



**Figura 79 – A e B) Vistas dos tipos de pavimentações e microdrenagens do bairro Santa Líbera, março de 2010.**

Neste bairro está implantado um Núcleo Industrial cujo acesso é realizado por estrada revestida com seixos rolados e a drenagem é feita a céu aberto. Em proximidade com o limite do município de Criciúma/SC está localizado um antigo lixão (ponto 3 da Figura 80).



Figura 80 – Vista aérea do bairro Santa Líbera. (Google Earth, 2010).

### 7.3.7 Bairro Saturno

Este bairro possui microdrenagem em quase que sua totalidade. Aproximadamente a metade das ruas tem pavimentação asfáltica, algumas com pavimentação em lajota e o restante sem pavimentação, com revestimento com seixos. Apenas as ruas lajotadas possuem meio fio.

As Figuras 80A, B, C e D apresentam a localização do ponto crítico que se localiza na Rua 25 de Dezembro, próximo ao cruzamento com a rua dos Ipês. Na margem desta rua existe um canal aberto que faz a macrodrenagem de parte do bairro, sendo que neste ponto, toda água é direcionada para um trecho com tubulação fechada, que segundo entrevistas com moradores locais, tem incidência de inundações em épocas de precipitações pluviométricas intensas, levando a indicação de drenagem subdimensionada ou obstruída. Esta situação foi comprovada *in loco* nas cheias do dia 13/05/2010 (ponto 1 da Figura 85).



**Figura 81 – A) Localização de canal de macrodrenagem no Loteamento Barbieri, fevereiro de 2010; B) Imagem de inundação cedida por moradora local; C e D) Mesmo ponto de alagamento no Loteamento Barbieri, bairro Saturno, maio de 2010. Coordenadas 651111 E e 6819288 N.**

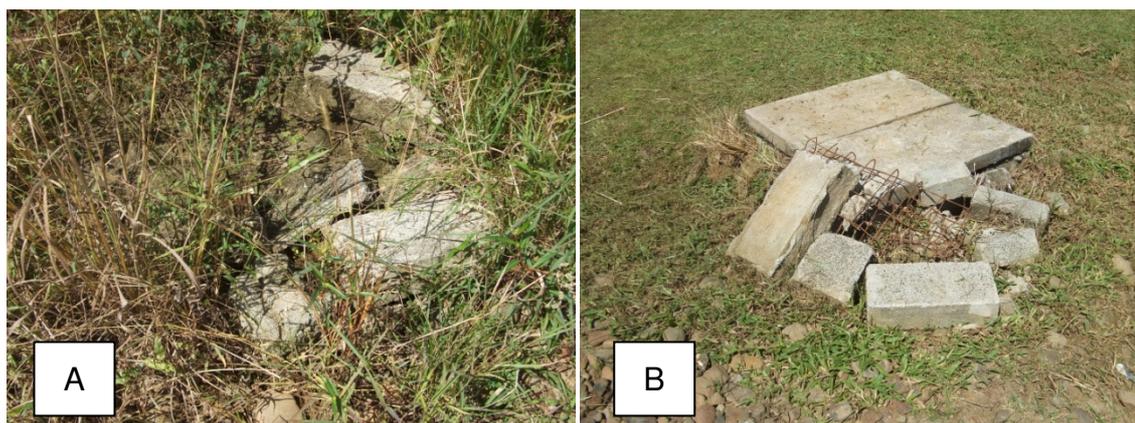
O bairro apresenta uma topografia plana, sendo cortado e contornado por alguns canais abertos que fazem a macrodrenagem, sendo nestes pontos a maior possibilidade de alagamento.

Na rua João Pedro Saturno, no canal de irrigação de arroz (ponto 4 da Figura 85), pode ser identificado o depósito de lixo e esgoto sanitário, sendo que o mesmo segue pelo interior do Parque Ecológico Municipal (Figuras 82A e B).



**Figura 82 – A) Canal de irrigação localizado na rua João Pedro Saturno; B) Detalhe de presença de lixo no mesmo canal. Bairro Saturno, fevereiro de 2010.**

As Figuras 83A e B mostram exemplo de bocas de lobo obstruídas e destruídas no bairro. No Loteamento Dona Adelina algumas ruas são pavimentadas outras não.



**Figura 83 – A e B) Bocas de lobo danificadas no bairro Saturno, fevereiro de 2010. Coordenadas 650569 E e 6819132 N.**

Na Rodovia Gabriel Arns, da rua dos Manacás em direção a rua das Arroeiras (ponto 2 da Figura 85) as águas pluviais escoam a céu aberto carregando material sedimentoso do acostamento das ruas, visto que a maioria não possui meio-fio. A Figura 83 mostra um ponto de alagamento. Não foi detectada drenagem e/ou bocas de lobo suficientes que pudessem fazer a drenagem correta desta área (ponto 3 da Figura 85).



Figura 84 – Ponto de alagamento no Rod. Gabriel Arns, março de 2010.

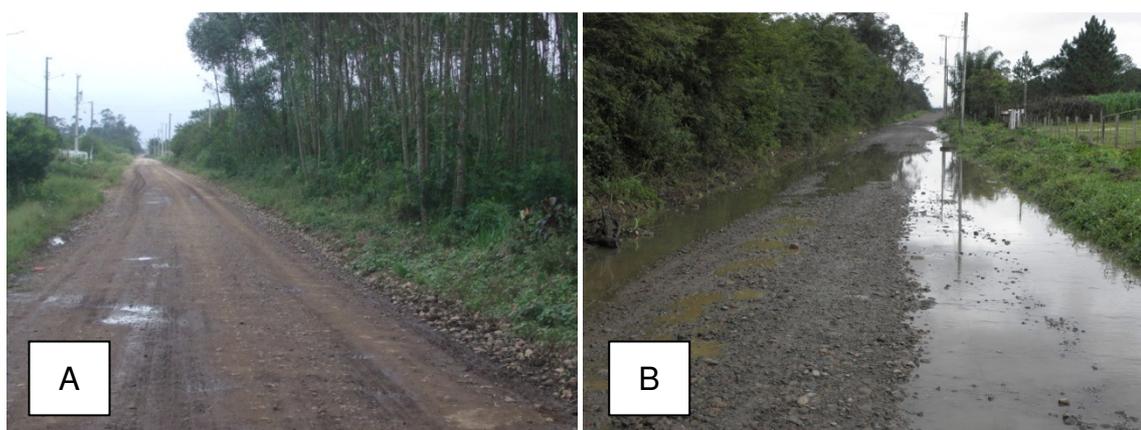


Figura 85 – Vista aérea do bairro Saturno. (Google Earth, 2010).

### 7.3.8 Bairro Vila Feltrin

Este bairro é praticamente formado por parte da rua José Feltrin, que é revestida com seixo rolado e um trecho da Avenida Vante Rovaris que tem pavimentação asfáltica.

Segundo moradores, em épocas de grandes precipitações acontecem alagamentos na rua José Feltrin (ponto 1 da Figura 88), com o transbordamento do canal que vem do bairro Santa Cruz, com a contribuição das drenagens que servem para irrigação de plantações de arroz da região (Figura 86A e B).



**Figura 86 – Comparação da rua José Feltrin em dias normais (fevereiro de 2010) e em dias de intensas precipitações (maio de 2010).**

Nas margens da Rodovia Vante Rovaris ocorre um ponto de inundação. No lado oeste localiza-se um canal que recebe drenagem do bairro Santa Cruz (Figura 87A). No lado leste, à jusante do canal, existe um açude particular que foi criado a partir do represamento de um córrego natural (Figura 87B) que é inundado quando o rio Sangão aumenta seu nível, invadindo as margens, como o ocorrido em 13/05/2010.

O açude particular (Figura 87C) contribui para dificultar o escoamento superficial das águas que vem do canal, porém, não é o único responsável pela inundação das residências, conforme mostra a Figura 87D. A inundação das margens do rio Sangão juntamente com a limitação do dimensionamento do bueiro, provocam os alagamentos nas margens do canal da Vila Feltrin.

Como solução, o leito do canal deveria ser desviado do açude e o bueiro sob a rodovia redimensionado, minimizando os danos em função do alagamento neste local e à montante do mesmo.

Como as águas de montante passam pelo bairro Santa Cruz, pode estar sendo contaminada por esgoto doméstico, que provoca reclamações do proprietário do açude, coordenadas 653848E e 6822661N.

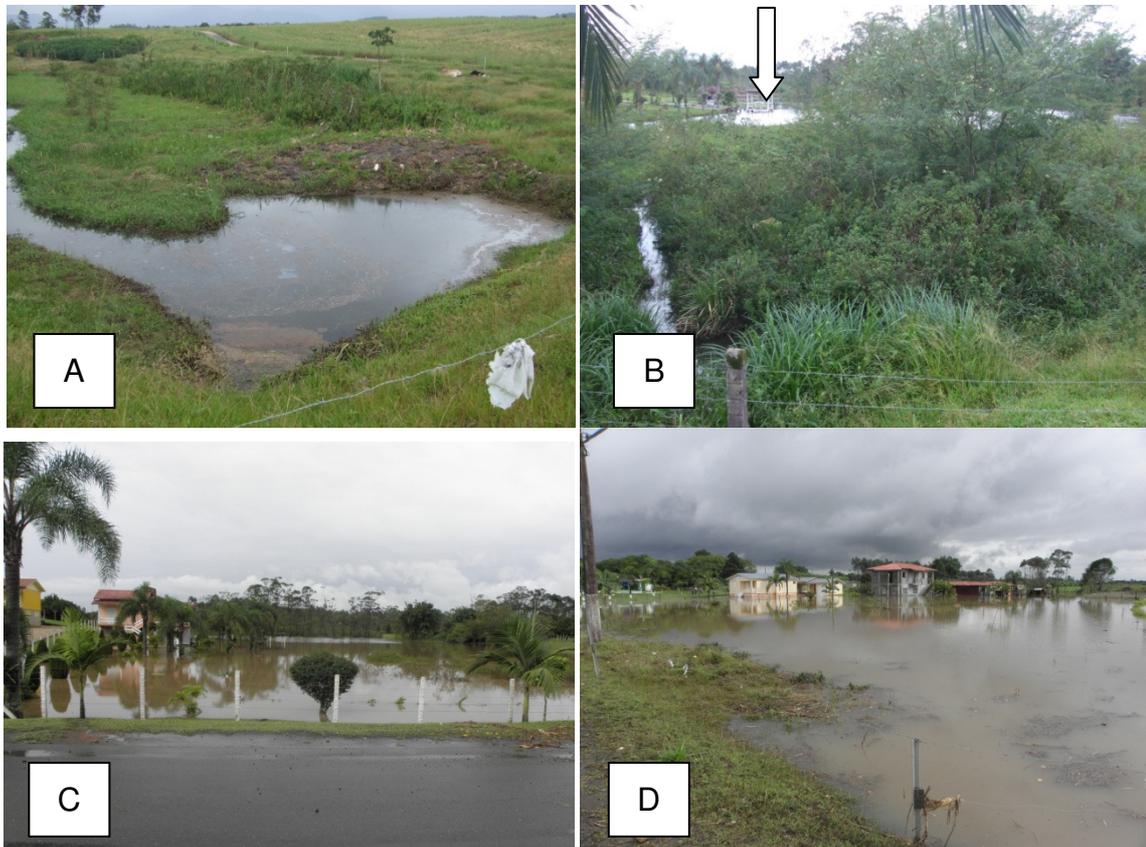


Figura 87 – A) Canal que recebe drenagem do bairro Santa Cruz em dias normais; B) Detalhe do açude na margem leste da Rod. Vante Rovaris, em nível normal; C) Mesmo açude em época de cheia; D) Canal em dias de cheia, invadindo residências.



Figura 88 – Localização do bairro Vila Feltrin. (Google Earth, 2010).

### 7.3.9 Bairro Vila Franca

Este bairro é cortado por duas rodovias estaduais asfaltadas: Rod. Gabriel Arns e Rod. Josephina Lodetti Vassoler. Boa parte das ruas deste bairro não são pavimentadas, sendo apenas revestidas com seixos. Algumas possuem pavimentação asfáltica e sem meio fio. Praticamente todas as ruas são servidas de drenagem pluvial, porém há bastante carreamento de material para as bocas de lobo, em função das ruas não serem contempladas com meio fio e falta de pavimentação (Figura 89A).

Este bairro apresenta vários pontos com problemas de alagamento por ser cortado por macrodrenagens, que além de fazerem o escoamento das águas de superfície do bairro, recebem contribuição de outros locais, gerando pontos críticos.

Na rua Venício Vassoler com a rua das Grevíleas, há o encontro das drenagens abertas que vem do bairro Saturno e do Loteamento Barbieri. Deste ponto partem juntas em uma única drenagem, coordenadas 651535 E e 6818938 N (Figura 89B).



**Figura 89 – A) Rua sem pavimentação; B) Canal de macrodrenagem. Bairro Vila Franca, março de 2010.**

O lugar de encontro das drenagens superficiais dos bairros Saturno, Santa Cruz e Vila Franca - coordenadas 651922 E e 6818844 N - é no trevo da rota da mina (Rua 267 com Rodovia Gabriel Arns). A partir deste ponto ela segue por canal aberto pelo bairro Ouro Negro indo em direção ao rio Sangão. O canal que vem de Santa Cruz tem contribuição de rejeito de carvão.

A Figura 90A mostra o canal em dias normais e a Figura 90B o mesmo canal em dias de precipitação intensa.



**Figura 90 – A) Ponto de encontro das drenagens no bairro Vila Franca em fevereiro de 2010; B) Mesmo canal após dias de chuva intensa em maio 2010.**

Na rua Adirço Colonetti (ponto 2 da Figura 93) passa um canal aberto que recebe contribuição de drenagem do bairro Santa Cruz. Neste canal foram identificados esgoto sanitário e lixo urbano. Quando as vazões e o nível do canal aumentam devido às intensas chuvas, o mesmo transborda e interdita a estrada,

colocando em risco de alagamento algumas residências (Figuras 91A, B, C e D).



**Figura 91 – A e B) Canal de macrodrenagem em dias normais, fevereiro de 2010; C e D) Mesmo canal em dias de cheias, provocando extravasamento, maio de 2010. Bairro Vila Franca.**

Ao longo do canal aberto que vem do bairro Santa Cruz, há algumas regiões que sofrem com alagamento. Isto pode ser confirmado nos dias 12 e 13/05/2010, após intensa precipitação ocorrida no município. Como pode ser evidenciado na Figura 92, o alagamento inicia, na Rod. Josephina Lodetti Vassoler, na altura da rua Adirço Colonetti passando por outras ruas, até chegar na Rod. Gabriel Arns (sequência dos pontos 2-5-4-1 da Figura 93). Analisando o mapa planialtrimétrico (IPAT/UNESC, 2010) do município de Forquilha, conclui-se que os problemas dos alagamentos nesta região são por deficiência no sistema de macrodrenagem. Seja por canal ou drenagem sub dimensionado, ou por obstrução dos mesmos.



**Figura 92 – A e B) Canal e ponto de alagamento na Rua 123 em cruzamento com a Av. 56 em dias normais e com alagamento; C e D) Alagamento na Rod. Josephina Lodetti Vassoler em cruzamento com a Rua 12 de Outubro, em maio de 2010.**

A Figura 92 mostra um alagamento que tem início ainda no bairro Saturno, no ponto 1 da Figura 93. O canal deste ponto segue pelo bairro Vila Franca e passando pela rua 123 (ponto 3 da Figura 93) ocasiona os transtornos evidenciados pela figura acima. Esse canal de drenagem segue pela rua das Grevíleas e vai desembocar no ponto 1 da Figura 93.



Figura 93 – Localização do bairro Vila Franca. (Google Earth, 2010).

### ***7.3.10 Localidade São José***

A localidade São José é uma vila rural situada às margens do rio Sangão, tendo acesso pela Rodovia Municipal São José, revestida com seixos rolados.

Pelo acesso sul da localidade, a partir da SC-446 (Figura 94A), encontra-se um ponto crítico. Em épocas de intensas precipitações, os alagamentos mostram-se evidentes, originando sérios danos tais como a interdição total da estrada, principal via de acesso à localidade (ponto 3 da Figura 98). Fatos como esse ocorrem devido à falta de um sistema de drenagem de águas superficiais e/ou obstrução dos canais de drenagem, impedindo o escoamento superficial. Neste mesmo local em épocas de precipitações extremas há inundação pelas águas do rio Sangão (Figura 94B).



**Figura 94 – A) Estrada principal de acesso (RM São José) onde ocorre alagamento; B) Rio Sangão próximo à localidade.**

Próximo à São José encontram-se empresas de mineração de carvão. Foi identificado um canal de escoamento de águas à jusante do depósito de rejeito de uma das carboníferas (Figura 95A), o mesmo recebendo água oriunda do sistema de tratamento de efluentes. Na Figura 95B pode-se observar que não há indícios efetivos de contaminação por drenagem ácida de minas (ponto 2 da Figura 98).



**Figura 95 – A) Ponto de análise de água a jusante do depósito de rejeito de mineração de carvão, com indicação do depósito ao fundo; B) Canal que conduz a água ao rio Sangão. Localidade São José, março de 2010.**

Partindo da localidade São José em direção ao Norte do município, há um ponto crítico de alagamento, apresentado na Figura 96, ocasionado pelo represamento do rio Sangão e pela concentração de chuvas intensas em curtos períodos de tempo, interditando a estrada (ponto 1 da Figura 98) e isolando algumas comunidades locais. Por este ponto passa um canal de drenagem de águas de outra empresa mineradora da região, no qual foi observado, através dos sedimentos acumulados no corpo hídrico, indícios de contaminação de rejeito piritoso.

Conforme relato de moradores locais, a atividade de mineração de carvão ocasionou sérios danos ambientais, tais como rebaixamento do solo, diminuição da qualidade, e até esgotamento, dos poços de abastecimento de água.



**Figura 96 – Local de inundação pelo rio Sangão com indicação do nível de cheia máxima. Maio, 2010.**

Ao sul da localidade São José há acesso para o município de Criciúma, através do bairro Verdinho. A divisa dos municípios é o rio Sangão, sendo este ponto um local frequente de inundação devido ao aumento do nível d'água do rio, extravasando e causando interdição de estradas, conforme ponto 4 da Figura 98.

O Projeto De Revitalização e Desassoreamento do Rio Sangão (IPAT/UNESC, 2007) caracteriza a extensão do rio na divisa com a localidade São José, e apresenta o seguinte diagnóstico: “Os agroecossistemas ocorrem de maneira pontual, sendo observados apenas em alguns locais. Nestes pontos o cultivo agrícola avança sobre a área legal de APP, deixando as margens do rio sem devida proteção”. A Figura 96 mostra a vista do rio Sangão na Localidade São José.

As áreas de agroecossistemas dividem espaço com pastagens e áreas sem vegetação ciliar. Estes ambientes não respeitam o limite legal da APP, sendo geralmente encontrados dentro da faixa de 50 metros destinada a preservação legal.



Figura 97 – Vista do rio Sangão em São José; ao fundo área de cultivo agrícola (agroecossistemas) às margens do rio. Fonte: IPAT/UNESC, 2007.

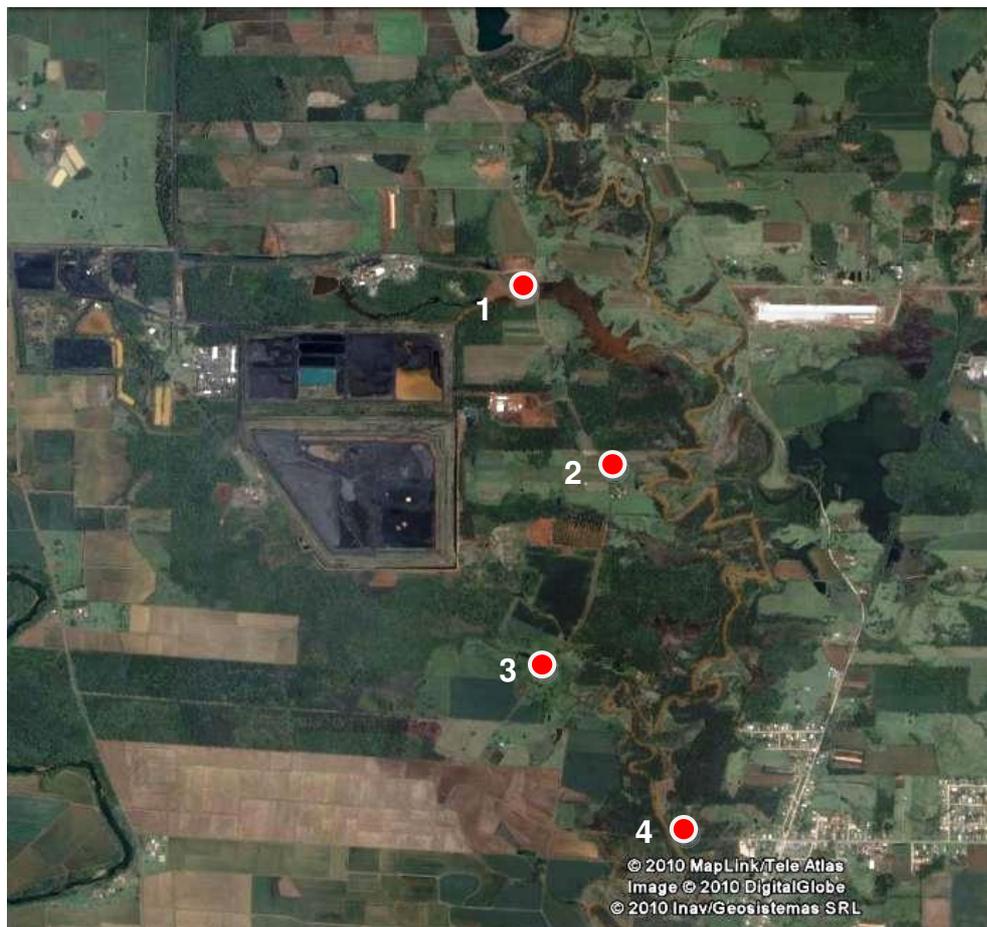


Figura 98 – Vista aérea da localidade rural São José. (Google Earth, 2010).

A Tabela 3 apresenta os pontos críticos de alagamento/inundação na UTAP rio Sangão.

**Tabela 3 – Pontos críticos de alagamento e inundação na UTAP rio Sangão.**

Bairro/Localidade	Coordenadas	Descrição/Localização
Cidade Alta	655041 E / 6819550 N	Rua Brasil em cruzamento com a rua Nossa Senhora das Graças
Nova York	652876 E / 6817900 N	Rua Celso Roque Forgiarini em cruzamento com Av. 76
	653061 E / 6817977 N	Av. 82
Ouro Negro	652554 E / 6818354 N	Rua Francisco Ronchi
	653023 E / 6818416 N	Rod. Gabriel Arns em Cruzamento com a Av. Vante Rovaris
Passo de São Roque	653512 E / 6818029 N	Rua Frederico Rosa de Souza
Santa Líbera	653262 E / 6821458 N	Av. Vante Rovaris (próximo ao Aeroporto)
	653350 E / 6820884 N	Rua Adelina Rosa Bosa Búrigo (cruzamento com lagoa)
Saturno	651046 E / 6819247 N	Rua 25 de dezembro, próximo ao cruzamento com a rua dos Ipês
Vila Feltrin	653848 E / 6822661 N	Av. Vante Rovaris
Vila Franca	651280 E / 6819189 N	Av. 56 em cruzamento com rua 123
	651492 E / 6819339 N	Rod. Josephina Lodetti Vassoller em cruzamento com Rua 1° de Maio
São José	653410 E / 6814679 N	Rod. Municipal São José (próximo as Carboníferas)
	653863 E / 6812480 N	Rod. Municipal 476 (próximo ao bairro Verdinho/Criciúma-SC)

## **8 GESTÃO DAS OBRAS DE DRENAGEM PLUVIAL**

A gestão das obras, manutenção e execução do sistema de drenagem pluvial do município é de responsabilidade da Secretaria de Obras e Desenvolvimento Urbano.

### **8.1 Despesas com manutenções e obras de drenagem pluvial**

Foram solicitados à Secretaria de Obras e Desenvolvimento Urbano os custos referentes à execução de obras de drenagem urbana e informações sobre gastos em manutenção para o período atual e dos últimos 3 anos (2007, 2008, 2009). Também foram solicitados os orçamentos previstos para investimento em drenagem para os próximos anos, porém apenas foram disponibilizados os custos de execução dos anos anteriores.

De acordo com a previsão anual da Prefeitura Municipal, cerca de 70% de todo o montante de material e obras licitado em relação à execução de drenagem pluvial, tendo como base o ano de 2009, foi realizado. Em valores, significam investimentos na ordem de R\$ 650.000,00.

A Lei nº 1.481 de 18 de Setembro de 2009 dispõe sobre o Plano Plurianual do Município de Forquilha (PPA) para o quadriênio 2010/2013 e estabelece os objetivos e metas da administração municipal para o financiamento de recursos, despesas de capital e outras programações referentes às atividades competentes. Os recursos previstos serão apresentados no Plano de Saneamento Básico, que integrará as informações para todos os setores do saneamento.

## 9 PLANOS, PROGRAMAS E PROJETOS

Estão evidenciados neste capítulo os Planos, Programas e Projetos em desenvolvimento, e já desenvolvidos, com objetivo de integrar os mesmos com o Plano de Saneamento Básico do município de Forquilha.

- ✓ Plano Diretor do Município de Forquilha – SC;
- ✓ Plano Municipal de Habitação;
- ✓ Relatório do Projeto para desassoreamento e revitalização do rio Sangão. Fase I Projeto Emergencial (IPAT, 2007);
- ✓ Projeto de Desassoreamento e Revitalização do rio Sangão (IPAT/UNESC, 2010/PMF).

## 10 ANÁLISE DO PLANO DIRETOR DE FORQUILHINHA

No Plano Diretor estão relatados os principais pontos sobre os Recursos Hídricos do município de Forquilhina, bem como um parecer superficial da qualidade da água das principais bacias hidrográficas.

O Plano Diretor Municipal (PDM) deve contribuir para a solução de problemas como a falta de planejamento urbano, buscando orientar e disciplinar a expansão demográfica e o uso e ocupação do solo. O PDM pode se tornar um instrumento de planejamento e gestão, levando a criação de uma legislação de zoneamento, uso e ocupação do solo, que resulte em políticas claras e objetivas de desenvolvimento.

Para efeito de organização territorial da cidade, no capítulo II, artigo 10, o município estabelece divisão em: Zona Urbana, Zona de Expansão Urbana e Zona Rural.

No parágrafo 9º, as áreas verdes são caracterizadas pela cobertura vegetal permanente e são basicamente destinadas a reservas ecológicas com função de manutenção do equilíbrio do ambiente urbano, e as demais, destinadas à proteção e ornamentação de acompanhamento do sistema viário.

O capítulo III menciona as diretrizes de normas de ocupação e aproveitamento do solo onde os loteamentos aprovados deverão cumprir todas as exigências de implantação e infraestrutura da Lei de Parcelamento e Uso do Solo Urbano.

O uso e ocupação do solo em geral depende do Plano Diretor do Município que, por sua vez deve conter em seus objetivos básicos a minimização dos impactos da impermeabilização do solo, a proteção de áreas marginais que compõem o leito maior dos rios e córregos, e a preservação sem ocupação, por residências e indústrias das áreas inundáveis do município.

A lei federal nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e da outras providências, cita no artigo 5º que uma infraestrutura básica dos parcelamentos é constituída pelos equipamentos urbanos de escoamento das águas pluviais, iluminação pública, esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, energia elétrica pública e domiciliar e vias de

circulação.

De acordo com o artigo 3º somente será admitido o parcelamento do solo para fins urbanos em zonas urbanas, de expansão urbana ou de urbanização específica, assim definidas pelo Plano Diretor ou aprovadas por lei municipal, não sendo permitido o parcelamento do solo quando:

I - em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas;

II - em terrenos que tenham sido aterrados com material nocivo à saúde pública, sem que sejam previamente saneados;

III - em terreno com declividade igual ou superior a 30% (trinta por cento), salvo se atendidas exigências específicas das autoridades competentes;

IV - em terrenos onde as condições geológicas não aconselham a edificação;

V - em áreas de preservação ecológica ou naquelas onde a poluição impeça condições sanitárias suportáveis, até a sua correção.

Do Art. 4º os loteamentos deverão atender, pelo menos, aos seguintes requisitos:

I - as áreas destinadas a sistemas de circulação, a implantação de equipamento urbano e comunitário, bem como a espaços livres de uso público, serão proporcionais à densidade de ocupação prevista pelo Plano Diretor ou aprovada por lei municipal para a zona em que se situem.

II - os lotes terão área mínima de 125 m<sup>2</sup> (cento e vinte e cinco metros quadrados) e frente mínima de 5 (cinco) metros, salvo quando a legislação estadual ou municipal determinar maiores exigências, ou quando o loteamento se destinar a urbanização específica ou edificação de conjuntos habitacionais de interesse social, previamente aprovados pelos órgãos públicos competentes;

III - ao longo das águas correntes e dormentes e das faixas de domínio público das rodovias e ferrovias, será obrigatória a reserva de uma faixa não-edificável de 15 (quinze) metros de cada lado, salvo maiores exigências da legislação específica;

IV - as vias de loteamento deverão articular-se com as vias adjacentes oficiais,

existentes ou projetadas, e harmonizar-se com a topografia local.

O Plano aborda a questão da obstrução do leito dos cursos d'água em virtude da eliminação de grandes extensões de mata ciliar, constituindo-se em grave problema ambiental a ser enfrentado, visto que a maioria da vegetação marginal aos cursos d'água foi substituída pelas culturas agrícolas e pastagens, muito embora estas matas sejam amparadas pela legislação brasileira (Lei nº 7.803, de 18 de julho de 1989, que altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965).

Na elaboração e/ou revisão do Plano Diretor é importante a inclusão de políticas sustentáveis de gestão democrática participativa, que se encontram contidas dentro dos direitos fundamentais, através do direito à moradia e ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, sendo uma incumbência aos agentes políticos municipais incentivar e criar mecanismos para a participação popular que afiança a legitimidade dos programas, plano e políticas do Plano Diretor (IPAT/UNESC 2009).

## 11 CONSIDERAÇÕES

O município de Forquilha é composto por 3.391,95 ha de área urbana, correspondente a 18,5% do território total e 14.912,20 ha de área rural, correspondente à 81,5% do território municipal. Esta característica tem forte influência no sistema de drenagem e manejo das águas pluviais, podendo-se notar interferência na drenagem pluvial urbana com as drenagens utilizadas para irrigação nas lavouras de arroz. Outra característica são áreas de mineração de carvão, que afetam principalmente a qualidade da água em pelo menos dois de seus principais rios (rio Mãe Luzia e Sangão).

Na área urbana as drenagens pluviais, principalmente microdrenagens, foram e continuam sendo implantadas de forma pontual, em locais que não possuem e em novos empreendimentos que vão sendo construídos.

Com o crescimento da urbanização, a drenagem natural vem sendo substituída por estruturas artificiais, e com o aumento da extensão das áreas impermeabilizadas, principalmente por asfalto, há uma alteração nos volumes de águas que escoam superficialmente, gerando pontos de alagamentos e transbordamento do sistema natural e/ou construído, principalmente nas macrodrenagens.

Outro problema visível no município é a ocupação desordenada de áreas naturais de inundação, por urbanização, e a questão da preservação das margens dos cursos d'água, com a retirada da mata ciliar e terraplenagem executada para culturas agrícolas e pastagens.

O diagnóstico referente ao dimensionamento das microdrenagens foi comprometido em função de que a prefeitura não possui um cadastro da rede de drenagem pluvial implantada no município, apenas os loteamentos recentes possuem projetos na prefeitura.

Como sugestão ao Plano Diretor ou a lei específica, cita-se:

(I) Aumentar a taxa de infiltração para instalação de loteamentos, residencial ou industrial, entre outros;

(II) Restringir a ocupação em áreas de risco de inundação, através de

dispositivos que impeçam construções em áreas ribeirinhas e/ou de preservação permanente;

(III) Criar um cadastro de toda a rede de micro e macrodrenagem do município, considerando seu dimensionamento e planejamento para a tendência de ocupação urbana, compatibilizando o desenvolvimento e a infraestrutura para evitar prejuízos econômicos e ambientais futuros;

(IV) Elaborar programas/projetos visando restabelecer a vegetação de mata ciliar na maioria dos cursos d'água.

Como medidas preventivas recomenda-se: o estabelecimento de rotina de limpeza de bocas de lobo e sarjetas; implantação de meio fio em todas as ruas pavimentadas, criando assim as sarjetas, que funcionam também como elemento hidráulico, atuando como canal aberto e evitando que materiais sejam carreados para o interior das bocas de lobo e tubulações; elaborar e apoiar ações de educação ambiental voltadas à população para evitar que resíduos sejam lançados diretamente na drenagem pluvial e elaborar o Plano Municipal de Redução de Riscos.

Segundo Pompêo (2000) com relação ao tratamento das inundações em áreas urbanas podem-se dividir os recursos em três fatores: ações diretas, ações indiretas e instrumentos de apoio.

As ações diretas podem ser projetos e execução de obras de engenharia, recuperação e limpeza de drenagem, bem como planejamento, administração e gestão; ações indiretas como coleta e análise de dados (caracterização física, cadastro de redes e obras de engenharia, etc), pesquisa e desenvolvimento tecnológico, fiscalização, comunicação social e educação ambiental, etc; e finalmente os instrumentos de apoio, que são exemplificados como normalização técnica, legislação e regulação, instrumentos de avaliação de resultados, eficácia das medidas e eficiência dos sistemas, etc (Diagnóstico do Sistema de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas Criciúma - IPAT/UNESC, 2009).

Conclui-se que o Manejo das Águas Pluviais, tanto na área urbana como na área rural, deve ser estruturado e planejado. As normas e legislações específicas precisam ser criadas e principalmente fiscalizadas pela municipalidade. A população também precisa estar ciente da importância do seu papel para evitar ações que

gerem efeitos adversos que representam sérios prejuízos à saúde, segurança e bem estar.

**Eng<sup>o</sup> Civil e Agrimensor Vilson P.  
Bellettini  
CREA 023260-8**

**Eng<sup>o</sup> Ambiental Gustavo Scheidt  
Machado  
CREA 095638-9**

**Eng<sup>a</sup> Ambiental Morgana Levati  
Valvassori  
CREA 097626-4**

## 12 REFERÊNCIAS

ALEXANDRE, N.Z. Análise Integrada da Qualidade das Águas da Bacia do Rio Araranguá (SC). **Dissertação de Mestrado**. Mestrado em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. 297 p.

AMESC. Associação dos Municípios do Extremo Sul Catarinense. **Plano Básico de Desenvolvimento Ecológico e Econômico – PBDEE**. Araranguá, SC. 1997. 380 p.

BACK, A. J. **Determinação da precipitação efetiva para irrigação suplementar pelo balanço hídrico horário: Um caso-estudo em Urussanga, SC**. Porto Alegre: UFRGS - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, 1997. p 132. (Tese Doutorado).

BACK, A. J. Análise dos dados de Vento. **Revista de Tecnologia e Ambiente**. Criciúma: UNESC, v. 5, n. 2, p.7-17, 1999.

BACK, A. J. **Chuvas intensas e chuva de projeto de drenagem superficial no Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002. 65 p.

BARROS, Raphael T. de V. et al. **Saneamento**. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 221 p. (Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios, 2).

BRASIL. **Lei n. 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Brasília: DOU, 5 jan 2007. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm)>. Acesso em: 03 mar. 2010.

BRASIL, **Lei N° 6.766**, de 19 de dezembro de 1979. “Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras providências”. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Leis/L6766.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6766.htm)>. Acesso em 07 mai. 2010.

BRASIL, **Lei N° 6.803**, de 02 de julho de 1980. “Dispõe sobre as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, e dá outras providências”. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6803.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6803.htm)>. Acesso em 26 mai. 2010.

BRASIL, **Lei N° 6.938**, de 31 de agosto de 1981. “Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências”. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/federal/leis/1981\\_Lei\\_Fed\\_6938.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/licenciamentoo/legislacao/federal/leis/1981_Lei_Fed_6938.pdf)>. Acesso em: 17 mai. 2010.

BRASIL, **Lei N° 10.257**, de 10 de julho de 2001. “Discorre sobre o Estatuto da

cidade". Disponível em: <<http://www6.senado.gov.br>>. Acesso em 24 mai. 2010.

EPAGRI/CIRAM - Empresa de Pesquisa Agropecuária e de Extensão Rural de Santa Catarina S.A. / Centro Integrado de Informações de Recursos Ambientais de Santa Catarina. **Dados e Informações Biofísicas da Unidade de Planejamento Regional Litoral Sul Catarinense (UPR 8)**. Florianópolis, 2001. 77 pág.

FILHO, K. Z.; MARCELLINI, S.S. Precipitações Máximas. In. TUCCI, Carlos. E. M; PORTO, R. L. L; BARROS. M. T. (Ed). **Drenagem Urbana**. Porto Alegre, 1995. p 37-76.

GARCIAS, Carlos Mello. **Indicadores de Qualidade dos Serviços e Infra-Estrutura Urbana de Saneamento**. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP. São Paulo: Departamento de Engenharia de Construção Civil, 1992. Disponível: <[http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BTs\\_Petreche/BT75-%20Garcias.pdf](http://publicacoes.pcc.usp.br/PDF/BTs_Petreche/BT75-%20Garcias.pdf)>. Acesso em: 4 mar. 2010.

IPAT/UNESC – Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas/ Universidade do Extremo Sul Catarinense. **Projeto para o Desassoreamento e Revitalização do Rio Sangão**. Relatório Final. Criciúma, 2007. 199 p.

IPAT/UNESC – Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas/Universidade do Extremo Sul Catarinense. **Plano Integrado de Saneamento Básico do município de Criciúma. Diagnóstico do Sistema de Manejo das Águas Pluviais e Drenagem Urbana**. Criciúma: IPAT/UNESC/PMC/CASAN, 2009. 177 p.

LEOPOLD, L.B. **Hydrology for Urban Planning – A Guide Book on the Hydrologic Effects on Urban Land Use**. USGS circ. 554, 18 p.

MONTEIRO, C.A.F. **Clima e Excepcionalismo: Conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico**. Florianópolis: UFSC, 1991.

MORAES, Roberto Santos et al. **Plano Municipal de Saneamento Ambiental de Alagoinhas: Metodologia e Elaboração**. Santo André, SP: SEMASA Saneamento Ambiental, 2001. Disponível em: <[http://www.semasa.sp.gov.br/Documentos/Publicar\\_Internet/trabalhos/trabalho\\_72.pdf](http://www.semasa.sp.gov.br/Documentos/Publicar_Internet/trabalhos/trabalho_72.pdf)>. Acesso em: 27 fev 2010.

MOREIRA, M. A. Q. **Democracia participativa no município**. São Paulo: Editora Juarez de Oliveira, 2005.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Editora IBGE, 2ª Edição. 1989. 421 p.

PHILIPPI JÚNIOR, Arlindo et al. **Saneamento do Meio**. São Paulo: FUNDACENTRO, 1982. 235 p.

POMPÊO, C. A. **Drenagem Urbana Sustentável**. Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – SC, 2000. 9 p.

PORTO, R.; KAMEL, Z. F.; TUCCI, C.; BIDONE, F. Drenagem Urbana. In: TUCCI, Carlos E. M. (Org.). **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 2 ed. Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH, 1997. p. 805-847.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE. **Plano de Saneamento de Belo Horizonte – 2004/2007 “Saneamento para Todos”**. Belo Horizonte – MG, 2004. 175 p.

SANTA CATARINA. MINISTÉRIO PÚBLICO DE SANTA CATARINA. Centro de Apoio Operacional do Meio Ambiente. **Guia do Saneamento Básico: perguntas e respostas**. Coord. Geral do Promotor de Justiça Luís Eduardo Couto de Oliveira Souto, supervisão da Subprocuradoria Geral de Justiça para Assuntos Jurídicos e apoio da Procuradoria-Geral de Justiça. Florianópolis: Coordenadoria de Comunicação Social, 2008. 80 p.

SANTA CATARINA, **Lei N° 6.063**, de 24 de maio de 1982. “Dispõe sobre o Parcelamento do Solo e dá outras providências”. Disponível em: <<http://www.alesc.sc.gov.br>>. Acesso em 07 fev 2010.

SANTA CATARINA. GABINETE DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO GERAL. **Atlas de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1986. 173 p.

SANTA CATARINA. **Lei nº 13.517, de 04 de outubro de 2005**. Dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento e estabelece outras providências. Florianópolis: ALESC/Div. Documentação, 2005.

TUCCI, Carlos. E. M., CRUZ, M. A. S. Quantificação e Controle do Impacto da Urbanização em Nível de Lote. In: TUCCI, Carlos. E. M., MARQUES, D. M. L. M. (Ed). **Avaliação e Controle da Drenagem Urbana**. Porto Alegre, 2000. p 383-392.

TUCCI, Carlos. E. M. **Regionalização de Vazões**. Porto Alegre RS, 2002. 256 p.

TUCCI, Carlos E.M. (Org.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2. ed. Porto Alegre: ABRH, 1997. 943 p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. **Plano Diretor de Drenagem Urbana – Manual de Drenagem Urbana**. Porto Alegre – RG, 2005. 159 p.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Brasília: INMET, 2001. 515 p.

VISSMAN, W.; HARBAUGH, T.E.; KNAPP, J.W. **Introduction to Hydrology**. New York: Intext Educational, 1972. 246 p.

VILLELA, Swami Marcondes. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: Ed.McGraw-Hill do Brasil, 1975. 237 p.

VILLELA, Swami Marcondes. **Hidrologia aplicada [por] Swami M. Villela [e] Arthur Mattos**. São Paulo, McGraw – Hill do Brasil, 1975. 245 p.

# ANEXOS

# **ANEXO I**

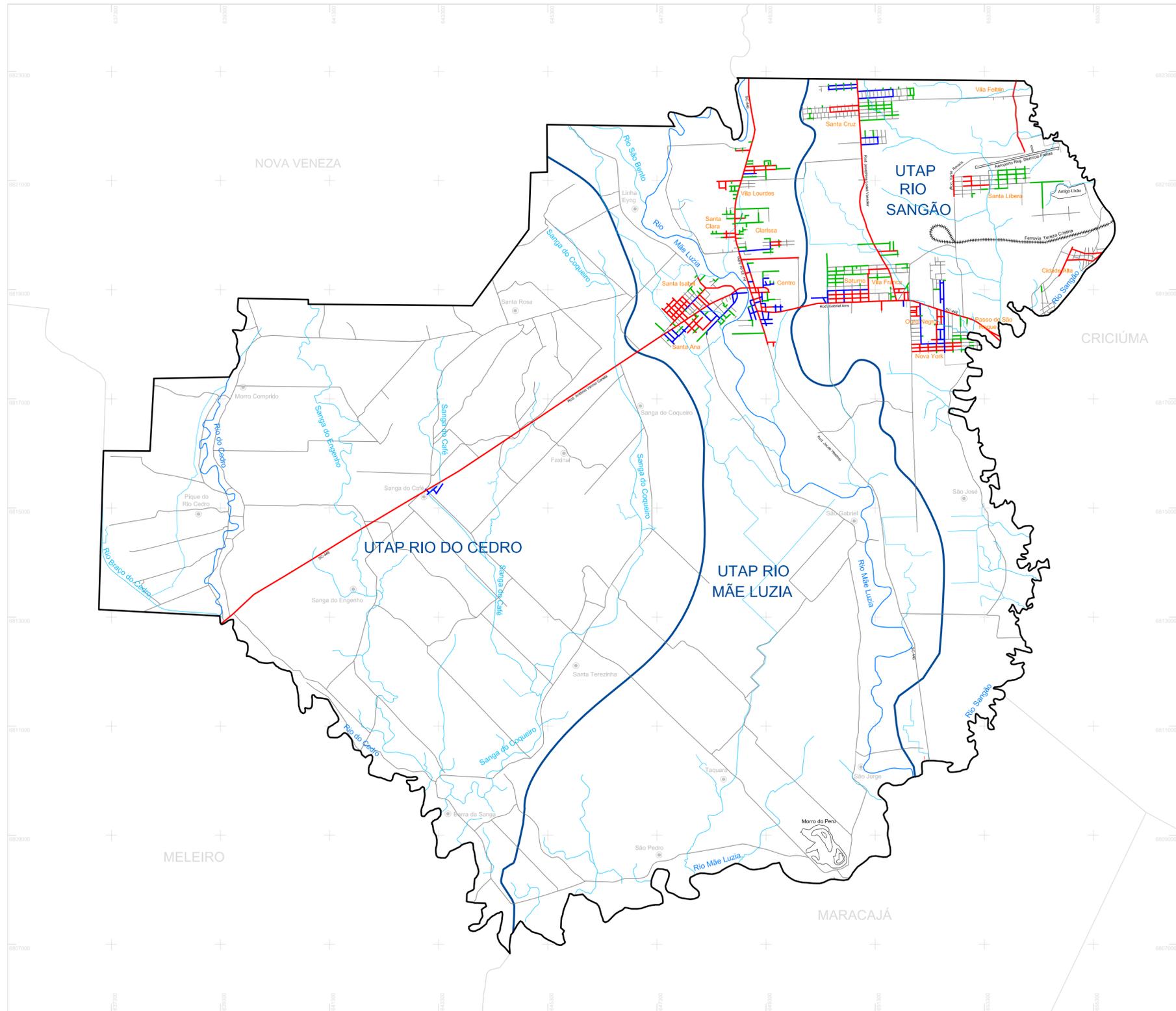
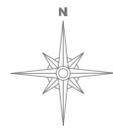
Mapa de Pavimentações

Mapa de Áreas com Risco de Inundação e Alagamento

## **ANEXO II**

### Anotações de Responsabilidade Técnica





### MAPA DE LOCALIZAÇÃO



### CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

<b>VIAS</b>	<b>HIROGRAFIA</b>
— Malha Viária	— Rios Principais
+++++ Ferrovia	— Rios Secundários
<b>TOPONÍMIA</b>	<b>LIMITES</b>
● São Jorge	— Limite das UTAP's
○ Cidade Alta	— Limites Municipais
○ Localidades Rurais	— Limite do Município de Forquilha
○ Bairros	

### LEGENDA

**PAVIMENTAÇÃO DO SISTEMA VIÁRIO DE FORQUILHINHA (PMF, 2010)**

—	Ruas Asfaltadas
—	Ruas Lajotadas
—	Ruas Sem Pavimentação
—	Ruas Não-Consolidadas

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Elipsóide de Referência: Elipsóide Internacional de 1967  
 Datum Planimétrico: SAD/69  
 Datum Vertical: Marégrafo Imbituba (SC)  
 Projeção: Universal Transverse de Mercator (UTM), acréscimos de 10.000.000 metros ao Sul do Equador e 500.000 metros do Meridiano 51° a Oeste do M. de Greenwich

Coefficiente de Deformação Linear K = 0,99986349  
 Convergência Meridiana γ = - 0°43'15,4414"  
 Declinação Magnética (Nov./2008) δ = - 29°53'07" (E)  
 Variação Anual = - 0°07'30"

Escala Gráfica: 500m 0 500 1.000 1.500 2.000m

**Execução** UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE  
 IPAT - Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas  
 Rodovia Gov. Jorge Lacerda, Km 4,5 - Bairro Sangão - Criciúma/SC  
 Cx. Postal: 3167 - Fone/Fax (48) 3431 4500/ 3431 4542 CEP 88805-350

**Contratante** PREFEITURA MUNICIPAL DE FORQUILHINHA  
 Avenida 25 de Julho nº3400 - Centro - Forquilha/SC  
 Caixa Postal 01 - Cep 88850-000  
 Email: forquilha@forquilha.sc.gov.br

### MAPA DE PAVIMENTAÇÕES

<b>Projeto</b>			
PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE FORQUILHINHA			
<b>Fonte</b>			
Prefeitura Municipal de Forquilha 2010/ IBGE			
<b>Escala</b>	<b>Formato</b>	<b>Data</b>	<b>Elaboração</b>
1:50.000	675 x 465mm	Junho/2010	IPAT/UNESC
<b>Nota Técnica</b>		<b>Código de Identificação do Produto</b>	
Adaptação do Mapa de Pavimentação de Ruas Prefeitura Municipal, 2010		PSB2010DMD01-02	
<b>Resp. Técnico - Produto Cartográfico</b>		<b>Resp. Técnico - Mapa Temático</b>	
Fabiano Luiz Neris / Crea - 057522-9		Wilson Paganini Belletini (CREA / SC 023260-8)	