

**COMITÊ DE SUPERVISÃO DA PREFEITURA DE JARAGUÁ DO SUL**  
**(Decreto 7.284/2010)**

CESAR HUMBERTO ROCHA - FUJAMA

DEVERSON SIMIONI - SAMAE

FABIO BENZ - SAMAE

ALCIDES DONAT - Secretaria Municipal de Obras e Urbanismo

ROBIN HENRIQUE PASOLD - Secretaria Municipal de Obras e Urbanismo

EDUARDO MARQUARDT - Procuradoria Geral do Município

CÉSAR ARENHART - Assessoria Técnica

**CAIXA ECONÔMICA FEDERAL – CEF – GIDUR - Joinville**

MARIO IVO BERNI RAMOS - Coordenador

JULIANO VALENTE TREVISAN – Coordenador

JOSE FERNANDO KOGUT - Assistente

TAMARA TUROS DA SILVA – Técnica social

**AMPLA CONSULTORIA E PLANEJAMENTO**

PAULO CÉSAR MÊNICA – Advogado

ÊNIO SALGADO TURRI – Engenheiro Civil

MARIO FRANCISCO FIGUEIREDO MEYER – Engenheiro Civil e Sanitarista

RICARDO REHNOLT MEYER – Engenheiro Sanitarista e Ambiental

CRISTIANE TAROUÇO FOLZKE – Engenheiro Sanitarista e Ambiental

FREDERICO THOMPSON GENOFRE – Engenheiro Sanitarista e Ambiental

PAULO INÁCIO VILA FILHO – Engenheiro Sanitarista e Ambiental

SUZANA JARDIM - Demógrafa

OLÍVIA RECH SILVA – Assistente Social

GUILHERME FRECCIA SILVESTRIN – Estagiário do Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental

## APRESENTAÇÃO

Os trabalhos desenvolvidos dentro do Contrato Nº 227/2010 entre o MUNICÍPIO DE JARAGUÁ DO SUL e a AMPLA CONSULTORIA E PLANEJAMENTO LTDA, com a participação da Caixa Econômica Federal – CEF, tiveram como objetivo a elaboração do PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO - PMSB do Município de Jaraguá do Sul – SC.

O serviço objeto do PMSB compreenderam os sistemas de: Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos e Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais Urbanas.

De forma a facilitar o manuseio o PMSB está dividido em 5 VOLUMES, agrupando os diversos Relatórios previstos no Termo de Referência.

A estratégia adotada para o agrupamento foi de concentrar assuntos afins e pertinentes num mesmo **VOLUME**.

Assim, no **VOLUME A** têm-se o material do **Relatório 1 – Cartografia**, onde está a apresentação da descrição da metodologia utilizada para proposição das Unidades Territoriais de Análise e Planejamento - UTAP, seguido de uma apresentação das suas principais características, da metodologia empregada na elaboração dos mapas destas unidades e os materiais gráficos gerados. Está apresentado ainda o material do **Relatório 2 – Diagnóstico da Caracterização física das UTAP's**, onde se apresenta a caracterização física de cada uma das unidades territoriais de análise e planejamento, envolvendo os setores de geologia, geomorfologia, pedologia, hidrografia, zoneamento urbano e áreas de preservação ambiental. Complementando este Volume têm-se o material do **Relatório 3 – Diagnóstico Social**, que apresenta os resultados da análise da evolução demográfica do município de Jaraguá do Sul e as projeções populacionais por um período de 20 anos conforme proposto no Termo de Referência. Este estudo foi feito com o objetivo de aprofundar o conhecimento da dinâmica demográfica, como subsídio básico para a elaboração das projeções populacionais e sua distribuição no espaço

municipal, necessários para a elaboração do PMSB do Município de Jaraguá do Sul - SC.

No **VOLUME B**, têm-se agrupado o material referente às **MODALIDADES - ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO SANITÁRIO**. Este volume é composto pelos Diagnósticos dos Sistemas de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário, que compuseram respectivamente os **Relatórios 4 e 5**, além do material complementar apresentado no **Relatório 10 - Modalidades - Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário** e validado na Audiência Pública Municipal, que contemplou os Princípios e Diretrizes, as Obrigações da Administração, os Objetivos Gerais e Específicos, os Cenários, o Plano de Metas, os Programas, Projetos e Ações, a Hierarquização das Áreas de Intervenção Prioritária, o Planejamento das Ações de Emergências e Contingências, os Instrumentos de Avaliação e Monitoramento, a compatibilização com as Políticas e Planos - nacional e estadual de Recursos Hídricos, a análise da Viabilidade Técnica e Econômico-Financeira, a identificação e a valoração dos principais indicadores a serem seguidos pelos prestadores de serviço, bem como a definição dos recursos necessários à execução do Plano.

No **VOLUME C** está apresentado o material referente à **MODALIDADE - LIMPEZA URBANA E MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS**. É composto pelo Diagnóstico do Sistema de Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos, constante do **Relatório 6**, além do material apresentado no **Relatório 10 - Modalidade - Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos** e validado na Audiência Pública Municipal onde se encontram os Princípios e Diretrizes, as Obrigações da Administração, os Objetivos Gerais e Específicos, os Cenários, o Plano de Metas, os Programas, Projetos e Ações, o Planejamento das Ações de Emergências e Contingências, os Instrumentos de Avaliação e Monitoramento, a compatibilização com as Políticas e Planos - nacional e estadual de Recursos Hídricos, a análise da Viabilidade Técnica e Econômico-Financeira, a identificação e a valoração dos principais indicadores a serem seguidos pelos prestadores de serviço, bem como a definição dos recursos necessários à execução do Plano.

O **VOLUME D** contém o material referente à **MODALIDADE – DRENAGEM URBANA E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS**. É composto pelo Diagnóstico do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais Urbanas, constante do **Relatório 7** e do material apresentado no **Relatório 10 - Modalidade – Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais Urbanas**, e validado na Audiência Pública Municipal onde se encontram os Princípios e Diretrizes, as Obrigações da Administração, os Objetivos Gerais e Específicos, os Cenários, o Plano de Metas, os Programas, Projetos e Ações, a Hierarquização das Áreas de Intervenção Prioritária, o Planejamento das Ações de Emergências e Contingências, os Instrumentos de Avaliação e Monitoramento, a compatibilização com as Políticas e Planos - nacional e estadual de Recursos Hídricos, a análise da Viabilidade Técnica e Econômico-Financeira, a identificação e a valoração dos principais indicadores a serem seguidos pelos prestadores de serviço, bem como a definição dos recursos necessários à execução do Plano.

No **VOLUME E** está apresentado o Relatório da Audiência Pública Municipal, registrando a estruturação, a organização e a proposta de divulgação, bem como a metodologia de condução da audiência, o estabelecimento dos meios de comunicação da comunidade com a Administração e o registro da realização de cada audiência. Cabe salientar que ocorreram em etapas anteriores as seguintes Audiências Públicas: 1 com 34 líderes comunitários, 6 com a comunidade de cada UTAP ao término da etapa de Prognóstico e 3 para apresentação da Versão preliminar do PMSB.

Este volume contém ainda o **Relatório 14 - Minuta do Projeto de Lei do Plano Municipal de Saneamento Básico** do Município de Jaraguá do Sul.



## VOLUME D

### SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. ASPECTOS GERAIS .....</b>   | <b>13</b> |
| 1.1. SISTEMA DE DRENAGEM .....  | 14        |
| 1.1.1. Microdrenagem .....  | 15        |
| 1.1.2. Macro-drenagem .....   | 16        |
| 1.2. MEDIDAS DE CONTROLE .....  | 16        |
| 1.2.1. Medidas Estruturais.....   | 17        |
| 1.2.2. Medidas não Estruturais.....   | 17        |
| <b>2. LEGISLAÇÃO EXISTENTE .....</b>  | <b>18</b> |
| <b>3. LEVANTAMENTO E DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL .....</b>                          | <b>24</b> |
| 3.1. GESTÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA.....  | 24        |
| 3.1.1. Evolução da Implantação do Sistema de Drenagem.....                            | 25        |
| 3.1.1.1. Plano Diretor de Drenagem.....   | 27        |
| 3.1.2. Procedimentos Relacionados à Drenagem Urbana .....                             | 28        |
| 3.1.2.1. Avaliação de Projetos de Drenagem em Loteamentos de Terceiros.....           | 28        |
| 3.1.2.2. Vistoria na Execução de Obras de Drenagem nos Loteamentos de Terceiros ..... | 30        |
| 3.1.2.3. Serviços de Manutenção do Sistema .....                                      | 31        |
| 3.1.3. Gastos com o Sistema de Drenagem.....  | 36        |
| 3.1.4. Projetos e Obras em Desenvolvimento pela Secretaria de Obras .....             | 37        |
| 3.2. ESTUDO DAS UNIDADES TERRITORIAIS DE ANÁLISE E PLANEJAMENTO.....                  | 51        |
| 3.2.1. Estudo Hidrográfico .....  | 51        |
| 3.2.1.1. Características Físicas das Sub-bacias.....                                  | 53        |
| 3.2.2. Estudo Pedológico .....  | 54        |
| 3.2.3. Exploração Mineral.....  | 57        |
| 3.2.4. Mapeamento das Áreas Sujeitas à Inundações .....                               | 59        |
| 3.2.5. Análise das UTAP`s .....   | 66        |
| 3.2.5.1. Análise da UTAP 1 .....  | 66        |
| 3.2.5.2. Análise da UTAP 2 .....  | 69        |
| 3.2.5.3. Análise da UTAP 3 .....  | 73        |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.2.5.4. Análise da UTAP 4 .....   | 76        |
| 3.2.5.5. Análise da UTAP 5 .....   | 77        |
| 3.2.5.6. Análise da UTAP 6 .....   | 79        |
| 3.2.3.7. Análise da UTAP 7 .....   | 81        |
| 3.3. CADASTRO DO SISTEMA DE DRENAGEM.....  | 84        |
| 3.3.1. Situação do Cadastro Atual.....   | 84        |
| 3.3.2. Sistema Corporativo de Geoprocessamento.....  | 87        |
| 3.3.2.1. Atualização e Manutenção do Cadastro Técnico de Drenagem Urbana .....               | 88        |
| 3.3.2.2. Principais Dificuldades Observadas no Cadastramento Técnico de Drenagem Urbana..... | 92        |
| <b>4. PROGNÓSTICO PARA DRENAGEM URBANA E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS.....</b>                  | <b>94</b> |
| 4.1. PRINCÍPIOS E DIRETRIZES .....   | 94        |
| 4.2. OBRIGAÇÕES .....  | 95        |
| 4.3. OBJETIVOS .....   | 96        |
| 4.3.1. Objetivos Gerais.....   | 96        |
| 4.3.2. Objetivos Específicos .....   | 100       |
| 4.4. CENÁRIOS.....   | 102       |
| 4.4.1. Considerações Iniciais.....   | 102       |
| 4.4.2. Fundamentação Teórica.....  | 103       |
| 4.4.3. Metodologia para a Construção dos Cenários .....                                      | 105       |
| 4.4.3.1. Foco no Objetivo .....  | 105       |
| 4.4.3.2. Definição do Modelo Teórico.....  | 106       |
| 4.4.3.3. Definição da Seqüência do Estudo de Cenários .....                                  | 108       |
| 4.4.3.4. Técnicas de Construção de Cenários.....   | 109       |
| 4.4.4. Definição dos Cenários .....  | 112       |
| 4.4.5. Associação dos Cenários e Metas para Drenagem Urbana.....                             | 113       |
| 4.4.6. Cenários Estudados para o Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais..... | 114       |
| 4.4.7. Cenário Adotado .....   | 117       |
| 4.5. PLANO DE METAS.....   | 117       |
| 4.5.1. Metas para o sistema de micro-drenagem .....  | 118       |
| 4.5.1.1. Universalização dos Serviços.....   | 118       |
| 4.5.1.2. Eficiência do Sistema de Micro-drenagem .....                                       | 119       |

|  |            |
|--|------------|
| 4.5.1.3. Eliminação de Lançamentos Clandestinos de Esgoto.....   | 120        |
| 4.5.2. Metas para Sistema de Macrodrenagem.....  | 121        |
| 4.5.2.1. Eficiência do Sistema de Macrodrenagem .....  | 121        |
| 4.6. CONTEXTUALIZAÇÃO DOS PROBLEMAS DO SISTEMA DE DRENAGEM .   | 122        |
| 4.7. PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES.....  | 125        |
| 4.7.1. Estruturação organizacional exclusiva para atendimento a drenagem urbana .....                  | 125        |
| 4.7.2. Programa de manutenção preventiva e corretiva .....   | 126        |
| 4.7.3. Programa de educação ambiental e medidas de controle da poluição .....                          | 128        |
| 4.7.4. Normatização dos projetos de drenagem.....  | 128        |
| 4.7.5. Atualização do cadastro técnico do sistema de microdrenagem existente....                       | 129        |
| 4.7.6. Projeto de microdrenagem urbana .....   | 130        |
| 4.7.7. Projeto de macrodrenagem .....  | 130        |
| 4.7.8. Medidas de controle do escoamento na fonte .....  | 131        |
| 4.7.8.1. Implantação de Pavimentos Permeáveis .....  | 131        |
| 4.7.8.2. Implantação de Reservatórios de Armazenamento Temporário .....                                | 132        |
| 4.7.9. Sistema de previsão e alerta .....  | 134        |
| 4.7.10. Proposta de zoneamento das áreas sujeitas à inundações .....                                   | 135        |
| 4.8. SISTEMATIZAÇÃO DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES .....  | 142        |
| 4.10. CRONOGRAMA FÍSICO DAS NECESSIDADES.....  | 148        |
| 4.11. QUANTIFICAÇÃO E ESTIMATIVA DE CUSTOS DAS NECESSIDADES DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA .....        | 148        |
| 4.11.1. Previsão de Cobrança dos Serviços .....  | 153        |
| 4.11.2. Formas de Cobrança Existentes em Outros Municípios.....  | 154        |
| <b>5. SISTEMA DE INDICADORES .....</b>   | <b>159</b> |
| <b>6. AÇÕES DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA .....</b>   | <b>164</b> |
| 6.1. FASES DE ADMINISTRAÇÃO.....   | 168        |
| 6.2. ATRIBUIÇÕES E RESPONSABILIDADES .....   | 177        |
| <b>7. COMPATIBILIZAÇÃO COM AS POLÍTICAS E OS PLANOS NACIONAL E ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS .....</b> | <b>180</b> |

## LISTA DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Modelo de Bacia de Contribuição fornecida pela Sec. de Obras (Fonte: Sec. de Obras).   | 29 |
| Figura 2: Vista geral das regiões de manutenção do sistema de drenagem e UTAP's.   | 33 |
| Figura 3: Serviços de manutenção da rede de drenagem (Fonte: Sec. de Obras).   | 34 |
| Figura 4: Caminhão Hidrojato (Foto: Dezembro / 2010).  | 34 |
| Figura 5: Imagem de boca de lobo soldada implantada em Jaraguá do Sul (Foto: Dezembro/ 2010).  | 35 |
| Figura 6: Vista geral da fábrica de tubos, localizada no pátio da Secretaria de Obras (Foto: Dezembro/ 2010).  | 36 |
| Figura 7: Obra sendo executada pela Secretaria de Obras (Fonte: <a href="http://portal.jaraguadosul.com.br">http://portal.jaraguadosul.com.br</a> ). | 38 |
| Figura 8: Locais com projetos e obras de drenagem em desenvolvimento.  | 39 |
| Figura 9: Croqui obra 1 (Fonte: Secretaria de Obras)   | 41 |
| Figura 10: Croqui obra 2 (Fonte: Secretaria de Obras).   | 43 |
| Figura 11: Croqui obra 3 (Fonte: Secretaria de Obras)  | 45 |
| Figura 12: Croqui obra 4 (Fonte: Secretaria de Obras).   | 47 |
| Figura 13: Croqui obra 5 (Fonte: Secretaria de Obras).   | 49 |
| Figura 14: Tubos alocados próximo aos locais onde serão executadas obras de drenagem (Foto: Dezembro/ 2010).   | 50 |
| Figura 15: Mapa com as Sub-bacias hidrográficas, exutórias e delimitação das UTAP's.   | 52 |
| Figura 16: Estudo pedológico por UTAP.   | 55 |
| Figura 17: Processos minerários nos principais rios de Jaraguá do Sul.   | 58 |
| Figura 18: Manchas de inundação e UTAP's (Fonte: Defesa Civil de Jaraguá do Sul).  | 61 |
| Figura 19: Percentual de mata ciliar nos rios urbanizados de Jaraguá do Sul (Fonte: AMVALI).   | 62 |
| Figura 20: Imagens das inundações de 2011 (Fonte: Defesa Civil).   | 63 |
| Figura 21: Mapa de inundação e Área de Preservação Permanente (APP) de leito de rio.   | 65 |
| Figura 22: Imagem da UTAP 1.   | 67 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 23: Imagem de satélite da SB-A4 (Fonte: Google Earth).   | 68  |
| Figura 24: Vista geral da UTAP 1, detalhe: solos aluvionares (amarelo) e manchas de inundação (azul). (Fonte: Google Earth).                      | 69  |
| Figura 25: Imagem da UTAP 2.  | 70  |
| Figura 26: Vista geral da UTAP 2, onde limite da sub-bacia é apresentado pela linha vermelha e limite da UTAP linha preta. (Fonte: Google Earth). | 71  |
| Figura 27: Locais (3 e 4) onde existem projeto de drenagem (Fonte: Google Earth).   | 72  |
| Figura 28: Bairro Boa Vista, inundação janeiro de 2011 ( Fonte: Defesa Civil).  | 73  |
| Figura 29: Imagem da UTAP 3.  | 74  |
| Figura 30: Locais (1 e 5) onde existem projeto de drenagem (Fonte: Google Earth)  | 75  |
| Figura 31: Praça Martin Lutero, Bairro Amizade, inundação de janeiro de 2011 (Fonte: Defesa Civil).   | 75  |
| Figura 32: Imagem da UTAP 4.  | 76  |
| Figura 33: Vista geral da UTAP 4 (Fonte: Google Earth).   | 77  |
| Figura 34: Imagem da UTAP 5.  | 78  |
| Figura 35: Vista geral da SB-B2 e SB-B3. (Fonte: Google Earth).   | 79  |
| Figura 36: Imagem da UTAP 6.  | 80  |
| Figura 37: Vista geral da SB-C8 (Fonte: Google Earth).  | 81  |
| Figura 38: Imagem da UTAP 6.  | 82  |
| Figura 39: Imagem das inundações de janeiro de 2011 no bairro Santa Luzia, SB-C6.   | 83  |
| Figura 40: Situação do cadastro atual de microdrenagem urbana.  | 86  |
| Figura 41: Atributos associados à galeria pluvial.  | 91  |
| Figura 42: Fluxograma da atividade de atualização cadastral.  | 93  |
| Figura 43: Esquema Geral da Metodologia Proposta para a Elaboração dos Cenários   | 107 |
| Figura 44: Cenário Indutivo   | 110 |
| Figura 45: Cenário Dedutivo.  | 111 |
| Figura 46: Sugestão de organograma estrutural para o Setor de Drenagem.   | 126 |
| Figura 47: Exemplos de pavimentos permeáveis.   | 132 |
| Figura 48: Proposta de zoneamento das áreas sujeitas a inundações.  | 136 |
| Figura 49: Ocupação da Zona de APP de leito de rios.  | 137 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 50: Aterros realizados em áreas que serviriam de reservação natura de cheias.....   | 140 |
| Figura 51: Mapeamento e percentuais de áreas inundadas em solos aluvionares, por UTAP..... | 145 |

## LISTA DE QUADROS

|   |     |
|---|-----|
| Quadro 1: Produção da fábrica de tubos (unidades) nos anos de 2009 e 2010 (Fonte: Sec. Obras).....      | 36  |
| Quadro 2: Fase e área do processo de extração mineral (Fonte: DNMP) .....                               | 57  |
| Quadro 3: Precipitação mensal (Fonte: SAMAE) .....  | 59  |
| Quadro 4: Principais índices físicos das sub-bacias pertencentes a UTAP 1. ....                         | 66  |
| Quadro 5: Principais índices físicos das sub-bacias pertencentes a UTAP 2. ....                         | 70  |
| Quadro 6: Principais índices físicos das sub-bacias pertencentes a UTAP 3. ....                         | 74  |
| Quadro 7: Principais índices físicos das sub-bacias pertencentes a UTAP 4. ....                         | 76  |
| Quadro 8: Principais índices físicos das sub-bacias pertencentes a UTAP 5. ....                         | 78  |
| Quadro 9: Principais índices físicos das sub-bacias pertencentes a UTAP 6. ....                         | 80  |
| Quadro 10: Principais índices físicos das sub-bacias pertencentes a UTAP 7. ....                        | 82  |
| Quadro 11: Extensão de rede em função do diâmetro, apresentada por UTAP. ....                           | 84  |
| Quadro 12: Extensão total de rede por diâmetro da tubulação. ....                                       | 85  |
| Quadro 13: Quantitativos dos dispositivos de drenagem por UTAP.....                                     | 85  |
| Quadro 14: Objetivos Específicos para o Sistema Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais.....        | 101 |
| Quadro 15: Conceituação das Metas Estabelecidas para o Sistema de Drenagem Urbana. ....                 | 114 |
| Quadro 16: Conceituação das Metas Estabelecidas para o Sistema de Gestão. ...                           | 114 |
| Quadro 17: Meta de ICSMiD. ....   | 119 |
| Quadro 18: Meta de IESMiD. ....   | 119 |
| Quadro 19: Meta de IVLE.....  | 120 |
| Quadro 20: Eventos de inundação e percentual de áreas inundadas em solos aluvionares. ....              | 121 |
| Quadro 21: Meta de IESMaD. ....   | 122 |
| Quadro 22: Sistematização das causas e ações dos problemas relacionados a alagamentos isolados.....     | 142 |
| Quadro 23: Sistematização das causas e ações dos problemas relacionados às inundações ribeirinhas. .... | 143 |
| Quadro 24: Dados gerais de solos Aluvionares e Áreas de Inundações no município. ....                   | 144 |

|   |     |
|---|-----|
| Quadro 25: Áreas de inundações em solos aluvionares e o respectivo percentual de inundações em relação ao total de área inundada em solo aluvionar..... | 146 |
| Quadro 26: Densidade populacional da área urbana por UTAP. ....   | 146 |
| Quadro 27: Hierarquização das ações a serem executadas no âmbito da drenagem urbana. ....   | 147 |
| Quadro 28: Cronograma Físico do Sistema de Drenagem Urbana.....   | 148 |
| Quadro 29: Saldo de Caixa Anual do SAA e SES.....   | 150 |
| Quadro 30: Estimativa dos Custos para o Sistema de Drenagem Urbana.....   | 151 |
| Quadro 31: Ações emergenciais do Sistema de Drenagem de Drenagem Urbana.....  | 176 |
| Quadro 32: Atribuições das Unidades Envolvidas.....   | 177 |



## **DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS**

Este tópico do Plano Municipal de Saneamento aborda o levantamento e diagnóstico da situação atual do sistema de drenagem existente no município de Jaraguá do Sul, utilizando quando necessário e possível o estudo das Unidades de Territoriais de Análise e Planejamento - UTAP's, que compõem o município, material este apresentado no Relatório 1.

Para melhor entendimento do desenvolvimento do trabalho, apresenta-se inicialmente um item com os aspectos gerais, englobando um histórico sintético da terminologia e dos conceitos referentes à drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

### **1. ASPECTOS GERAIS**

Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, de acordo com a Lei n. 11.445/07, é “o conjunto de atividades, infra-estrutura e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento de disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas”.

Neste trabalho será adotado simplificadaamente o termo “Drenagem” substituindo “Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas” na designação das instalações destinadas a escoar o excesso de água, seja em rodovias, na zona rural ou na malha urbana, não se restringindo aos aspectos puramente físicos impostos pelos limites restritos à engenharia, pois compreende também o conjunto de todas as medidas a serem tomadas que visem à atenuação dos riscos e dos prejuízos decorrentes de inundações as quais a sociedade está sujeita.

Existe uma distinção conceitual entre os termos enchente e inundação: a diferença fundamental é que o primeiro termo refere-se a uma ocorrência natural, que normalmente não afeta diretamente a população, tendo em vista sua ciclicidade. Já as inundações são decorrentes de modificações no uso do solo e podem provocar danos de grandes proporções mundiais.

## 1.1. SISTEMA DE DRENAGEM

O sistema de drenagem constitui-se em um conjunto de melhoramentos públicos existentes em uma área urbana, sendo basicamente as instalações destinadas a escoar o excesso de água das chuvas, compreendendo também as medidas a serem tomadas para atenuação dos riscos e dos prejuízos decorrentes de inundações.

Pode-se exemplificar o processo da drenagem urbana da seguinte forma: As torrentes originadas pela precipitação direta sobre as vias públicas desembocam nos bueiros situados nas sarjetas. Estas torrentes (somadas à água da rede pública proveniente dos coletores localizados nos pátios e das calhas situadas nos topos das edificações) são escoadas pelas tubulações que alimentam os condutos secundários, a partir do qual atingem o fundo do vale, onde o escoamento é topograficamente bem definido, mesmo que não haja um curso d'água perene.

O escoamento no fundo do vale é o que determina o chamado *Sistema de Macro-Drenagem*. O sistema responsável pela captação da água pluvial e sua condução até o sistema de macro-drenagem é denominado *Sistema de Micro-drenagem*.

De uma maneira geral, as águas decorrentes da chuva (coletadas nas vias públicas por meio de bocas-de-lobo e descarregadas em condutos subterrâneos) são lançadas em cursos d'água naturais, no oceano, em lagos ou, no caso de solos bastante permeáveis, esparramadas sobre o terreno por onde infiltram no subsolo.

Parece desnecessário dizer que a escolha do destino da água pluvial deve ser feita segundo critérios éticos e econômicos, após análise cuidadosa e criteriosa das opções existentes.

De qualquer maneira, é recomendável que o sistema de drenagem seja tal que o percurso da água entre sua origem e seu destino seja o mínimo possível. Além disso, é conveniente que esta água seja escoada por gravidade. Porém, se não houver possibilidade, pode-se projetar estações de bombeamento para esta finalidade.

### 1.1.1. Microdrenagem

Microdrenagem é parte integrante da drenagem urbana, composta de rede de coletores, um conjunto de canalizações e dispositivos que assegura o transporte das águas pluviais desde os dispositivos de coleta até um ponto de lançamento na macrodrenagem. Alguns dispositivos e componentes são:

**Meio-fio:** blocos de concreto ou rocha, situados entre a via pública e o passeio, com a face superior nivelada com o passeio formando uma faixa paralela ao eixo da via e face inferior nivelada com a face lateral da via formando um desnível.

**Sarjetas:** localizadas às margens das vias públicas, encontro da lateral da via com a face inferior do meio-fio, formando uma calha, a qual coleta e conduz as águas pluviais oriundas dos terrenos, passeios e rua.

**Boca-de-lobo:** dispositivos de captação, colocados em pontos devidamente planejados no sistema, para coletarem as águas pluviais oriundas das sarjetas.

**Poço de visita:** dispositivos colocados em pontos convenientes do sistema, para permitir sua manutenção.

**Galerias:** canalizações públicas destinadas a escoar as águas pluviais oriundas das ligações privadas e das boca-de-lobos.

**Condutos forçados e estações de bombeamento:** quando não há condições de escoamento por gravidade para a retirada da água de um canal de drenagem ou galeria.

**Sarjetões:** formados pela própria pavimentação nos cruzamentos das vias públicas, formando calhas que servem para orientar o fluxo das águas que escoam pelas sarjetas.

**Tubulação de drenagem:** tubos, em geral de concreto, mas podem ser de diversos materiais, com diâmetros variáveis a partir de 200 mm até em torno de 600 mm,

dependendo do dimensionamento de projeto, utilizados para conduzi-rem as águas pluviais coletadas pelas sarjetas e bocas-de-lobo.

### **1.1.2. Macro-drenagem**

Macro-drenagem é a forma de tratamento das águas pluviais provenientes das redes de microdrenagem, estas coletadas do excesso de escoamento superficial absorvidos pela infra-estrutura urbana (sarjetas, boca-de-lobo, etc.).

Várias soluções de engenharia são adotadas na macrodrenagem, tais como construção de reservatórios de retenção, canais, galerias, canalizações, estações elevatórias de bombeamento, sistemas de comporta, etc. Em geral são obras onerosas e exigem grandes recursos financeiros, os quais podem inviabilizar os projetos.

Mas, ao longo do tempo o conceito de drenagem urbana evoluiu sendo que atualmente, entende-se que a melhor solução é investir na microdrenagem, exatamente para garantir que sejam necessárias obras mínimas de macrodrenagem, ou seja, retardar o escoamento superficial de forma que não sejam necessárias grandes obras de macrodrenagem e ao mesmo tempo evitar passar o problema para jusante.

## **1.2. MEDIDAS DE CONTROLE**

As medidas de controle que visam minimizar os danos causados por inundações são classificados, de acordo com sua natureza, em medidas estruturais e não estruturais.

As medidas estruturais correspondem as obras que podem ser implantadas visando a correção e/ou prevenção dos problemas decorrentes de enchentes. Já as medidas não estruturais são aquelas que podem reduzir os danos provocados por inundações, através da introdução de normas, regulamentos e programas, que

tenham por objetivo conscientizar a população sobre os usos e ocupações do solo e manutenção dos dispositivos de drenagem, por exemplo.

#### **1.2.1. Medidas Estruturais**

As medidas estruturais podem compreender as obras de engenharia, que se caracterizam como medidas intensivas e extensivas.

As medidas intensivas, de acordo com seu objetivo podem ser basicamente de quatro tipos: de aceleração de escoamento (canalização e obras correlatas), de retardamento do fluxo (reservatório, bacias de detenção/ retenção, restauração de calhas naturais), desvio de escoamento (túneis de derivação e canais de desvio) e por fim, as que englobem a introdução de ações individuais visando tornar as edificações à prova de enchentes.

Já as medidas extensivas correspondem aos pequenos armazenamentos disseminados na bacia, à recomposição de cobertura vegetal e ao controle de erosão do solo, ao longo da bacia de drenagem.

#### **1.2.2. Medidas não Estruturais**

As medidas não estruturais procuram disciplinar a ocupação territorial e o comportamento de consumo das pessoas e atividades econômicas. As ações não estruturais podem ser eficazes a custos mais baixos e com horizontes mais longos de atuação.

Considerando aquelas mais adotadas, as medidas não estruturais podem ser agrupadas em: ações de regulamentação do uso e ocupação do solo; educação ambiental voltada ao controle da poluição difusa e sistemas de alerta e previsão de inundações.

## 2. LEGISLAÇÃO EXISTENTE

A seguir são abordadas as legislações existentes na esfera nacional, estadual e municipal de interesse para a drenagem urbana e manejo das águas pluviais.

- LEI FEDERAL Nº 11. 445/07

A Lei Federal nº 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.

Em seu Cap. I, art. 2º, item IV, a lei prevê a disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado.

Com relação aos objetivos da regulação dos serviços, no Cap. V, art. 22, item IV, a Lei define que, *“definir tarifas que assegurem tanto o equilíbrio econômico e financeiro dos contratos como a modicidade tarifária, mediante mecanismos que induzam a eficiência e eficácia dos serviços e que permitam a apropriação social dos ganhos de produtividade”*.

A lei prevê a sustentabilidade econômico-financeira de manejo de águas pluviais urbanas mediante remuneração pela cobrança dos serviços, na forma de tributos, inclusive taxas, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades, descrita no Cap. VI, art. 29, item III.

No Cap. VI, art. 29, parágrafo 1º, define diretrizes para a instituição de tarifas preços públicos e taxas para os serviços de saneamento básico.

No Cap. VI, art. 29, parágrafo 2º, permite subsídios à população de baixa renda.

No Cap. VI, art. 30, define diretrizes para a estrutura de remuneração e cobrança dos serviços de saneamento básico.

No Cap. VI, art. 36, determina que a forma de cobrança pela prestação do serviço público de drenagem deve levar em conta nos lotes urbanos, os percentuais de impermeabilização e a existência de dispositivos de amortecimento ou retenção de água de chuva; Inciso I, podendo considerar o nível de renda da população da área atendida; Inciso II, podendo considerar as características dos lotes urbanos e as áreas que podem ser neles edificadas.

- LEI FEDERAL Nº 4771/1965

A Lei Federal nº 4.771 de 15 de setembro de 1965 institui o Código Florestal Brasileiro. Em seu art. 2º a lei define como sendo área de preservação permanente (APP):

*Florestas e vegetação natural, ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal de no mínimo 30 metros (para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura);*

*Nascentes e olhos d'água num raio de 50 metros;*

*Encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive;*

No parágrafo único deste artigo, temos que: “no caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos planos diretores e leis de uso do solo, respeitados os princípios e limites a que se refere este artigo”.

- LEI FEDERAL Nº 9433/1997

A Lei Federal 9.433 de 8 de janeiro de 1997 Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

O capítulo I, art. 1º, item IV fundamenta que “a *bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos*”. O art. 2º, item III, revela o objetivo de “prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.”

Como diretrizes gerais de ação, a lei tem a articulação do planejamento de recursos hídricos com o dos setores usuários e com os planejamentos regional, estadual e nacional; e a articulação da gestão de recursos hídricos com a do uso do solo.

Para tal, um dos instrumentos da Lei das Águas são os Planos de Recursos Hídricos que são planos diretores que visam a fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos, sendo estes de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos (art. 6º e 7º).

- DECRETO ESTADUAL Nº 14250/81

O decreto estadual nº 14.250 de 1981 regulamenta dispositivos da Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1980, referentes à proteção e a melhoria da qualidade ambiental no Estado de Santa Catarina.

O art. 9º, parágrafo 2º define que “As obras da construção e manutenção de canais, barragens, açudes, estradas e outras, deverão adotar dispositivos conservacionistas adequados, a fim de impedir a erosão e suas conseqüências”.

Assim como o Código Florestal Brasileiro, o decreto proíbe o corte de árvores e demais formas de vegetação natural nas margens de rios, respeitando faixas marginais que dependem da largura do manancial (art. 49).

- LEI MUNICIPAL Nº 1767/1993

Através da lei municipal Nº 1767/1993 foi instituído o código de parcelamento do solo de Jaraguá do Sul.



Em seu Art. 5º, a lei estabelece que não será permitido o parcelamento do solo:

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

Em seu Art. 7º, a lei estabelece que todos os loteamentos deverão respeitar a reserva de faixa "non aedificandi", computada para efeito de cálculo dos 35% (trinta e cinco por cento) citados na alínea "a" do item I:

*a) ao longo dos rios Itapocu, Itapocuzinho, Jaraguá, da Luz e do Cerro, na largura de 15,00 m (quinze metros) em cada lado, a partir do nível normal das águas;*

Ainda em seu Art 7º ela estabelece que todo loteamento deverá ter:

*V - ruas estruturais e coletoras pavimentadas com asfalto; (Redação acrescida pela Lei nº 5.774/2010)*

*VI - ruas locais com peças pré-moldadas de concreto (lajotas) ou asfalto; (Redação acrescida pela Lei nº 5.774/2010)*

*VII - calçadas (passeios) pavimentadas. (Redação acrescida pela Lei nº 5.774/2010)*

§ 1º - A obrigatoriedade da reserva de faixa "non aedificandi" poderá ser dispensada, a critério da Municipalidade, em terrenos;

*a) que não possuam alusão à mesma em seu título imobiliário, para efeito de edificação;*

*b) que, pela sua configuração geométrica, venham a se tornar inaproveitáveis para edificação, caso estabelecida tal faixa;*

*c) marginais a corpos d'água, com formação rochosa, destituídos de cobertura vegetal;*

*d) marginais a corpos d'água, com grande diferença de nível em relação aos mesmos;*

*e) marginais a corpos d'água, que estejam sofrendo processo de erosão hídrica, necessitando de obras de proteção;*

*f) marginais a corpos d'água que venham a abrigar estações de tratamento de afluentes/efluentes líquidos.*

*g) marginais a corpos d'água canalizados. (Redação dada pela Lei nº 2.426/1998)*

§ 2º - A Municipalidade, a seu critério, poderá estabelecer faixas "non aedificandi"

*com largura necessária à proteção e segurança das áreas e construções marginais a corpos d'água em razão de cotas de enchente*

No Art. 19 a lei estabelece que: *Antes da elaboração do projeto definitivo de loteamento e da sua execução, o interessado deverá requerer à Municipalidade fixação e expedição de diretrizes para uso e ocupação do solo; traçado do sistema viário; dimensionamento dos lotes e dimensionamento e localização dos espaços livres de uso público e das áreas reservadas para equipamento urbano e comunitário, encaminhando para este fim: I - certidão imobiliária, recente, do RI; II - 2 (dois) jogos de plantas em escala adequada, contendo basicamente:*

- a) a área total, a remanescente e a loteada com a divisão física (partido urbanístico) pretendida, compreendendo quadras, lotes, vias de circulação com a respectiva hierarquia, espaços livres de uso público, áreas reservadas para equipamento urbano e comunitário, faixas "non aedificandi", bem como as restrições que incidirão sobre os lotes e as edificações, tudo devidamente dimensionado, localizado e identificado;*
- b) a "situação" do empreendimento, em escala adequada, com a orientação Norte-Sul;*
- c) quadro de áreas;*
- d) o tipo de uso predominante a que o loteamento se destina;*
- e) as curvas de nível de 5 em 5m (cinco metros) ou a outra distância, bem como a sua extensão além dos limites do loteamento, até o talvegue ou espigão mais próximo, a critério da Municipalidade;*
- f) indicação em planta e perfil da rede de drenagem pluvial, com especificação das dimensões da tubulação, declividade, sentido de escoamento, profundidade de assentamento, destino final, localização das caixas de coleta e inspeção e respectivo dimensionamento, bem como do quadro quantitativo;*
- g) os perfis longitudinais e transversais de todas as vias de circulação;*
- h) as características, dimensões e localização das zonas de uso contíguas;*
- i) a localização das nascentes e dos corpos d'água, da cobertura vegetal representativa e das construções e monumentos existentes;*
- j) a indicação dos arruamentos contíguos a todo o perímetro, a localização das vias de comunicação, das áreas livres, dos equipamentos urbanos e comunitários*

*existentes no local ou em suas adjacências, com as respectivas distâncias da área a ser loteada, num raio mínimo de 500 m (quinhentos metros);*

*l) as dimensões lineares e angulares do projeto, com raios, cordas, arcos, pontos de tangência e ângulos centrais das vias;*

*m) a indicação dos marcos de alinhamento e nivelamento localizados nos ângulos de curvas e vias projetadas e cotados a referências de nível oficiais;*

*n) outros elementos julgados pertinentes, a critério da Municipalidade, ouvido o COMURB, se necessário.*

### **3. LEVANTAMENTO E DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL**

#### **3.1. GESTÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA**

Os serviços do sistema de Drenagem Urbana do município de Jaraguá do Sul encontram-se vinculados organizacionalmente à Secretária Municipal de Obras e Serviços Públicos (Semob).

Cabe a esta Secretaria aprovar projetos de drenagem, fiscalizar a implantação das obras de drenagem executadas por terceiros, efetuar a manutenção do sistema existente e a limpeza da rede de drenagem, manter atualizado o cadastro do sistema de drenagem, realizar pequenas obras, entre outras funções correlacionadas ao sistema de drenagem urbana do município.

A Secretaria de Obras é acionada pela Secretaria Municipal da Defesa Civil (Sedef) em casos de emergência relacionados a problemas na drenagem urbana, como nos casos de enchentes e inundações.

Para auxiliar os serviços executados pela administração, o município de Jaraguá do Sul criou o Programa de Interação com a Comunidade (PIC). Através deste programa foi criado um canal direto para receber solicitações, sugestões, críticas e denúncias, através de acionamento por telefone, pessoalmente ou por e-mail. Com relação à drenagem urbana, o PIC auxilia na identificação de problemas, tais como, bocas-de-lobo assoreadas, pontos isolados de inundação, entre outros.

A atuação operacional na drenagem urbana ocorre através de quatro regiões, cada qual com sua respectiva equipe e equipamentos próprios característicos da natureza dos serviços a serem executados (caminhão hidrojato, retroescavadeira, caminhão basculante, entre outros) sendo cada equipe composta por: 1 fiscal da área (responsável pelo setor geográfico) e demais operadores. Estas equipes atuam não só na drenagem urbana, mas no conjunto que abrange os serviços executados pela Secretaria de Obras, visando atender todos os munícipes, estabelecendo a ordem

de serviço, priorizando as mais necessárias e urgentes, de acordo com as solicitações oriundas das comunidades alvos.

### **3.1.1. Evolução da Implantação do Sistema de Drenagem**

As cidades que tiveram um crescimento espontâneo, isto é, sem planejamento de sua planta, implantaram suas redes de drenagem com a capacidade adequada para aquele momento que, com o crescimento urbano demonstraram-se insuficientes causando enormes problemas para a população.

Jaraguá do Sul é uma cidade típica de crescimento espontâneo cujo desenvolvimento foi impulsionado pela construção da estrada de ferro no início do século passado. A cidade é cortada por inúmeros córregos e ribeirões que inicialmente corriam a céu aberto entre as construções da cidade nas áreas próximas à ferrovia. A engenharia da estrada de ferro previu com grande acerto o dimensionamento dos bueiros e pontilhões nos pontos de travessia destes córregos e ribeirões onde, com raras exceções, ocorrem alagamentos por insuficiência de condição de escoamento.

A partir da década de 60, com o desenvolvimento industrial, a cidade sofreu uma forte expansão imobiliária avançando a ocupação para mais próximo dos rios, fazendo aterros no leito secundário dos mesmos, como também ocupando as encostas, sem o devido cuidado para evitar deslizamentos causados pela supressão vegetal e pelo rompimento da estabilidade natural do terreno.

O sistema de drenagem que inicialmente fora implantado previa a capacidade restrita à área urbanizada, sendo que com a expansão a montante, esta condição não é mais suficiente, como consequência evidencia-se alagamentos em certas áreas.

Nas décadas de 1970/80 a Prefeitura de Jaraguá do Sul contratou a elaboração de projetos de drenagem e de pavimentação de diversas ruas. Segundo informações obtidas junto à Secretaria de obras, foram utilizados critérios técnicos condizentes para o dimensionamento das canalizações.

Na década de 90 a empresa SERENCO foi contratada para a elaboração de projeto de drenagem da área urbana do município. Este projeto apontou as deficiências dos projetos já implantados e determinou as vazões e o conseqüente dimensionamento das tubulações. A partir deste projeto foi possível à Administração corrigir algumas das deficiências apontadas e executar as novas tubulações conforme especificado. Este projeto possibilitou à Secretaria de Obras experiência no cálculo de contribuições, das vazões e do dimensionamento para situações novas, em casos de alterações necessárias por questões topográficas.

Em diversos pontos na área central da cidade ocorriam freqüentes alagamentos, dentre as quais pode-se citar: Borracharia Wolf, Nelo Hotel, Rua Domingos da Nova, Rua José Albus, Rua Anita Garibaldi, etc. Estes locais não foram objeto de um estudo hidrológico anterior onde seria dimensionada a tubulação corretamente, por isto os alagamentos. A Secretaria de Obras obedecendo ao projeto preconizado pela SERENCO implantou as tubulações indicadas para estes locais, o que solucionou definitivamente os problemas de alagamento nos locais citados.

A partir da Lei N<sup>o</sup>1767/93 passou-se a exigir do empreendedor o projeto de drenagem pluvial para o loteamento a implantar. Até então era comum o técnico responsável pelo projeto ir até a Secretaria de Obras para obter o dimensionamento necessário da tubulação. No entanto, a Secretaria de Obras não possuía estrutura com pessoal para atender esta função, sendo que a mesma caberia ao técnico responsável pelo projeto.

A partir do ano 1997/ 1998, a Secretaria de Obras estabeleceu uma norma pela qual o técnico projetista deveria apresentar junto ao projeto de drenagem a memória e planilha de cálculo da área de contribuição, a respectiva vazão e conseqüente dimensionamento, com a recomendação expressa de incluir as áreas adjacentes que eventualmente contribuíssem para a área do loteamento. Este projeto depois de analisado e aprovado pelos técnicos da Secretaria de Obras é liberado para execução. A execução deve ser acompanhada pela fiscalização da Secretaria de Obras. Para a aprovação final do loteamento exige-se ainda do loteador a implantação dos demais itens que compõe a infraestrutura, como a rede elétrica, iluminação pública e o revestimento primário da rua (Fonte: Secretaria de Obras).

### 3.1.1.1. Plano Diretor de Drenagem

Foi elaborado no ano de 1986 por empresa terceirizada, o Plano Diretor do Sistema de Drenagem das Águas Pluviais da cidade de Jaraguá do Sul. Á área de estudo, do referido Plano Diretor, considerou todas as sub-bacias que contribuem para a área já urbanizada na época de elaboração do Plano, resultando em 142 km<sup>2</sup>. Foi analisado o escoamento das águas superficiais desde os divisores principais até os corpos receptores. Na época de elaboração do Plano, as galerias existentes deveriam coletar e conduzir também os esgotos sanitários, desta maneira, o traçado da rede de galerias previu tubulações nos dois lados das vias, sob o meio fio, afim de evitar a quebra do pavimento sempre que novas ligações forem executadas. No entanto, não foram considerados aspectos referentes as vazões de esgotos, comportamento dos materiais e conseqüências do lançamento de esgoto sanitário bruto nos corpos receptores.

O Plano Diretor de Drenagem abordou os seguintes tópicos: 1) Metodologia, Estudos Hidrológicos e de Cheias: Metodologia para o dimensionamento, cálculo das vazões, intensidade pluviométrica máxima, tempo de concentração, valores das contribuições, critérios para a escolha das seções, tubos de concreto, galerias subterrâneas, tempo de recorrência e dados hidrológicos; 2) Sistema Existente: Projeto, sistema existente e avaliação do sistema existente; 3) Lay-Out Geral da Rede de Drenagem: sub-bacias hidrográficas, localização das galerias, traçado das galerias, poços de visita, bueiros e corpos receptores; 4) Dimensionamento Hidráulico: Caracterização dos trechos, dados do levantamento aerofotogramétrico, cálculo das contribuições, escolha dos diâmetros e seções, canalização de pequenos córregos e bueiros; 5) Conclusões e Recomendações.

Atualmente, os Planos Diretores de Drenagem tem como objetivo criar mecanismos de gestão da infra-estrutura urbana relacionando com o escoamento das águas pluviais e dos rios na área urbana das cidades. Este planejamento visa evitar perdas econômicas, melhoria das condições de saúde e meio ambiente das cidades. Pode-se notar que o Plano Diretor do Sistema de Drenagem das Águas Pluviais da cidade de Jaraguá do Sul, possui o enfoque de um projeto técnico de drenagem e não de um Plano Diretor.

### **3.1.2. Procedimentos Relacionados à Drenagem Urbana**

Com relação à micro-drenagem urbana, a Secretaria de Obras executa constantemente procedimentos relativos a avaliação de projetos de rede de drenagem de novos loteamentos, cadastro técnico da rede de drenagem, manutenção do sistema, principalmente através de limpeza da rede, e execução de pequenas obras.

A seguir estão descritos tais procedimentos, através de informações obtidas junto a visitas técnicas à Secretaria de Obras.

#### **3.1.2.1. Avaliação de Projetos de Drenagem em Loteamentos de Terceiros**

A Secretaria de Obras, através de seu quadro técnico, formulou um documento intitulado “Diretrizes Básicas e Técnicas para Aprovação de Projetos de Drenagem das Águas Pluviais”, o qual auxilia os funcionários na avaliação e aprovação de projetos de drenagem de novos loteamentos, no entanto tal documento está em forma de minuta.

Para a avaliação de projetos de drenagem urbana de novos loteamentos, em síntese, é realizado o seguinte procedimento:

- 1) O empreendedor entra em contato com a prefeitura e informa sobre o local do projeto a ser realizado (Protocolo 400- Assunto: Drenagem Pluvial);
- 2) O protocolo é encaminhado para a Secretaria de Obras, e um funcionário da mesma delimita a bacia de contribuição (ver modelo, Figura 1) do projeto a ser realizado;
- 3) O empreendedor paga uma taxa pela delimitação da bacia de contribuição de drenagem e de posse deste material dá continuidade ao projeto;
- 4) Após o projeto concluído ele é encaminhado pelo empreendedor para a prefeitura, que através da Secretaria de Planejamento e Secretaria de Obras verifica a situação do mesmo;



- 5) A Secretaria de Obras verifica se o projeto está de acordo com os princípios e diretrizes técnicas aplicadas aos projetos de drenagem, e em caso positivo, aprova-o.

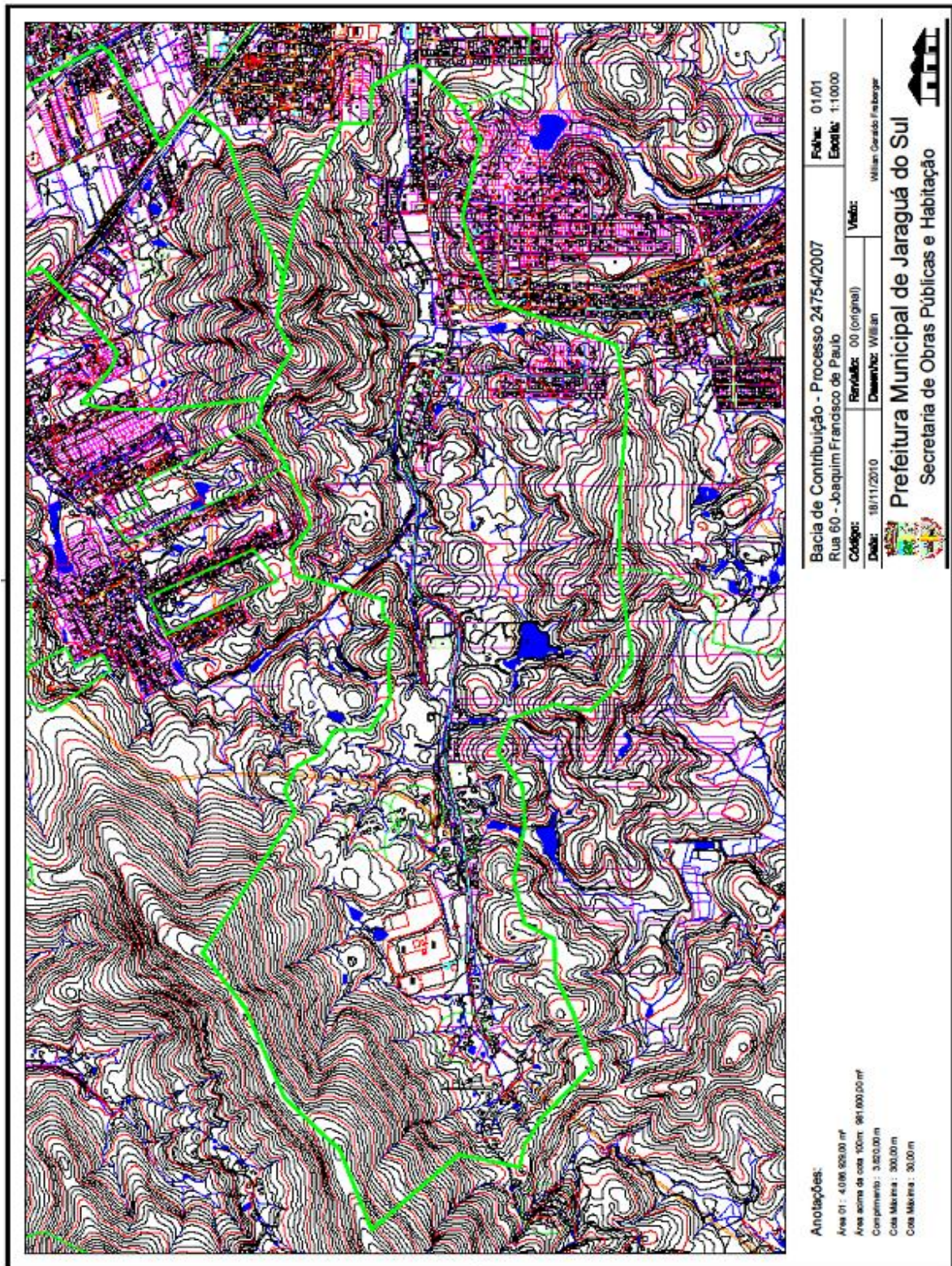


Figura 1: Modelo de Bacia de Contribuição fornecida pela Sec. de Obras (Fonte: Sec. de Obras).



### **3.1.2.2. Vistoria na Execução de Obras de Drenagem nos Loteamentos de Terceiros**

Na vistoria que concede a aprovação de um loteamento são verificadas as condições da tubulação através das bocas de lobo; a posição das bocas de lobo em relação do nível da rua; o revestimento primário com macadame através da espessura da camada e o abaulamento. Se algum dos itens não estiver condizente a aprovação é indeferida e o loteador deverá corrigir a irregularidade constatada.

A partir da aprovação do loteamento, a manutenção das vias e o sistema de drenagem passam a ser patrimônio público sob responsabilidade da Prefeitura, através da Secretaria de Obras. Esta manutenção nem sempre ocorre de imediato dependendo da inserção da rua no contexto viário da cidade.

A Secretaria de Obras já evidenciou problemas em loteamentos recém implantados devido ao fato do material escavado ou aterrado não ter sido devidamente compactado, sendo este material facilmente carregado pelas águas de chuva, obstruindo a entrada das bocas-de-lobo. Esta água então segue para as próximas bocas-de-lobo formando um caudal cada vez mais volumoso podendo causar verdadeiras crateras. Este caudal somente é detido no primeiro ponto baixo da rua ou no cruzamento de outra rua, levando consigo a lama e terra causando transtorno neste local (Fonte: Secretaria de Obras).

A Lei Municipal Nº1767/1993, Art 7º estabelece que todo loteamento deverá possuir:  
V - ruas estruturais e coletoras pavimentadas com asfalto; (Redação acrescida pela Lei nº 5.774/2010);

VI - ruas locais com peças pré-moldadas de concreto (lajotas) ou asfalto; (Redação acrescida pela Lei nº 5.774/2010);

VII - calçadas (passeios) pavimentadas. (Redação acrescida pela Lei nº 5.774/2010);

Como já existe lei que obriga o loteador a pavimentar as ruas implantadas, deve-se, portanto, fiscalizar os novos loteamentos a fim de verificar se a lei está sendo obedecida. Nota-se que a redação que contempla a questão da pavimentação dos

novos loteamentos foi acrescida somente no ano de 2010, devendo a referida lei sanar o problema do carreamento do revestimento primário acima citado.

Outros problemas identificados pela Secretaria de Obras durante a implantação de projetos de drenagem de novos loteamentos são os descritos a seguir:

- A qualidade dos tubos adquiridos. Não existe procedimento interno na Secretaria de Obras que exija dos fornecedores destes tubos boletins de ensaio laboratorial do produto atestando estar dentro das normas da ABNT.
- A correta colocação dos tubos. A colocação dos tubos deve ser acompanhada topograficamente obedecendo às diretrizes do projeto.

A má qualidade dos tubos causa rompimento dos mesmos pelo tráfego de carros e até pelo peso do aterro e o conseqüente fechamento da seção, ocasionando o transbordamento. A má qualidade dos serviços de assentamento pela não observância das declividades estabelecidas no projeto e o não rejuntamento ocasionam o assoreamento, o que faz diminuir a seção do tubo podendo causar transbordamentos.

A Secretaria de Obras trabalha em três frentes para amenizar os problemas expostos acima. A primeira é na análise dos projetos. Para a orientação dos profissionais desta área foi elaborado um caderno com as diretrizes técnicas. Na segunda frente procura-se fiscalizar a qualidade do material empregado, a princípio, visualmente e em seguida serão feitos testes de laboratório. Por último faz-se o acompanhamento no assentamento conferindo as inclinações, encaixe e rejuntamento dos tubos (Fonte: Secretaria de Obras).

### **3.1.2.3. Serviços de Manutenção do Sistema**

Os serviços de manutenção do sistema de drenagem urbana, através de limpeza e/ou consertos de tubulações, construção e/ou manutenção de bocas-de-lobo, entre outros, ocorrem através de quatro regiões. Cada região possui equipe e equipamentos próprios para executarem os serviços, tais como, caminhão hidrojato, retroescavadeira e caminhão basculante.

**Região 1 (Verde):** Ilha da Figueira, Barra do Rio do Serro (parcial), Pedra Branca, Barra do Rio Molha, Rio Molha, Rio Cerro I, II e III, Vila Nova, Boa Vista, Aguas Claras.

**Região 2 (Azul):** Barra do Rio Cerro (parcial), Parque Malwee, Jaraguá 99, Jaraguá 84, Garibaldi, Cacilda, São Pedro, Jaraguazinho, Rio da Luz I, II e III.

**Região 3 (Vermelho):** Centro, Nova Brasília, São Luis, Jaraguá Esquerdo, Tifa Martins, Vila Lenzi, Chico de Paulo, Água Verde, Estrada Nova, Rau, Três Rios do Sul (parcial), Tifa Monos, Czerniewicz, Amizade, Baependi, Vila Lalau, Centenário e Vieiras.

**Região 4 (Amarelo):** Santa Luzia, Grotta Funda, Ribeirão Manso, Vila Chartres, Ribeirão Grande do Norte, Bela Vista, São João, Três Rios do Norte, Nereu Ramos, Vila Machado, Santo Antonio, Ribeirão Cavalo e João Pessoa.

Os serviços de manutenção do sistema de drenagem urbana são executados conforme a necessidade dos mesmos, não sendo realizada uma programação prévia. De acordo com a Secretaria de Obras, os serviços de manutenção preventiva não são programados devido a limitações de recursos humanos e equipamentos adequados. No entanto, para execução dos serviços existe uma equipe permanente (porém, não exclusiva) destinada para este fim, que dispõe de um caminhão hidrojato e outros veículos/ equipamentos.

Na Figura 2 apresentam-se as regiões e as UTAP's a qual elas estão inseridas.

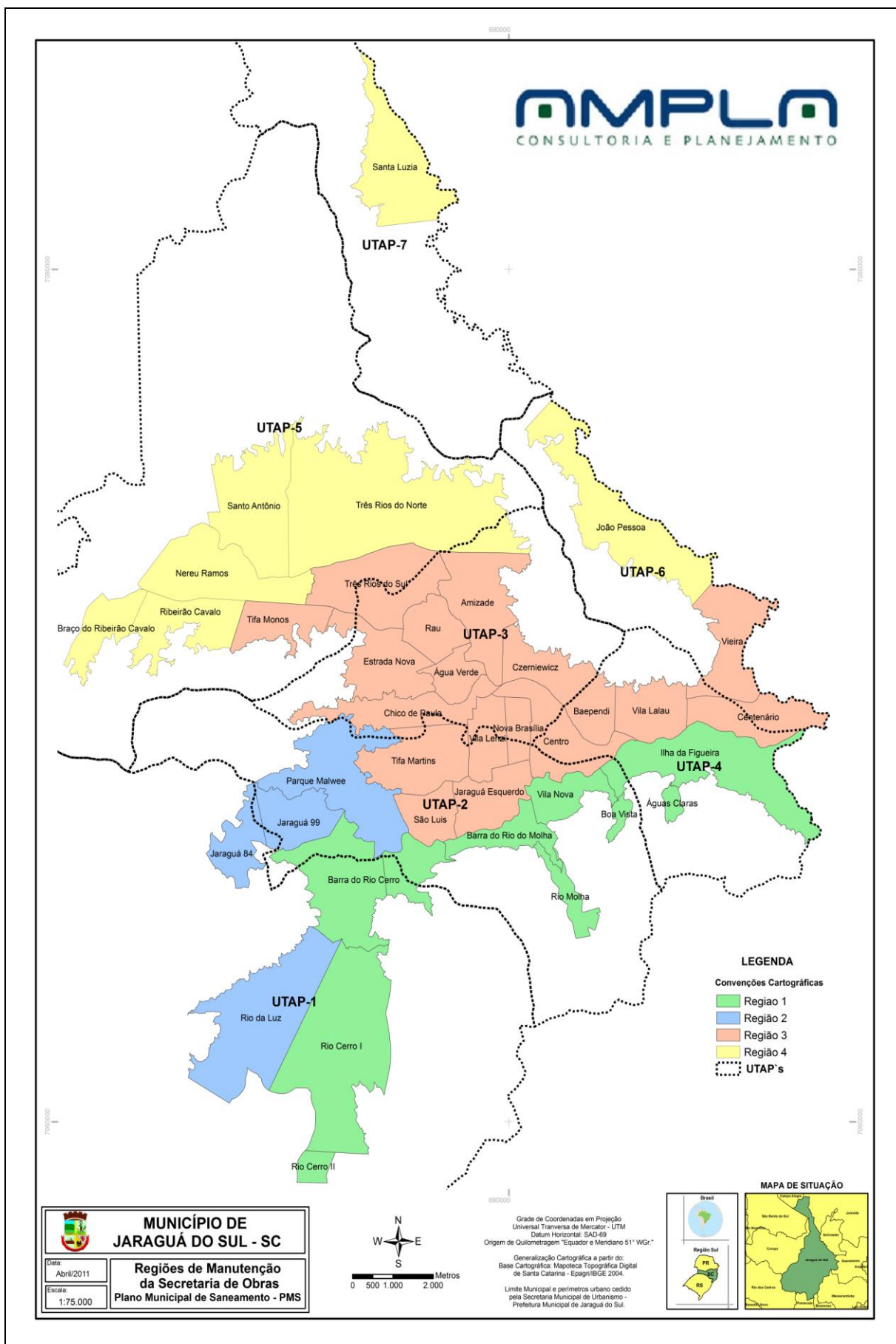


Figura 2: Vista geral das regiões de manutenção do sistema de drenagem e UTAP's.

A rotina de trabalho relacionada a manutenção do sistema ocorre através de informações obtidas junto a população, através dos PIC's ou constatação por técnicos da prefeitura. Diariamente, no início do expediente, são encaminhadas as ordens de serviços para o encarregado geral das distintas equipes (que atendem as quatro regiões anteriormente citadas). Comumente realiza-se a desobstrução corretiva da rede de drenagem com o caminhão hidrojato. A seguir, na Figura 3, são mostrados serviços de manutenção sendo executados.



**Figura 3: Serviços de manutenção da rede de drenagem (Fonte: Sec. de Obras).**

Para execução da limpeza da rede de drenagem urbana foi adquirido em 2010 um caminhão novo com sistema de Hidrojateamento e sucção, podendo o equipamento ser utilizado combinado ou separadamente, conforme mostra a Figura 4.



**Figura 4: Caminhão Hidrojato (Foto: Dezembro / 2010).**

Os resíduos retirados da rede de drenagem urbana e seus dispositivos, sendo basicamente composto por terra, são enviados para locais pré-determinados, como o pátio da Secretaria de Obras e do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto



– SAMAE. No momento da operação, tais resíduos ficam armazenados no tanque do equipamento de sucção. O material líquido retorna ao sistema de microdrenagem existente.

As bocas de lobo captam a água e os resíduos carregados junto com ela, por este motivo a boca de lobo é considerado um ponto com grande incidência de lixo acumulado, devendo as mesmas serem limpas constantemente. Em Jaraguá do Sul não ocorre a constante limpeza de bocas de lobo, sendo a mesma ainda dificultada pelo fato da maioria das bocas de lobo serem soldadas (para evitar furtos), conforme mostra a Figura 5.



**Figura 5: Imagem de boca de lobo soldada implantada em Jaraguá do Sul (Foto: Dezembro/2010).**

Para auxiliar no atendimento da demanda dos serviços de manutenção e execução de pequenas obras, a Secretaria de Obras dispõe de uma fábrica de tubos que produz tubulações com diâmetros de Ø 20 cm à Ø 150 cm, a Figura 6 mostra a vista geral da fábrica localizada no pátio da Secretaria de Obras.



**Figura 6: Vista geral da fábrica de tubos, localizada no pátio da Secretaria de Obras (Foto: Dezembro/ 2010).**

No Quadro 1 têm-se a produção de tubos nos anos de 2009 e 2010, pode-se observar uma maior fabricação de tubos Ø 40 cm, pois este é o diâmetro recomendado para as galerias de águas pluviais, de acordo com as diretrizes para aprovação de projetos proposta pela Secretaria de Obras.

**Quadro 1: Produção da fábrica de tubos (unidades) nos anos de 2009 e 2010 (Fonte: Sec. Obras).**

| Produção de Tubos |       |       |        |
|-------------------|-------|-------|--------|
| Diâmetro (m)      | 2009  | 2010  | Total  |
| 0,20              | 1.266 | 1.282 | 2.548  |
| 0,30              | 3.607 | 3.182 | 6.789  |
| 0,40              | 6.134 | 4.952 | 11.086 |
| 0,60              | 2.248 | 1.458 | 3.706  |
| 0,80              | 451   | 517   | 968    |
| 1,00              | 670   | 617   | 1.287  |
| 1,50              | 87    | 248   | 335    |
| Fossa 1,2         | 25    | 62    | 87     |
| Tubo de Poço      | 24    | 42    | 66     |

### **3.1.3. Gastos com o Sistema de Drenagem**

Como acontece na maioria dos municípios brasileiros, Jaraguá do Sul utiliza recursos financeiros para a execução das atividades de drenagem urbana, provenientes do Orçamento Municipal, arrecadados na cobrança do IPTU (Imposto



sobre a propriedade predial e territorial urbana), no entanto, não existe um orçamento anual fixo destinado a tal sistema.

De acordo com informações obtidas junto a Secretária de Obras, para o Ano de 2010 foram gastos R\$ 700.000,00 com os serviços relacionados a drenagem urbana, incluindo neste montante os gastos da fábrica de tubos. Para 2011 a Prefeitura destinou através de seu orçamento anual R\$ 395.000,00 para drenagem e fábrica de tubos. Percebe-se que este último valor representa quase a metade do que foi gasto em 2010, ou seja, dificilmente ele arcará com os custos de manutenção e investimentos do setor.

Apesar da Lei N<sup>o</sup> 11.445 prever a sustentabilidade econômico-financeira de manejo de águas pluviais urbanas mediante remuneração pela cobrança dos serviços, na forma de tributos, inclusive taxas, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades, descrita no Cap. VI, art. 29, item III, em Jaraguá do Sul não existe mecanismo de cobrança para o sistema de drenagem urbana e manejo das águas pluviais.

#### **3.1.4. Projetos e Obras em Desenvolvimento pela Secretaria de Obras**

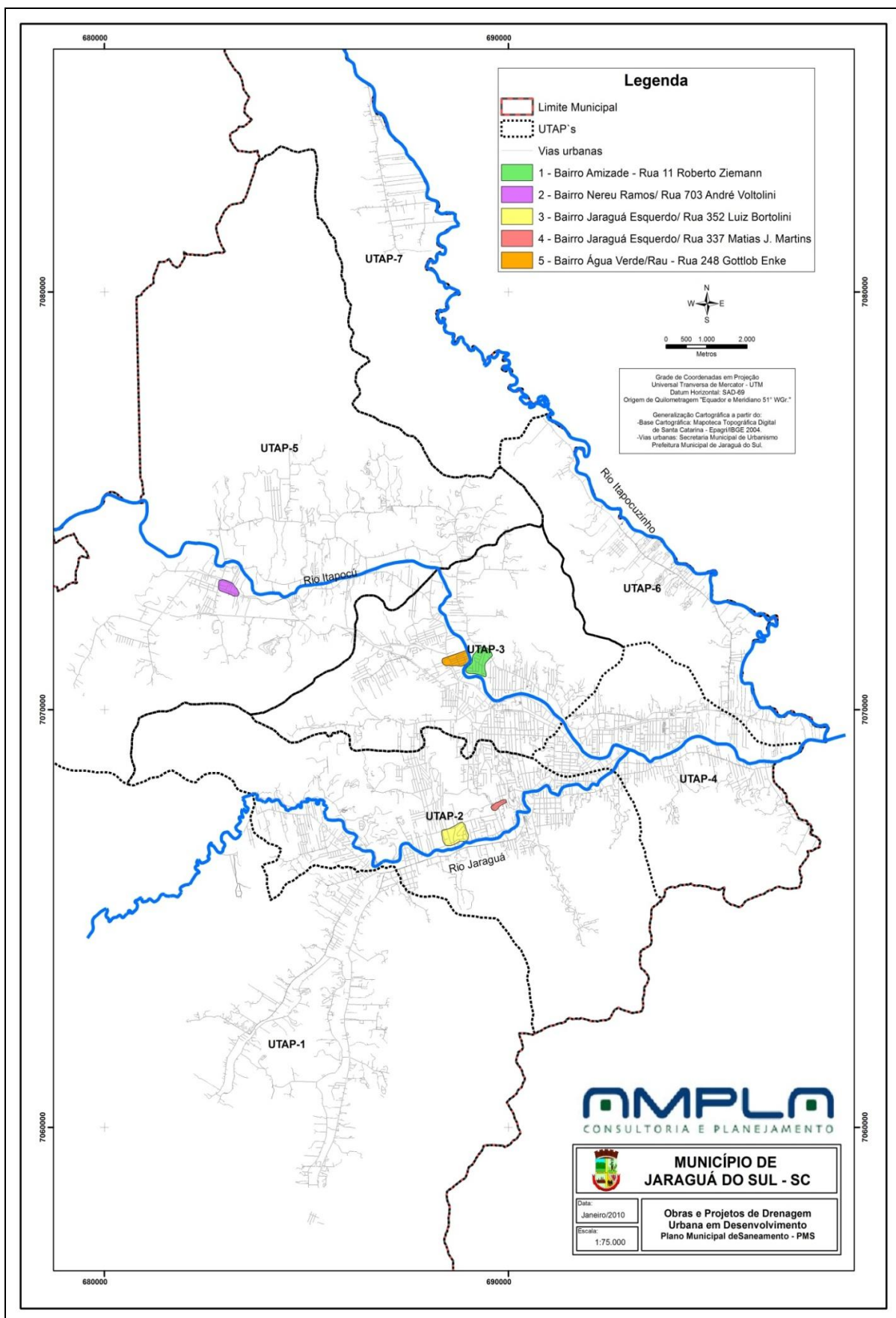
A Secretaria de Obras executa pequenas obras em caráter emergencial, quando verificado problemas na rede de drenagem, ou mesmo a falta de rede em determinados locais, agindo sempre que evidenciado algum problema. Em tais obras, muitas vezes é realizada, pelos técnicos da Secretaria de Obras, simplesmente a descrição do problema, através de um esboço do projeto, o croqui, e se verificada a existência de tubulação disponível na fábrica de tubos da Secretaria a obra é executada com mão de obra própria, caso contrário, é contratada empresa terceirizada para executá-la.

Para exemplificar, na Figura 7 pode-se observar uma obra sendo executada na Rua Maximiliano Hiendlmayer, no bairro Vila Baependi. Nesta ocasião foram colocados 115 tubos de Ø 60 cm, para dar vazão ao acúmulo de água em um dos trechos da Rua Max Wilhelm, em frente à Rádio Jaraguá.



**Figura 7: Obra sendo executada pela Secretaria de Obras (Fonte: <http://portal.jaraguadosul.com.br>).**

Atualmente (2010/2011) existem cinco locais importantes onde ocorrem com frequência alagamentos como consequência do sub-dimensionamento das tubulações, que não levaram em conta o processo de urbanização das áreas à montante destes locais. Na Figura 8, apresenta-se o mapa com os locais acima citados, apresentando o bairro e a UTAP ao qual está inserido.



**Figura 8: Locais com projetos e obras de drenagem em desenvolvimento.**

A seguir é feita a enumeração destes locais com a descrição da situação atual e a preconização das soluções com os quantitativos (Fonte: Secretaria de Obras).

1) Bairro Amizade – UTAP 3

Local: Rua Roberto Ziemann defronte ao Mercado Contelli.

Situação: Por ocasião da pavimentação da rua Roberto Ziemann foi implantada uma tubulação Ø 1,00m para o escoamento das águas pluviais do local, bem como de nascentes de um pequeno córrego situadas em terras de pastagens de Pomianowski - atual Loteamento Champs Elysee. Este pequeno córrego originalmente passava por terras de Manske até alcançar o Loteamento Versailles onde foi implantado um tubo Ø 1,20m, localizado dentro da quadra formada pelas ruas João Batista Rudolf, Rosa Balsanelli e 13 de Maio. A tubulação citada foi então implantada pela rua Roberto Ziemann seguindo pela rua João Batista Rudolf, conectando-se na de Ø 1,20m existente. Com a urbanização das áreas antes de pastagens esta tubulação se demonstrou insuficiente e por esta razão os alagamentos no local citado.

Solução: Para solucionar este caso foi projetada uma tubulação auxiliar Ø 1,00m paralela na outra margem da rua partindo do local afetado, pela rua Roberto Ziemann, João Batista Rudolf, Rosa Balsanelli e 13 de Maio até alcançar o rio Itapocu, conforme mostra Figura 9. A extensão desta obra é de 560 metros.

Custo dos tubos R\$ 84.000,00



Figura 9: Croqui obra 1 (Fonte: Secretaria de Obras)

2) Bairro Nereu Ramos – UTAP 5

Local : Rua André Voltolini fundos da CMEI Almida Canalli Bertoli

Situação: Neste local um córrego, cujas nascentes estão além da BR 280, passando pela proximidade do Cemitério de Nereu Ramos, foi tubulado com canalização de Ø 1,00m conservando o traçado natural do córrego, passando por terrenos de Osorio Pauletto, atravessando em seguida a rua Luis Sartri e RFFSA. A urbanização do Bairro especificamente o Loteamento Zanghelini fez com que o volume de água aumentasse e a tubulação antes suficiente, não mais comportasse este volume, ocasionando frequentes alagamentos no estabelecimento de ensino citado. Aterros efetuados nos terrenos de Pauletto, agravaram ainda mais a situação impedindo a saída da água pela superfície.

Solução: Pelas construções hoje existentes onde seguia o curso natural do córrego tornou difícil ou até impossível a substituição dos tubos ou a implantação de tubulação auxiliar. Por esta razão a Secretaria decidiu implantar tubulação de Ø 1,50m, partindo do ponto onde o córrego atravessa a rua André Voltolin, seguindo por esta até alcançar terrenos de Gadotti onde simultaneamente será implantado um pequeno loteamento, e então por este até a rua Luiz Sartri e RFFSA. A extensão total desta obra é de 305,00 metros, conforme mostra a Figura 10. Custo dos tubos R\$ 106.750,00



Figura 10: Croqui obra 2 (Fonte: Secretaria de Obras).



3) Bairro Jaraguá Esquerdo/S. Luiz – UTAP 2

Local: Rua Luiz Bortolini esquina Antonio J Macedo

Situação: O córrego que drena uma extensa área incluindo as conhecidas “Lagoas do Marcatto”, foi tubulado com 2 tubos Ø 1,00m num primeiro segmento à margem da rua Luiz Borotlini continuando por uma vala aberta a jusante desta rua que logo adiante se junta ao canal do Jardim S. Luiz/Tifa dos Martins. Em tempos recentes as áreas em torno das Lagoas foi integralmente urbanizada inclusive com ruas pavimentadas. Os efeitos disto logo tornaram notório o subdimensionamento da tubulação ali implantada. Para agravar a situação, a vala à jusante da rua Luiz Bortolini também foi tubulada em parceria entre Prefeitura e a Empresa instalada nas proximidades. Como consequência desta nova tubulação e construções no local que impedem escoamento superficial, tem-se os freqüentes alagamentos no local cuja configuração topografia forma um bolsão.

Solução: Para solucionar esta situação projetou-se a colocação de um tubo auxiliar através da rua Luiz Bortolini até a ponte sobre o canal do Jardim S. Luiz/Tifa dos Martins, conforme mostra Figura 11. A extensão desta obra é de 292,00 metros. Custo dos tubos R\$ 43.800,00.





Figura 11: Croqui obra 3 (Fonte: Secretaria de Obras)

4) Bairro Jaraguá Esquerdo – UTAP 2

Local: Estádio João Marcatto (Juventus)/rua Matias J. Martins

Situação: Parte das chamadas “Lagoas do Marcatto” escoam em direção à rua João Carlos Stein Passando pela Recreativa de Industrias Marcatto e em seguida pelo Estadio João Marcatto desaguardo na vala da Vila Lenzi em terras de pastagens de Spézia. Na década de 1980 quando ocorreram as melhorias do estádio esta vala foi tubulada com tubos Ø 1,00m. No entanto antes destas obras de melhoria no local, já havia um trecho tubulado com tubos Ø 0,80m que infelizmente permaneceram. Mais tarde a vala continuou sendo tubulada sob o loteamento Juventus até terrenos de pastagem de Spézia. Posteriormente a Imobiliária Marcatto alterou o curso do escoamento de suas lagoas direcionando a vala para a confluência das ruas 337 Matias José Martins e 206 João Carlos Stein. A partir deste ponto implantou-se tubos Ø 1,00m até o portão do Estadio através da rua Matias José Martins. Constata-se hoje que a tubulação dentro da área do estadio é insuficiente ocasionando alagamentos nas construções da rua Matias José Martins.

Solução: Para este caso projetou-se um tubo auxiliar Ø 1,00m partindo do final da rua Matias José Martins seguindo por traz da arquibancada do Estádio até alcançar a rua Francisco Winter na confluência da rua Luiz Chiodini seguindo por esta até a vala em terras de Spézia, conforme mostra Figura 12. A extensão desta obra é de 205 metros. Custo dos tubos R\$ 30.750,00

[www.consultoriaampla.com.br](http://www.consultoriaampla.com.br)

5) Bairro Água Verde/Rau – UTAP 5

Local Rua 105 Jorge Buhr/ 932 Carlos Hruschka

Situação: Analisando a situação constatou-se o seguinte: próximo à rua Jorge Buhr originalmente havia um pequeno córrego cujas nascentes se localizam à montante da BR 280. Na construção da Rodovia foi implantado um bueiro tubular diâmetro 0,60m para o escoamento do córrego. Por ocasião da pavimentação da Rua Jorge Buhr este córrego foi tubulado através da rua com tubos diâmetro 0,80m até o ponto onde este adentrava em terrenos de Rolf Barg. A partir deste ponto em diante o tubo passa para diâmetro 1,00m atravessando a rua Ceará até as terras de Fidelix Hruschka onde então seguia por vala aberta. Esta vala por sua vez se juntava próximo a rede ferroviária, com o ribeirão maior o qual será descrito a seguir.

O ribeirão referido tem suas origens também à montante da BR 280 no bairro Estrada Nova. A área total da bacia incluindo a descrita acima referente a rua Jorge Buhr, é de 114,70ha. A vazão calculada em momentos de precipitação máxima é de 14,41m<sup>3</sup>/seg. A rede ferroviária que limita a área da bacia forma um verdadeiro “Dique” e o bueiro de pedra implantado por ocasião da construção da linha férrea era insuficiente para dar vazão das águas em momentos de alta precipitação. Na década de 1990 a Prefeitura substituiu o bueiro de pedra por um tubo diâmetro 2,00m. À jusante da estrada de ferro o ribeirão foi tubulado em grande parte também com tubos do mesmo diâmetro. Entrementes a região, começando pelas terras de Fidelix Hruschka, foi fortemente urbanizada causando conseqüentemente um aumento no volume da vazão. Concluiu-se, pois que o tubo diâmetro 2,00m, cuja capacidade de vazão é de 10,65m<sup>3</sup>/seg, não mais comporta a vazão total que conforme referido acima é de 14,41 m<sup>3</sup>/seg. Desta forma pode-se concluir que o alagamento denunciado na rua Jorge Buhr não é causado por deficiência do tubo no local mas sim pelo represamento na passagem do bueiro sob a estrada de ferro no loteamento Fidelix Hruschka.

Solução: Implantação de um tubo diâmetro 1,50 m paralelo ao tubo de 2,00m existente. A extensão é de aproximadamente 400 metros.



Figura 13: Croqui obra 5 (Fonte: Secretaria de Obras).



**Considerações gerais acerca dos cinco locais citados:**

As obras citadas são executadas à medida que existe a disponibilização das tubulações, maquinário e funcionários da Secretaria de Obras, sendo comum o armazenamento temporário das tubulações em locais próximos aos que serão executadas tais obras. Tais locais geralmente são cedidos pelos munícipes ou são locais da própria administração pública. Na Figura 14 pode-se visualizar tubulações a espera da execução das obras.



**Figura 14: Tubos alocados próximo aos locais onde serão executadas obras de drenagem (Foto: Dezembro/ 2010).**

## 3.2. ESTUDO DAS UNIDADES TERRITORIAIS DE ANÁLISE E PLANEJAMENTO

Neste item será apresentado o estudo hidrográfico, através da caracterização física das sub-bacias que compõe as UTAP`s, mapa pedológico, mapa com áreas de preservação permanente de leitos de rio, mapa com os processos minerários nos principais rios de Jaraguá do Sul e mapas de inundações de 2008 e 2011 (fornecidos pela Defesa Civil Municipal). De posse destes mapeamentos foi realizada uma análise conjunta destes fatores por UTAP.

### 3.2.1. Estudo Hidrográfico

No presente trabalho, foram utilizados mapas disponibilizados pela Secretaria Municipal de Urbanismo da Prefeitura de Jaraguá do Sul e Cartas topográficas digitais e unidades hidrográficas do IBGE, disponibilizadas pela EPAGRI (Empresa de pesquisa agropecuária e extensão rural de Santa Catarina).

De posse desses mapas, foram delimitadas as sub-bacias e criados novos mapas de interesse para o presente Plano. Para facilitar a leitura e entendimento de cada sub-bacia, foram elaborados quadros com as principais características físicas analisadas, quadros estes resultado dos estudos feitos de cada área, com base em software de geoprocessamento e base de dados digitais disponibilizadas pelo IBGE e Epagri - mapoteca topográfica digital de Santa Catarina.

Optou-se por estudar as sub-bacias que mais influem no manejo das águas pluviais, considerando o agrupamento de sub-bacias como a unidade de análise e planejamento - UTAP, conforme já apresentado no Produto 1 do presente Plano Municipal de Saneamento (PMS). Considerou-se para tanto 24 sub-bacias, que serão estudadas a partir de sua caracterização física, sendo que duas destas sub-bacias (SB-C3 e SB-C5) estão fora do limite municipal e oito delas (SB-C9, SB-C8, SB-C7, SB-C6, SB-C4, SB-C2, SB-B1 e SB-B8) são sub-bacias intermunicipais.

Na Figura 15, pode-se observar o mapa com as sub-bacias consideradas, suas exutórias e as respectivas Unidades de Análise e Planejamento UTAP`s.

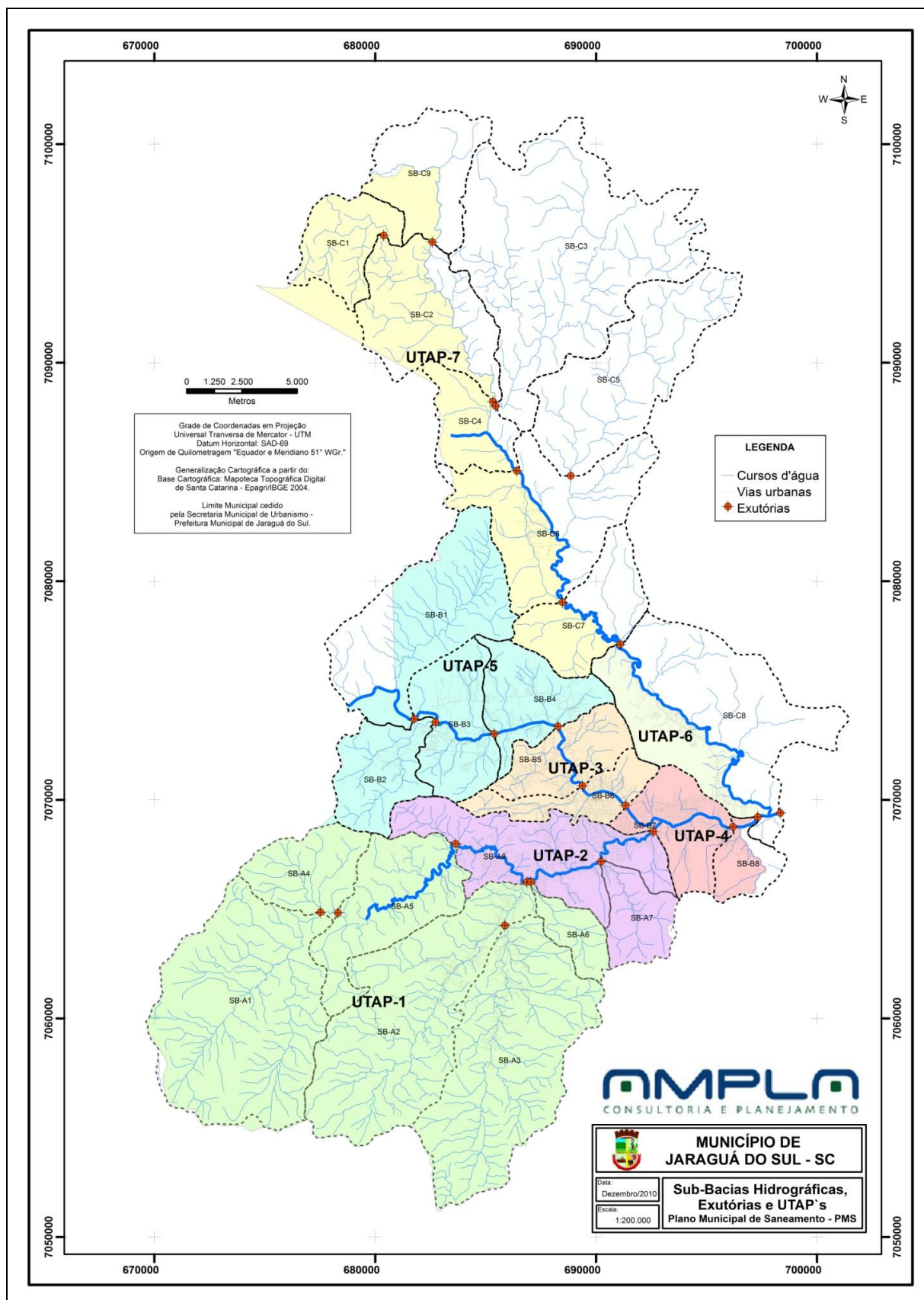


Figura 15: Mapa com as Sub-bacias hidrográficas, exutórias e delimitação das UTAP's.



### 3.2.1.1. Características Físicas das Sub-bacias

As características físicas de uma bacia hidrográfica são elementos de grande importância para se estudar seu comportamento hidrológico. As principais características físicas de uma bacia são apresentadas a seguir.

#### Área de Drenagem

É a área plana de uma bacia (projeção horizontal) inclusa entre seus divisores topográficos. A área da bacia é o elemento básico para o cálculo das outras características físicas.

#### Forma da Bacia

A forma superficial de uma bacia hidrográfica é importante devido ao tempo de concentração a partir do início da precipitação, necessário para que toda a bacia contribua na seção em estudo, ou seja, tempo que leva a água dos limites da bacia para chegar à saída da mesma.

Em geral as bacias hidrográficas dos grandes rios apresentam a forma de uma pêra ou de um leque, mas as pequenas bacias variam muito no formato, dependendo da estrutura geológica do terreno.

- *Coeficiente de Compacidade ( $K_c$ ):* É a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de área igual à da bacia. A tendência à enchente de uma bacia será tanto maior quanto mais próximo da unidade for este coeficiente. Um coeficiente igual à unidade corresponderia a uma bacia circular.

- *Fator de Forma ( $K_f$ ):* É a relação entre a largura média e o comprimento axial da bacia. Mede-se o comprimento da bacia ( $L$ ) quando se segue o curso d'água mais longo desde a desembocadura até a cabeceira mais distante na bacia. A largura média ( $L_m$ ) é obtida quando se divide a área pelo comprimento da bacia. Considerando duas bacias de mesma área, a que apresentar menor fator de forma, menor será a possibilidade de ocorrer enchentes.

## **Declividade da Bacia**

A declividade dos terrenos controla em boa parte a velocidade com que se dá o escoamento superficial, afetando o tempo que leva a água da chuva para concentrar-se nos leitos fluviais que constituem a rede de drenagem das bacias. A magnitude dos picos de enchente e a maior ou a menor oportunidade de infiltração e susceptibilidade para erosão dos solos dependem da rapidez com que ocorre o escoamento sobre os terrenos da bacia.

## **Índices-físicos calculados**

Os principais índices físicos das sub-bacias, calculados com o auxílio do software de geoprocessamento, serão apresentados por UTAP's, sendo eles: Latitude do exutório, Longitude do exutório, Área, Perímetro, Largura média da bacia, Comprimento da bacia (eixo), Comprimento do rio principal, Altitude máxima no ponto mais afastado, Altitude mínima (exutório), H (dif. cotas), Declividade média da bacia - lado mais inclinado, Coeficiente de compacidade – Kc, Fator de Forma – Kf, Declividade do rio principal (nascente até arroio).

### **3.2.2. Estudo Pedológico**

O estudo dos principais tipos de solo do perímetro urbano do município de Jaraguá do Sul apresenta a predominância de: Solos Residuais Argilosos, Solos Residuais pouco profundos, Solos Residuais Silto Arenosos, Depósito de Tálus e Solos Aluvionares, conforme mostra a Figura 16.

O estudo pedológico por Unidade de Análise e Planejamento -UTAP- já foi detalhado no Relatório 2 - Estudo da Caracterização Física das UTAP's - do presente Plano Municipal de Saneamento.

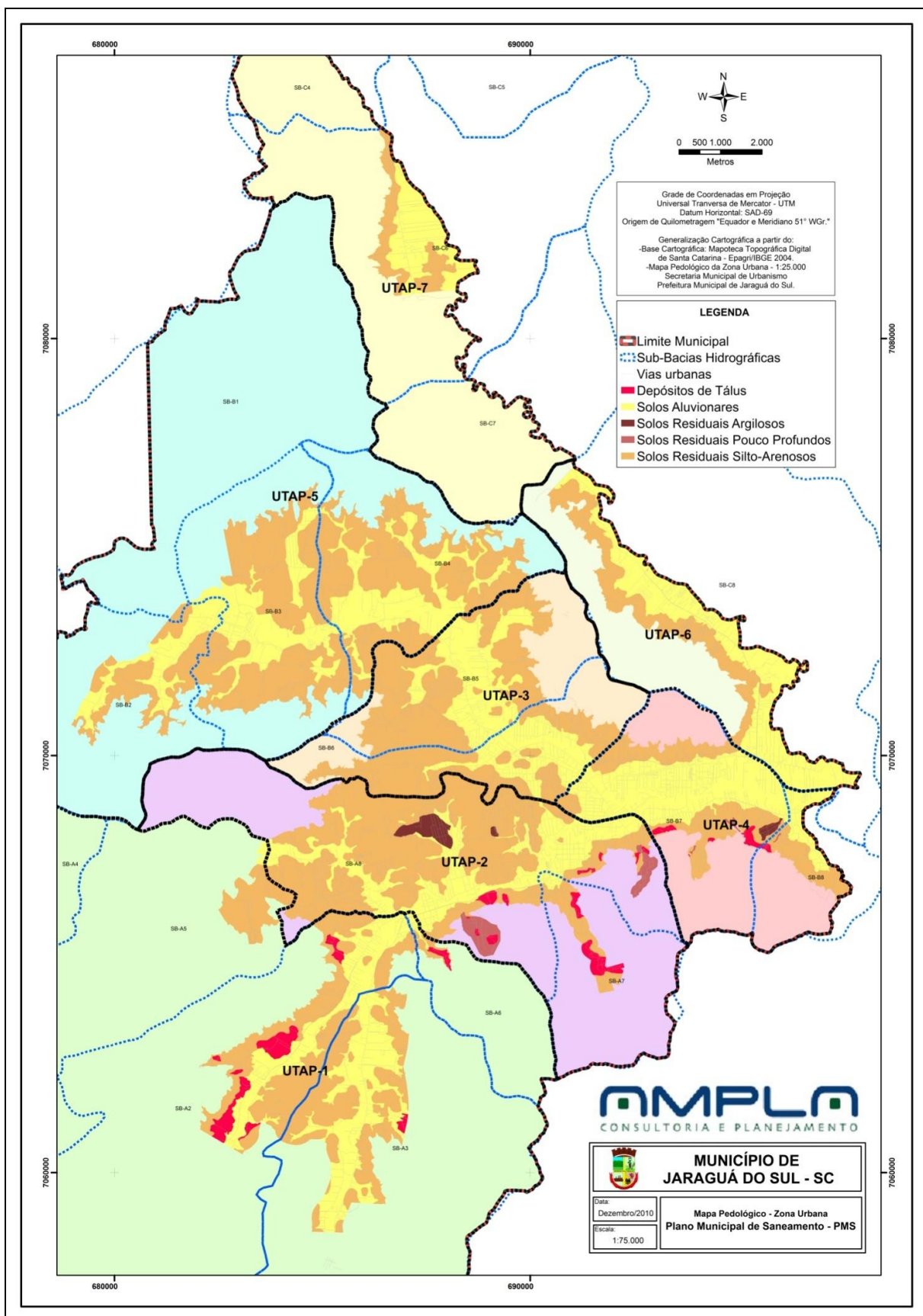


Figura 16: Estudo pedológico por UTAP.

De acordo com o mapa pedológico nota-se a predominância de Solos Residuais Silto Arenosos e Solos Aluvionares, na área urbana do município.

Os Solos Residuais Silto Arenosos apresentam o relevo predominantemente ondulado, o nível da água profundo (com exceção das áreas próximas à talvegues), média permeabilidade e alto risco de escorregamentos.

Os Solos Aluvionares são caracterizados por apresentarem relevo plano (áreas de várzeas e terraços aluvionares), nível d'água próximo à superfície e alta permeabilidade. Este tipo de solo propicia áreas sujeitas a inundações com solo arenoso e qualquer escavação gera a possibilidade de interceptar o nível do lençol freático.

As características do solo, principalmente a capacidade de infiltração, determinam diversas ações que podem ser tomadas com relação ao sistema de drenagem urbana do município, podendo-se destacar as ações não-estruturais através da implantação de Sistemas de Infiltração. Este tipo de sistema possui como objetivo capturar uma parcela do volume de água escoada superficialmente, retê-lo e infiltrá-lo no solo. Pode-se citar como exemplo de sistema de infiltração: bacias de infiltração, pavimentos permeáveis, trincheiras e poços de infiltração.

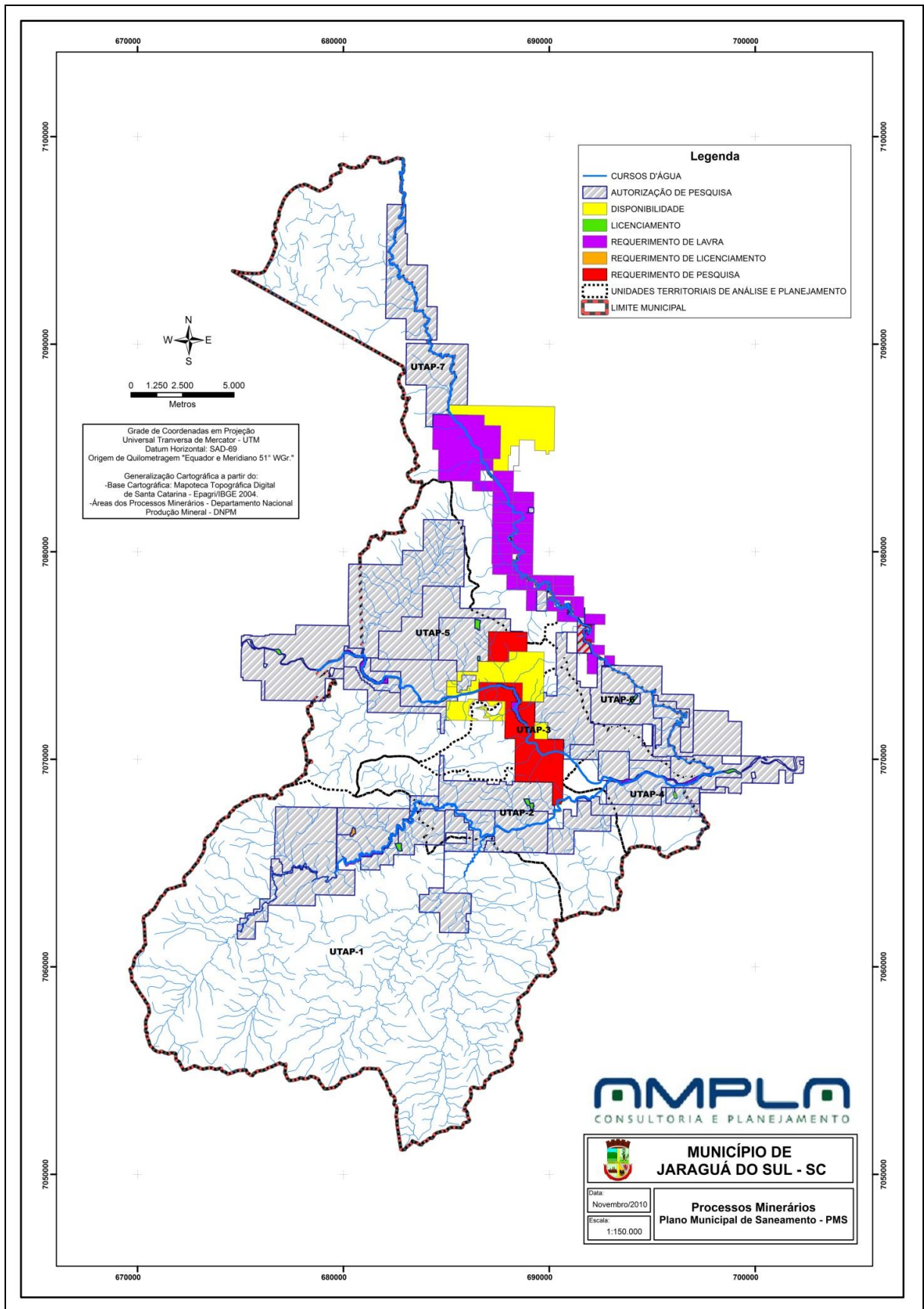
### 3.2.3. Exploração Mineral

De acordo com o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), ocorre nos principais rios de Jaraguá do Sul exploração mineral, sendo em sua maioria explorado: areia, cascalho, argila, saibro, minério de ouro, gnaiss e seixos. O sistema de informações geográficas da mineração do DNPM disponibiliza dados acerca do tipo de atividade executada, minério extraído e seu uso, sendo o principal uso destinado à construção civil. Na Figura 17, pode-se observar mapa com os processos minerários em Jaraguá do Sul. No Quadro 2 apresenta-se a área correspondente a fase da atividade executada.

**Quadro 2: Fase e área do processo de extração mineral (Fonte: DNPM)**

| <b>Fase</b>              | <b>Área (ha)</b> |
|--------------------------|------------------|
| Autorização de Pesquisa  | 19.044           |
| Disponibilidade          | 1.546            |
| Requerimento de Lavra    | 2.708            |
| Licenciamento            | 179              |
| Requerimento de Pesquisa | 1.451            |

Os impactos que a exploração mineral pode causar são variados, podendo gerar mudanças da dinâmica dos rios, ocasionando assoreamento dos mesmos, mudança da paisagem natural, entre outros. Ressalta-se que tais efeitos podem interferir no sistema de macro-drenagem e manejo das águas pluviais, e que em Jaraguá do Sul não existe um estudo sobre os principais impactos que estas atividades podem gerar ao meio ambiente.



**Figura 17: Processos minerários nos principais rios de Jaraguá do Sul.**

### 3.2.4. Mapeamento das Áreas Sujeitas à Inundações

Um problema recorrente em Jaraguá do Sul, relacionado ao manejo das águas pluviais urbanas, diz respeito às inundações que ocorrem geralmente nas várzeas de rios. A inundação ocorre quando as águas dos rios saem do leito menor de escoamento e escoam para o leito maior, que em virtude do processo de urbanização já foi ocupado com moradias, estradas, comércio, etc.

Agravantes relacionado aos fenômenos de inundações, dizem respeito a impermeabilização do solo devido às edificações, a retirada da cobertura vegetal nas áreas de encostas, a colocação de revestimento asfáltico nas ruas, o aterramento das áreas de várzeas, e a utilização incorreta dos canais como depósito de resíduos e efluentes domésticos, resultando em uma modificação do regime hidrológico, com redução da infiltração das águas das chuvas e aumento na velocidade do escoamento superficial, o qual atinge rapidamente o curso principal do canal, provocando alagamentos em diversos pontos onde existem estrangulamentos de seção ou obstrução do leito.

Recentemente, em novembro 2008 e em janeiro de 2011, ocorreram eventos de precipitação extrema em Jaraguá do Sul, ocasionando grandes inundações na cidade. Pode-se observar no Quadro 3 a intensidade da precipitação nos meses acima citados.

**Quadro 3: Precipitação mensal (Fonte: SAMAE)**

| <b>Precipitação Mensal (mm)</b> |             |             |             |             |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                                 | <b>2008</b> | <b>2009</b> | <b>2010</b> | <b>2011</b> |
| <b>Jan</b>                      | XX          | 347,5       | 332,5       | <b>605</b>  |
| <b>Fev</b>                      | XX          | 260,5       | 166         | XX          |
| <b>Mar</b>                      | XX          | 347,5       | 376         | XX          |
| <b>Abr</b>                      | XX          | 114,5       | 313         | XX          |
| <b>Mai</b>                      | XX          | 89,5        | 166,5       | XX          |
| <b>Jun</b>                      | XX          | 53,5        | 118         | XX          |
| <b>Jul</b>                      | XX          | 222,5       | 210         | XX          |
| <b>Ago</b>                      | XX          | 161         | 95          | XX          |
| <b>Set</b>                      | XX          | 364         | 69          | XX          |
| <b>Out</b>                      | 356         | 106         | 171         | XX          |
| <b>Nov</b>                      | <b>752</b>  | 79          | 150         | XX          |
| <b>Dez</b>                      | 171,5       | 121,5       | 244,5       | XX          |

Quando da ocorrência dessas inundações, a Defesa Civil Municipal, realizou mapeamento dos locais atingidos, conforme pode ser visualizado na Figura 18. As manchas de inundações referentes a 2011 ainda encontram-se em fase de atualização, no entanto, serão mostrados os locais já mapeados.

Os sistemas de drenagem urbana, através de seus dispositivos de captação e escoamento das águas, buscam auxiliar na prevenção das inundações, principalmente nas áreas mais baixas das comunidades sujeitas a alagamentos ou marginais de cursos naturais de água. Ressalta-se que na área da drenagem urbana, os problemas agravam-se em função da urbanização desordenada evidenciada atualmente. As enchentes em áreas ribeirinhas são enchentes naturais que atinge a população que vive em leito de rios por falta de planejamento do uso do solo.



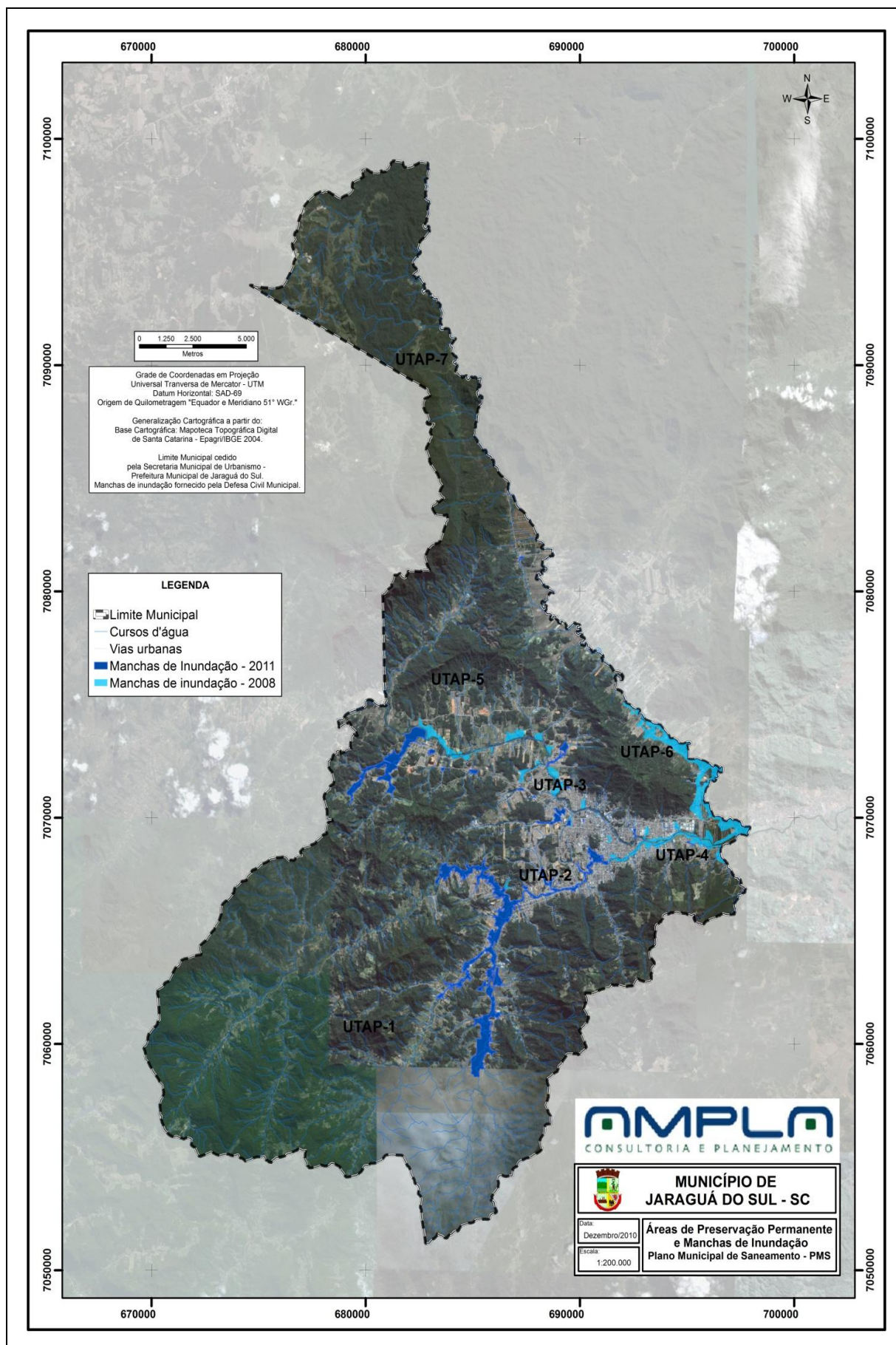
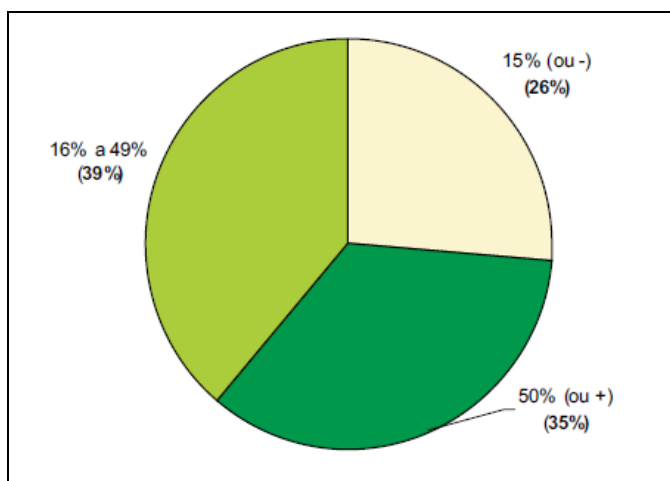


Figura 18: Manchas de inundação e UTAP's (Fonte: Defesa Civil de Jaraguá do Sul).

De acordo com estudo realizado pela AMVALI, intitulado “Diagnóstico Socioambiental nas APP’s de matas ciliares ao longo dos principais rios das áreas urbanizadas no município de Jaraguá do Sul – SC (2009)”, verificou-se que 35% dos trechos analisados ao longo das margens dos rios ainda apresentam mais de 50% de cobertura vegetal. Todavia, percentual ainda maior (39%) está na faixa de cobertura entre 16% e 49%. Em 26% dos casos foram detectados trechos com 15% ou menos de cobertura vegetal, conforme mostra a Figura 19. A cobertura vegetal das margens dos rios exerce grande influência nos fenômenos de inundações.



**Figura 19: Percentual de mata ciliar nos rios urbanizados de Jaraguá do Sul (Fonte: AMVALI)**

O trabalho desenvolvido pela AMVALI realizou uma análise da situação socioambiental das áreas de preservação permanente (APP) ao longo dos principais cursos d’água nas áreas urbanizadas no município de Jaraguá do Sul com vistas a dar subsídios para a adoção de critérios para procedimentos de regularização fundiária em situações já consolidadas, em faixas inferiores a 15 metros de equidistância. Para tanto, tomou-se por base os trechos urbanizados dos rios Itapocuzinho, Itapocu, Jaraguá, Rio da Luz e Rio do Cerro, demonstrando, sob o ponto de vista ambiental e socioeconômico, a situação em que se encontra a cobertura vegetal das margens dos cinco maiores rios do município em suas porções urbanizadas, levando em conta os riscos ambientais dos processos de urbanização.

O estudo realizado pela AMVALI (2009) no que diz respeito à ocupação de áreas inundáveis, realizou a sobreposição do Mapa de Ocorrências dos Desastres em Jaraguá do Sul e imagens aéreas, sendo possível observar a ocupação de grande parte das planícies de inundação ao longo de todos os rios, principalmente ao longo dos rios Itapocuzinho e Jaraguá. As áreas inundáveis dos trechos de rios analisados perfazem um total de 1033,8 hectares (10,338 Km<sup>2</sup>) e, embora as ocupações destas áreas se dêem também por indústrias e residências, a maioria apresenta uso agrícola.

Muitos dos trechos ciliares desmatados para abrigar as culturas do Município coincidem com as áreas inundáveis, o que pode ocasionar problemas que podem se ampliar enormemente por ocasião de eventos hidrológicos críticos, gerando inundações, conforme pode ser visto na Figura 20. Em situações como esta, o rio carrega maior volume de água contendo, além de grandes quantidades de argila (em época de preparo do solo), também resíduos de defensivos agrícolas (quando da lavoura já implantada) (Fonte: AMVALI 2009).



**Figura 20: Imagens das inundações de 2011 (Fonte: Defesa Civil).**

Conclui-se que a degradação das matas ciliares, principalmente as áreas que deveriam ser legalmente protegidas (APP's), ajudam a agravar os problemas das inundações ribeirinhas. As matas ciliares deveriam funcionar como filtros, retendo defensivos agrícolas, poluentes e sedimentos que seriam transportados para os cursos d'água, afetando diretamente a quantidade e a qualidade da água e conseqüentemente a fauna aquática e a população humana. Destaca-se ainda que

em regiões com topografia acidentada, exercem a proteção do solo contra os processos erosivos.

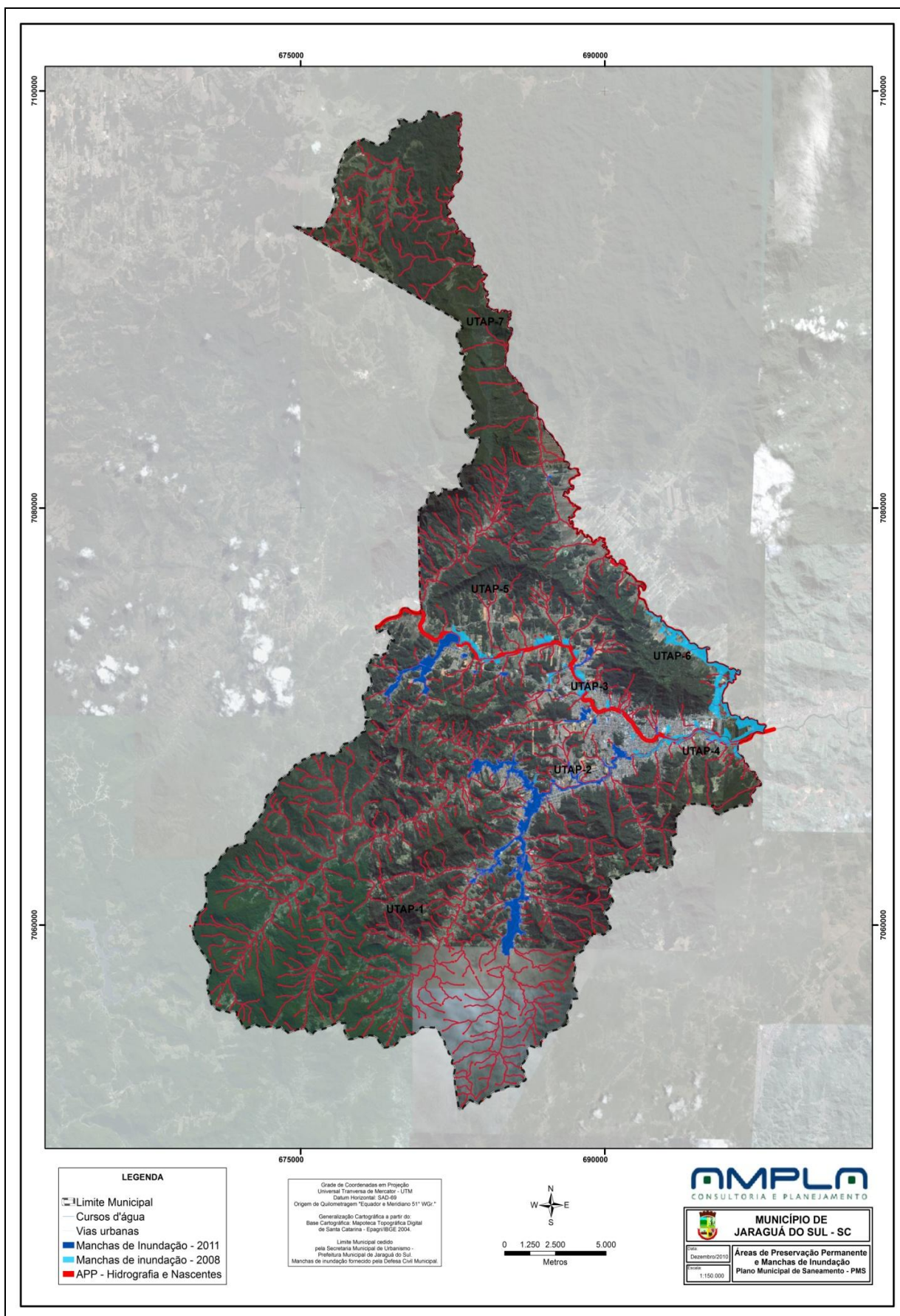
Na Figura 21, pode-se visualizar um mapa com as Áreas de Preservação Permanente de leito de rios e as manchas de inundações de 2008 e 2011 (parcial) fornecidas pela Defesa Civil. Para o mapeamento das áreas de preservação permanente (APP's) de leitos de rios, foi utilizado como base o trabalho de Caldas, intitulado *“Geoprocessamento Aplicado na delimitação de Áreas de Preservação Permanente em Jaraguá do Sul”*.

Caldas utilizou para os rios que nas cartas IBGE estão com linhas duplas, a área de preservação permanente calculada a partir das linhas demarcatórias das margens. Dentre estes, para os rios com largura de 10 a 50m a APP é de 50m, para aqueles com largura entre 50 e 200m a APP é de 100m. Para os rios que nas cartas IBGE têm linhas simples, mas identificados pelas fotografias aéreas como tendo uma largura média superior a 10m, a APP é de 50m. Os demais rios com linhas simples, que não foram enxergáveis pelas fotografias aéreas, a APP é de 30m.

Inicialmente foi processado um buffer de todo o tema drenagem, com uma distância de 30m. Depois foram realizados buffers para os rios com largura superior a 10m, utilizando como base as cartas do IBGE e as fotografias aéreas, que são:

- Rio Itapocu, que possui uma largura superior a 50m e inferior a 200m, tendo, portanto, uma APP de 100m;
- Rio Jaraguá, que possui largura entre 10 e 50m, tendo uma APP de 50m;
- Rio Cerro, com largura entre 10 e 50m, tendo uma APP de 50m;
- Rio Itapocuzinho, com largura entre 10 e 50m, tendo uma APP de 50m.





**Figura 21: Mapa de inundação e Área de Preservação Permanente (APP) de leito de rio.**

### 3.2.5. Análise das UTAP's

Neste item será realizada uma análise das características físicas das bacias hidrográficas que compõe as UTAP's, correlacionando-as com os fenômenos de inundações ocorridos e mapeados em 2008 e 2011 com mapa pedológico e ocupação do solo.

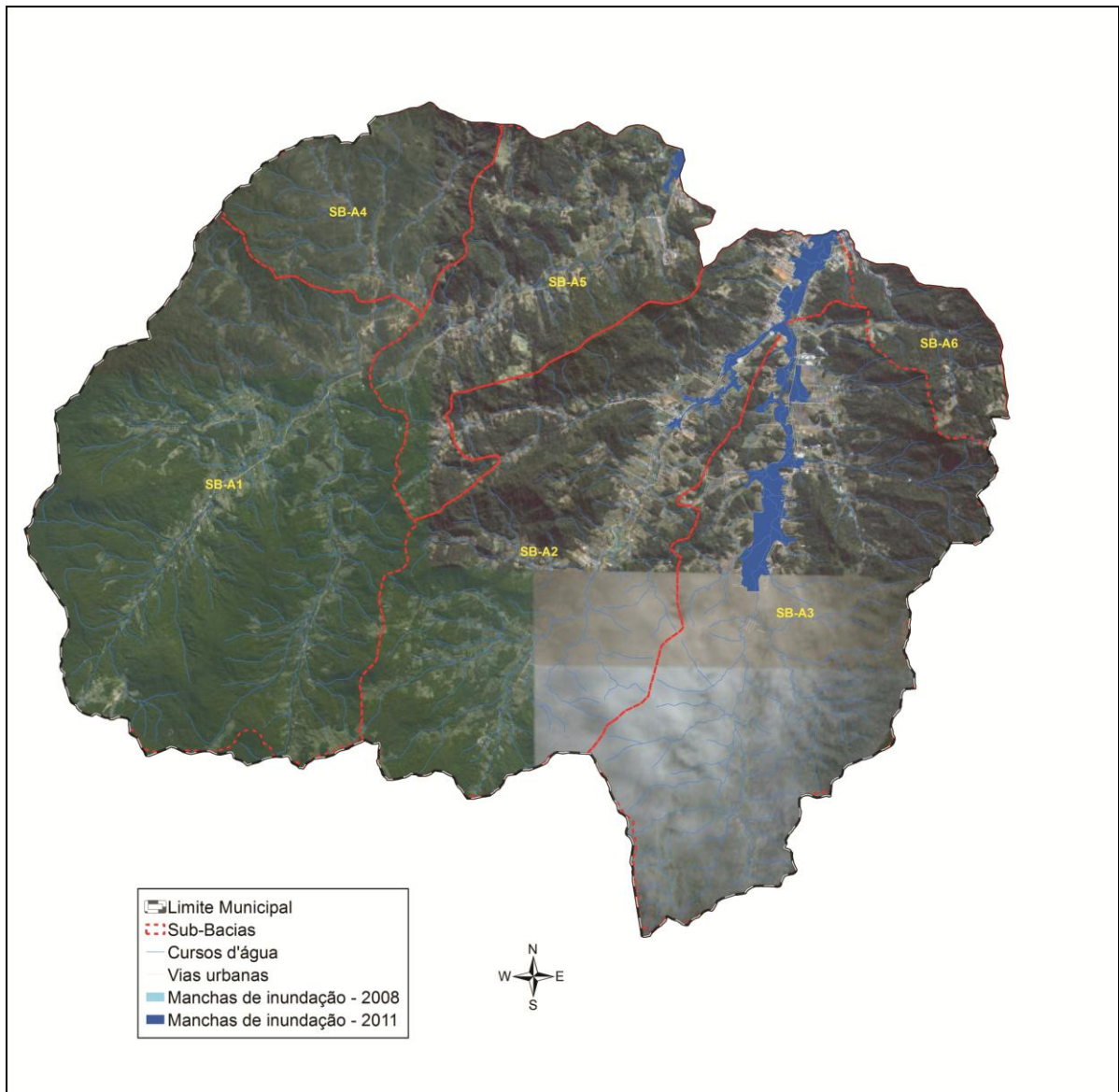
#### 3.2.5.1. Análise da UTAP 1

A UTAP 1 possui 6 sub-bacias (SB), é a maior UTAP analisada possuindo aproximadamente 240 km<sup>2</sup>, sendo mais de 90% de sua área considerada rural.

No Quadro 4 são apresentados os principais índices físicos das sub-bacias pertencentes a UTAP 1, posteriormente na Figura 22 apresenta-se imagem de satélite da referida UTAP.

**Quadro 4: Principais índices físicos das sub-bacias pertencentes a UTAP 1.**

| ÍNDICES FÍSICOS                                    | UTAP 1- SUB-BACIAS |         |           |            |            |            | UNID.           |
|--|--------------------|---------|-----------|------------|------------|------------|-----------------|
|  | SB-A1              | SB-A2   | SB-A3     | SB-A4      | SB-A5      | SB-A6      |                 |
| Latitude do exutório                               | 677523,5           | 686873  | 685875,55 | 678319,28  | 683648,40  | 687057,69  | SAD69           |
| Longitude do exutório                              | 7064859            | 7066240 | 7064250,1 | 7064832,72 | 7067978,48 | 7066240,71 | SAD69           |
| Área   | 68,09              | 59,18   | 59,90     | 16,64      | 28,30      | 7,59       | km <sup>2</sup> |
| Perímetro  | 36,35              | 40,70   | 37,78     | 17,37      | 28,89      | 14,14      | km              |
| Largura média da bacia                             | 6173,45            | 3905,16 | 4507,33   | 3391,04    | 2901,43    | 1350,95    | m               |
| Comprimento da bacia (eixo)                        | 11030              | 15154,5 | 13290     | 4907,4     | 9753,75    | 5621,6     | m               |
| Comprimento do rio principal                       | 14556,8            | 19627   | 18289,18  | 6234,4     | 16229,6    | 5599,12    | m               |
| Altitude máxima no ponto mais afastado             | 0                  | 840     | 640       | 640        | 500        | 680        | m               |
| Altitude mínima (exutório)                         | 0                  | 60      | 60        | 100        | 60         | 60         | m               |
| H (dif. cotas)                                     | 0                  | 780     | 580       | 540        | 440        | 620        | m               |
| Declividade média da bacia - lado mais inclinado   | 32,62              | 28,58   | 28,35     | 29,61      | 28,08      | 32,70      | %               |
| Coefficiente de compacidade – Kc                   | 1,23               | 1,48    | 1,37      | 1,19       | 1,52       | 1,44       |                 |
| Fator de Forma – Kf                                | 0,321              | 0,154   | 0,179     | 0,428      | 0,107      | 0,242      |                 |
| Declividade do rio principal (nascente até arroio) | 0,000              | 3,974   | 3,171     | 8,662      | 2,711      | 11,073     | %               |



**Figura 22: Imagem da UTAP 1.**

De acordo com os índices físicos das sub-bacias que compõe a UTAP 1, pode-se observar que a sub-bacia SB-A4 possui maior tendência a enchentes se considerado seu coeficiente de compacidade  $K_c$  de 1,19, pois quanto menor o  $K_c$  (mais próximo da unidade), mais circular é a bacia, menor o tempo de concentração e maior a tendência de haver picos de enchente. Observa-se também que a SB-A4 é a sub-bacia que apresenta seu rio principal com uma das maiores declividades, sendo que a velocidade de escoamento de um rio depende de sua declividade. Assim quanto maior a declividade, maior será a velocidade de escoamento e tanto mais pronunciados e estritos serão os hidrogramas das enchentes. No entanto, não foi evidenciada inundações na SB-A4 quando dos fenômenos de precipitação extrema ocorridos em 2008 e 2011, devido, muito provavelmente, ao fato desta sub-



bacia não ser urbanizada, e, portanto, o solo ainda possui alto índice de permeabilização, aumentando a capacidade de infiltração das águas da chuva no solo.

Na Figura 23, pode-se observar através de imagem de satélite as condições da cobertura vegetal da SB-A4.



**Figura 23: Imagem de satélite da SB-A4 (Fonte: Google Earth).**

De acordo com a Figura 24, na UTAP 1, os fenômenos de inundações mapeados em 2008 e 2011 (em azul), foram intensos nas sub-bacias SB-A2 e SB-A3, principalmente nos bairros Rio da Luz, Barra do Rio do Cerro, Rio do Cerro I e II. Pode-se observar que as áreas que sofreram inundações, foram justamente áreas que possuíam Solos Aluvionares (em amarelo), caracterizados por apresentarem relevo plano (áreas de várzeas), sendo sujeitos a inundação.



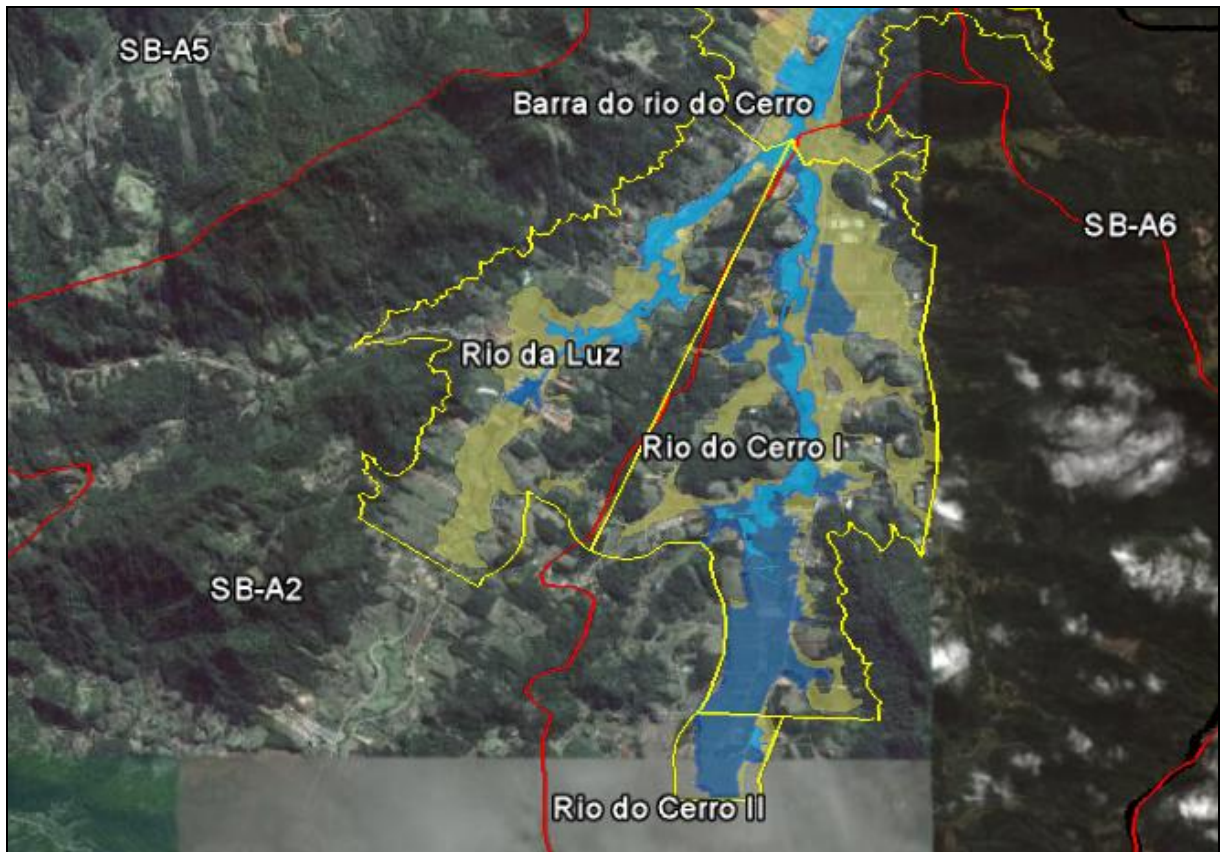


Figura 24: Vista geral da UTAP 1, detalhe: solos aluvionares (amarelo) e manchas de inundação (azul). (Fonte: Google Earth).

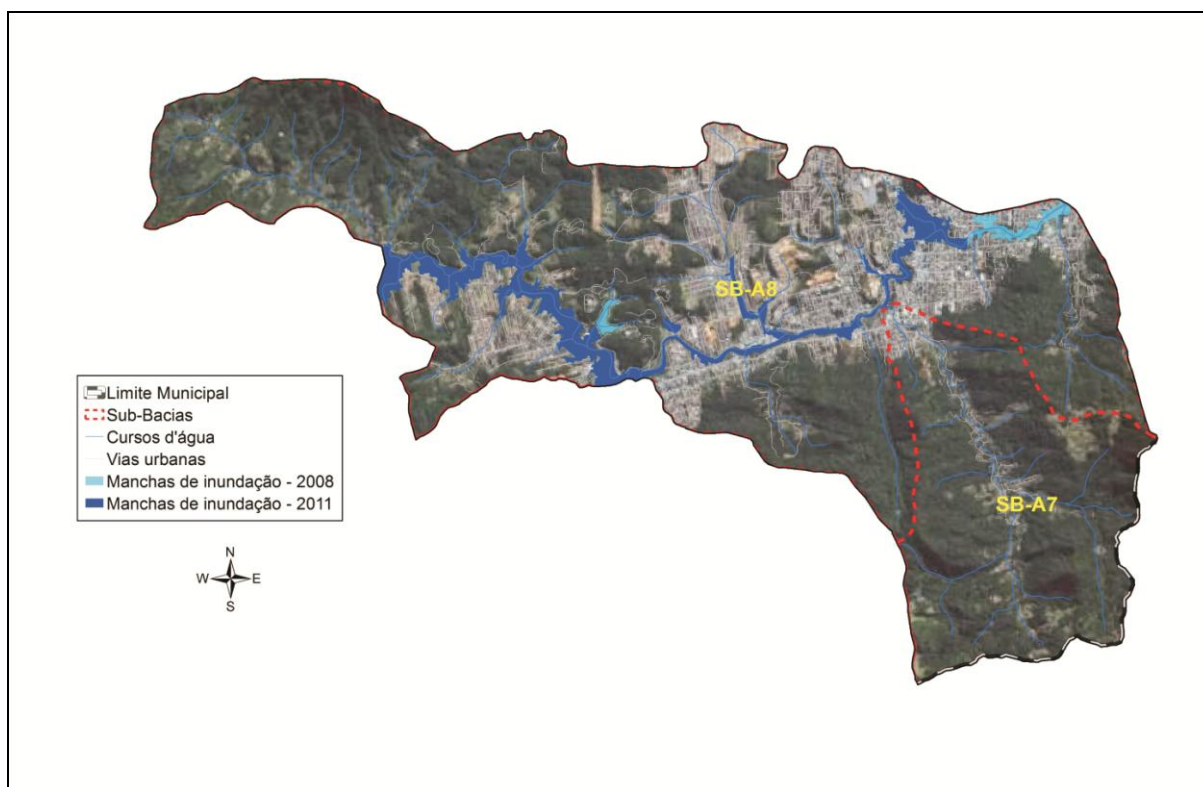
### 3.2.5.2. Análise da UTAP 2

A UTAP 2 possui 2 sub-bacias, a SB-A7 e SB-A8, sua área é de aproximadamente 45 km<sup>2</sup>, possuindo praticamente a mesma área urbana e rural.

No Quadro 5 são apresentados os principais índices físicos das sub-bacias pertencentes a UTAP 2, posteriormente na Figura 25 apresenta-se imagem de satélite da referida UTAP.

**Quadro 5: Principais índices físicos das sub-bacias pertencentes a UTAP 2.**

| ÍNDICES FÍSICOS                                    | UTAP 2- SUB-BACIAS |          |       |
|--|--------------------|----------|-------|
|  | SB-A7              | SB-A8    | UNID. |
| Latitude do exutório                               | 690228,7           | 692589,2 | SAD69 |
| Longitude do exutório                              | 7067166            | 7068534  | SAD69 |
| Área   | 11,56              | 34,80    | km²   |
| Perímetro  | 15,56              | 41,72    | km    |
| Largura média da bacia                             | 5343,60            | 2893,82  | m     |
| Comprimento da bacia (eixo)                        | 5343,6             | 12024    | m     |
| Comprimento do rio principal                       | 6202,53            | 17218,3  | m     |
| Altitude máxima no ponto mais afastado             | 500                | 54       | m     |
| Altitude mínima (exutório)                         | 60                 | 44,6     | m     |
| H (dif. cotas)                                     | 440                | 9,4      | m     |
| Declividade média da bacia - lado mais inclinado   | 36,52              | 18,18    | %     |
| Coeficiente de compacidade – Kc                    | 1,28               | 1,98     |       |
| Fator de Forma – Kf                                | 0,301              | 0,117    |       |
| Declividade do rio principal (nascente até arroio) | 7,094              | 0,055    | %     |



**Figura 25: Imagem da UTAP 2.**

Dentre as sub-bacias pertencentes a UTAP 2, a sub-bacia SB-A7 possui o menor Coeficiente de Compacidade- Kc e maior Coeficiente de Forma- Kf, possuindo portanto, de acordo com o Kc e Kf, maior tendência a inundações que a SB-A8. Quanto menor o Kc, mais circular é a bacia, menor o tempo de concentração e maior a tendência de haver picos de enchente. Já o Coeficiente de Forma Kf, quanto

menor, mais comprida é a bacia e portanto, menos sujeita a picos de enchente, pois o  $T_c$  é maior e, além disso, fica difícil uma mesma chuva intensa abranger toda a bacia. Portanto,  $K_c$  e  $K_f$  são inversamente proporcionais. Observa-se também que a SB-A7 apresenta seu rio principal com maior declividade, e conseqüentemente maior velocidade de escoamento.

Apesar das características físicas das sub-bacias da UTAP 2, mostrarem uma tendência maior a inundações na SB-A7, nos eventos de precipitação extrema foi a SB-A8 que ficou com grande área inundada. Pela imagem de satélite, pode-se observar que os locais onde ocorreram inundações (em azul) na sub-bacia SB-A8 em sua maioria foram em áreas de solos aluvionares (em amarelo), característicos de leitos de rio. Como possível causa das inundações, tem-se a precipitação anormal de água que ao transbordar do leito do rio invadiu os terrenos adjacetes causando danos a população. Ressalta-se também o elevado grau de urbanização nas áreas onde ocorreram inundações na sub-bacia SB-A8. É também na UTAP 2 que se encontra o rio Jaraguá, um dos mais problemáticos, com relação a eventos de precipitação extrema, causando grandes inundações nas áreas vizinhas como pode ser visualizado na Figura 26.



**Figura 26:** Vista geral da UTAP 2, onde limite da sub-bacia é apresentado pela linha vermelha e limite da UTAP linha preta. (Fonte: Google Earth).



Na Figura 27, pode-se observar os *Locais 3 e 4* (pontos onde existe projeto de microdrenagem), ambos no bairro Jaraguá Esquerdo. Pode-se observar que somente o *Local 3* coincide com as manchas de inundação fornecidas pela Defesa Civil Municipal. Desta maneira, acredita-se que os locais onde ocorrem alagamentos por deficiência do sistema de microdrenagem são pontos isolados, já as manchas de inundação são ocasionadas possivelmente devido as ocupações das áreas ribeirinhas dos rios associada a fenômenos de precipitação extrema.



**Figura 27: Locais (3 e 4) onde existem projeto de drenagem (Fonte: Google Earth).**

Nas inundações de 2008 e 2011, os bairros mapeados da SB-A8 que mais sofreram com as inundações foram: Jaraguá 99, Jaraguá Esquerdo, São Luiz, Vila Nova e Centro.

Nos fenômenos de inundações, a água proveniente de precipitação extrema, concentra-se nos leitos dos rios, depois de se escoar superficial e subterraneamente pelos terrenos da bacia. Tendo os leitos como caminho, as águas são conduzidas em direção à desembocadura, se houver alguma obstrução nesta desembocadura, a água poderá ficar armazenada, ocasionando inundações, ou extravasar levando tudo o que encontra pelo caminho, inclusive desviando leitos de rios. Nas Figuras

28, podem-se observar os estragos ocasionados pela inundação de janeiro de 2011, no bairro Boa Vista.



**Figura 28: Bairro Boa Vista, inundação janeiro de 2011 ( Fonte: Defesa Civil).**

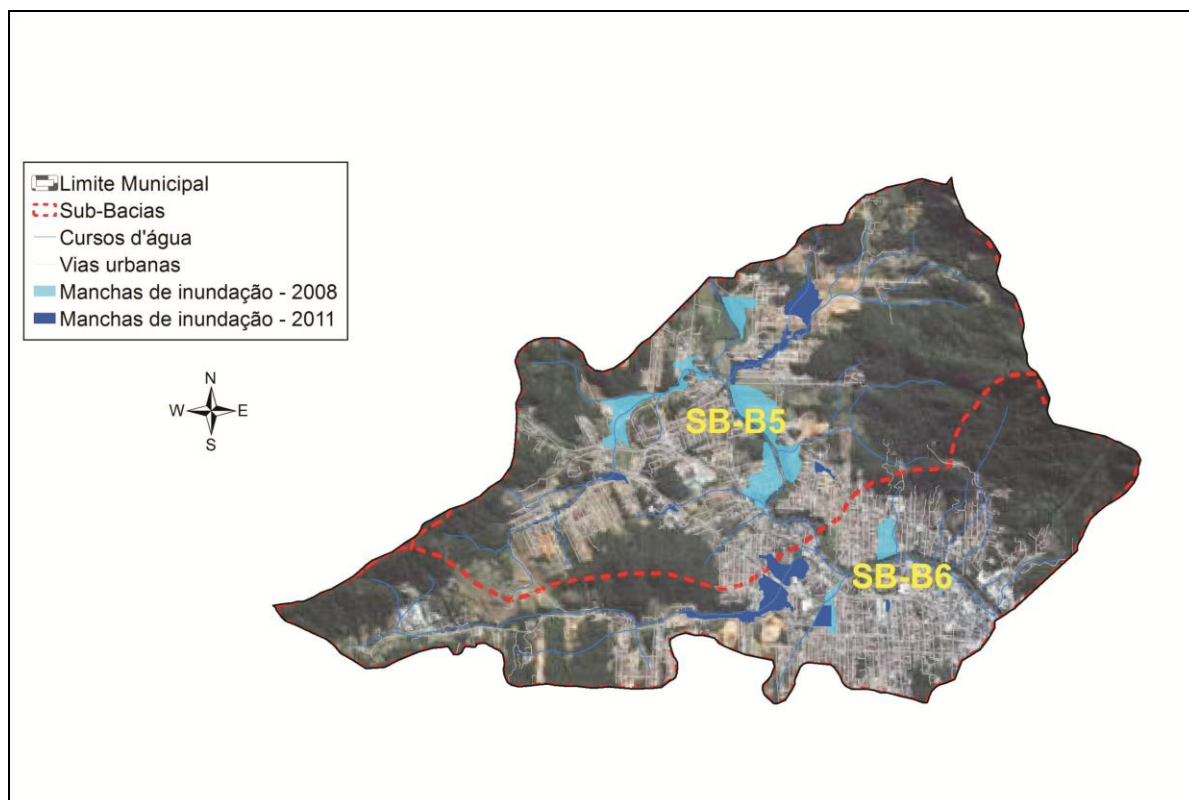
#### **3.2.5.3. Análise da UTAP 3**

A UTAP 3 possui 2 sub-bacias, a SB-B5 e SB-B6, sua área é de aproximadamente 27 km<sup>2</sup>, possuindo praticamente 70% de área urbana e 30% de área rural.

No Quadro 6 são apresentados os principais índices físicos das sub-bacias pertencentes a UTAP 3, posteriormente na Figura 29 apresenta-se imagem de satélite da referida UTAP.

**Quadro 6: Principais índices físicos das sub-bacias pertencentes a UTAP 3.**

| ÍNDICES FÍSICOS                                    | UTAP 3- SUB-BACIAS |          |       |
|--|--------------------|----------|-------|
|  | SB-B5              | SB-B6    | UNID. |
| Latitude do exutório                               | 689390,1           | 691337,2 | SAD69 |
| Longitude do exutório                              | 7070642            | 7069736  | SAD69 |
| Área   | 15,63              | 11,88    | km²   |
| Perímetro  | 18,79              | 23,91    | km    |
| Largura média da bacia                             | 3607,68            | 1541,33  | m     |
| Comprimento da bacia (eixo)                        | 4332               | 7707     | m     |
| Comprimento do rio principal                       | 6544,4             | 8123,8   | m     |
| Altitude máxima no ponto mais afastado             | 300                | 370      | m     |
| Altitude mínima (exutório)                         | 40                 | 40       | m     |
| H (dif. cotas)                                     | 260                | 330      | m     |
| Declividade média da bacia - lado mais inclinado   | 15,61              | 16,89    | %     |
| Coeficiente de compacidade – Kc                    | 1,33               | 1,94     |       |
| Fator de Forma – Kf                                | 0,36               | 0,18     |       |
| Declividade do rio principal (nascente até arroio) | 3,97               | 4,06     | %     |



**Figura 29: Imagem da UTAP 3.**

De acordo com o Coeficiente de Compacidade- Kc e Coeficiente de Forma- KF, a sub-bacia SB-B5 possui maior tendência a inundações que a SB-B6. De fato, de acordo com o mapa de 2008 e 2011, a SB-B6 sofreu menos com os fenômenos de inundações. Ressalta-se a presença de solos aluvionares (e amarelo) e intenso processo de urbanização nos locais onde ocorreram as inundações.



Na Figura 30 pode-se observar os locais onde a Sec. de Obras possui projeto de microdrenagem, *Locais 1 e 5*, que foram citados anteriormente no item **Projetos e Obras em Desenvolvimento pela Secretaria de Obras**, no bairro Amizade e Água verde/Rau, respectivamente.



Figura 30: Locais (1 e 5) onde existem projeto de drenagem (Fonte: Google Earth)

Na Figura 31, pode-se observar alguns estragos ocorridos na inundação de janeiro de 2011, no Bairro Amizade.



Figura 31: Praça Martin Lutero, Bairro Amizade, inundação de janeiro de 2011 (Fonte: Defesa Civil)

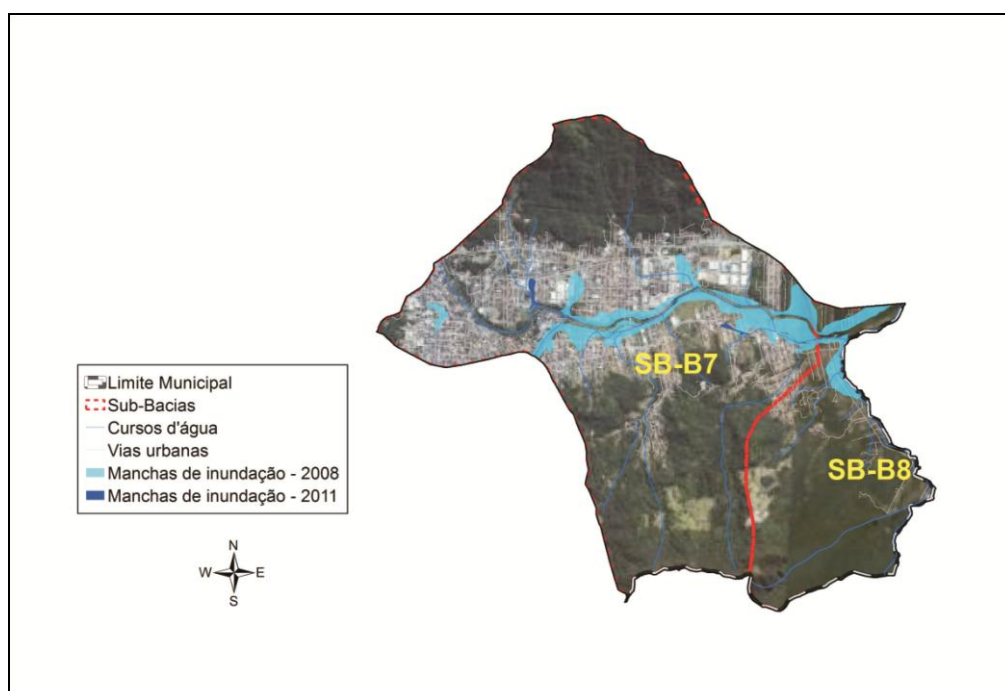
#### 3.2.5.4. Análise da UTAP 4

A UTAP 4 possui 2 sub-bacias, a SB-B7 e SB-B8, sua área é de aproximadamente 22 km<sup>2</sup>, possuindo praticamente 55% de área urbana e 45% de área rural.

No Quadro 7 são apresentados os principais índices físicos das sub-bacias pertencentes a UTAP 4, posteriormente na Figura 32 apresenta-se imagem de satélite da referida UTAP.

**Quadro 7: Principais índices físicos das sub-bacias pertencentes a UTAP 4.**

| ÍNDICES FÍSICOS                                    | UTAP 4- SUB-BACIAS |          |                 |
|--|--------------------|----------|-----------------|
|  | SB-B7              | SB-B8    | UNID.           |
| Latitude do exutório                               | 696206,5           | 697328,8 | (SAD69)         |
| Longitude do exutório                              | 7068761            | 7069210  | (SAD69)         |
| Área   | 17,04              | 8,07     | km <sup>2</sup> |
| Perímetro  | 19,44              | 13,52    | km              |
| Largura média da bacia                             | 3006,23            | 1872,69  | m               |
| Comprimento da bacia (eixo)                        | 5668               | 4307     | m               |
| Comprimento do rio principal                       | 6357,6             | 6220,2   | m               |
| Altitude máxima no ponto mais afastado             | 869                | 851      | m               |
| Altitude mínima (exutório)                         | 40                 | 40       | m               |
| H (dif. cotas)                                     | 829                | 811      | m               |
| Declividade média da bacia - lado mais inclinado   | 18,94              | 28,95    | %               |
| Coefficiente de compacidade – Kc                   | 1,32               | 1,33     |                 |
| Fator de Forma – Kf                                | 0,42               | 0,21     |                 |
| Declividade do rio principal (nascente até arroio) | 13,04              | 13,04    | %               |



**Figura 32: Imagem da UTAP 4.**



De acordo com os índices físicos, a SB-B7 e SB-B8 possuem aproximadamente o mesmo Coeficiente de Compacidade- Kc e a mesma declividade do rio principal. Nesta UTAP, as inundações de 2008 e 2011, se concentraram ao longo do leito do rio. Observa-se de acordo com a Figura 33, a grande área de solos aluvionares e intenso processo de urbanização.

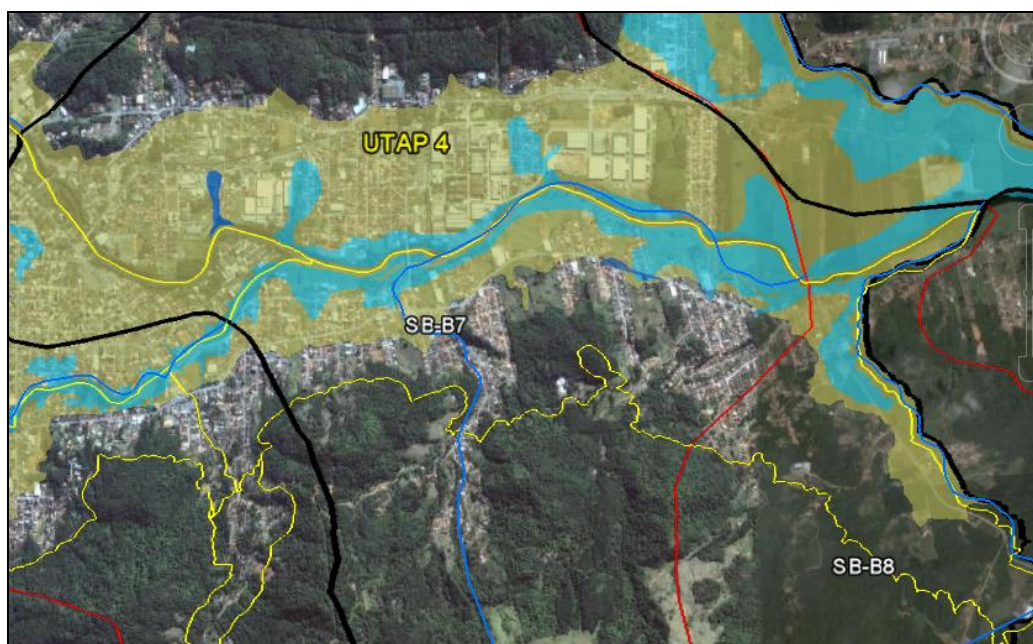


Figura 33: Vista geral da UTAP 4 (Fonte: Google Earth).

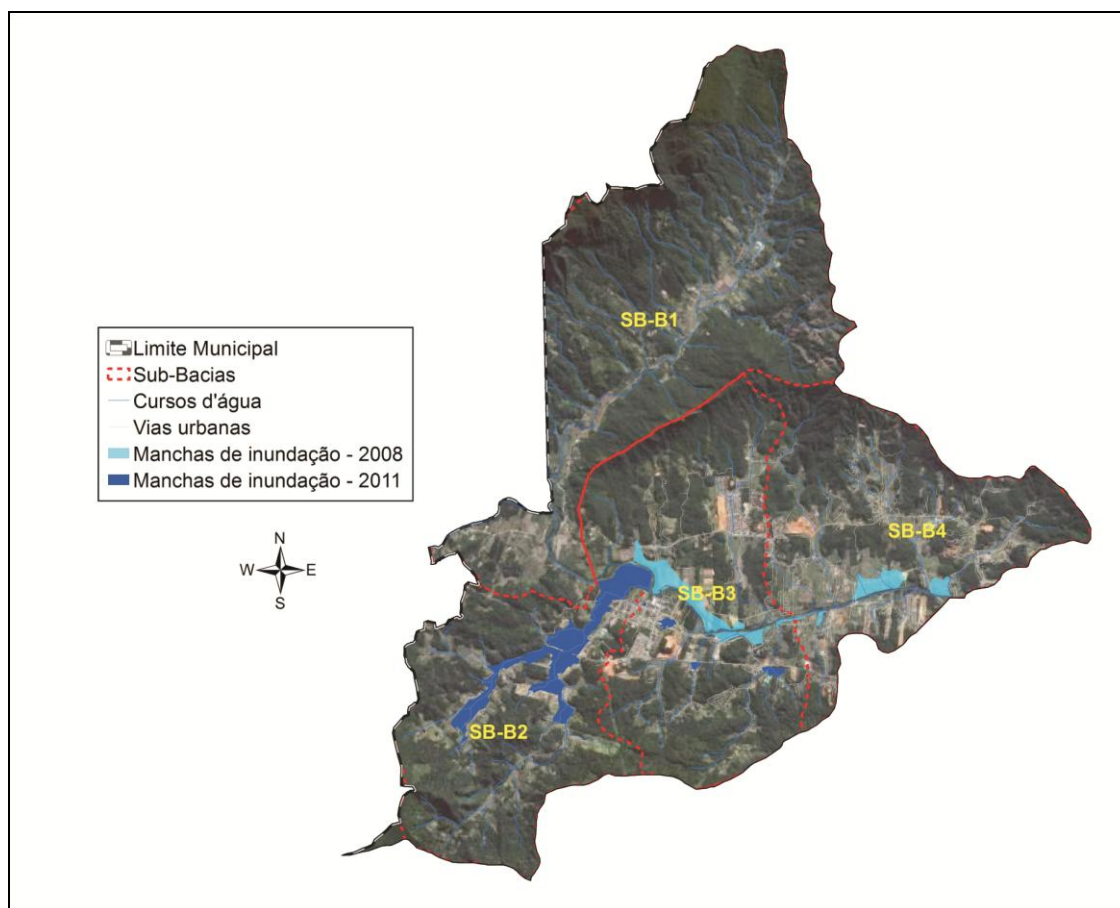
#### 3.2.5.5. Análise da UTAP 5

A UTAP 5 possui 4 sub-bacias, a SB-B1, SB-B2, SB-B3 e SB-B4, sua área é de aproximadamente 87 km<sup>2</sup>, possuindo praticamente 35% de área urbana e 65% de área rural.

No Quadro 8 são apresentados os principais índices físicos das sub-bacias pertencentes a UTAP 5, posteriormente na Figura 34 apresenta-se imagem de satélite da referida UTAP.

**Quadro 8: Principais índices físicos das sub-bacias pertencentes a UTAP 5.**

| ÍNDICES FÍSICOS                                    | UTAP 5- SUB-BACIAS |          |          |         |         |
|--|--------------------|----------|----------|---------|---------|
|  | SB-B1              | SB-B2    | SB-B3    | SB-B4   | UNID.   |
| Latitude do exutório                               | 681774,4           | 682730,5 | 685399,2 | 688284  | (SAD69) |
| Longitude do exutório                              | 7073694            | 7073542  | 7073014  | 7073353 | (SAD69) |
| Área   | 42,62              | 16,90    | 21,20    | 18,57   | km²     |
| Perímetro  | 32,05              | 21,15    | 21,98    | 23,12   | km      |
| Largura média da bacia                             | 4216,98            | 2632,00  | 4604,80  | 3283,16 | m       |
| Comprimento da bacia (eixo)                        | 10106              | 6420     | 4603     | 5657    | m       |
| Comprimento do rio principal                       | 13501              | 8338     | 6123     | 5979    | m       |
| Altitude máxima no ponto mais afastado             | 1050               | 600      | 420      | 360     | m       |
| Altitude mínima (exutório)                         | 60                 | 60       | 40       | 40      | m       |
| H (dif. cotas)                                     | 990                | 540      | 380      | 320     | m       |
| Declividade média da bacia - lado mais inclinado   | 30,21              | 19,57    | 16,56    | 16,62   | %       |
| Coeficiente de compacidade – Kc                    | 1,37               | 1,44     | 1,34     | 1,50    |         |
| Fator de Forma – Kf                                | 0,23               | 0,24     | 0,57     | 0,52    |         |
| Declividade do rio principal (nascente até arroio) | 7,33               | 6,48     | 6,21     | 5,35    | %       |



**Figura 34: Imagem da UTAP 5.**

Na UTAP 5, de acordo com Coeficiente de compacidade- Kc e Coeficiente de Forma -Kf das sub-bacias analisadas, a SB-B3 é a que possui maior tendência a inundações. Na Figura 35 pode-se visualizar grande área de inundação na SB-B2 e SB-B3. Na SB-B2 as inundações ocorreram nos bairros Braço Ribeirão do Norte,

Braço Ribeirão Cavallo e Nereu Ramos. Na SB-B3 existe o Local 2, citado anteriormente, mapeado para futuras obras de drenagem.

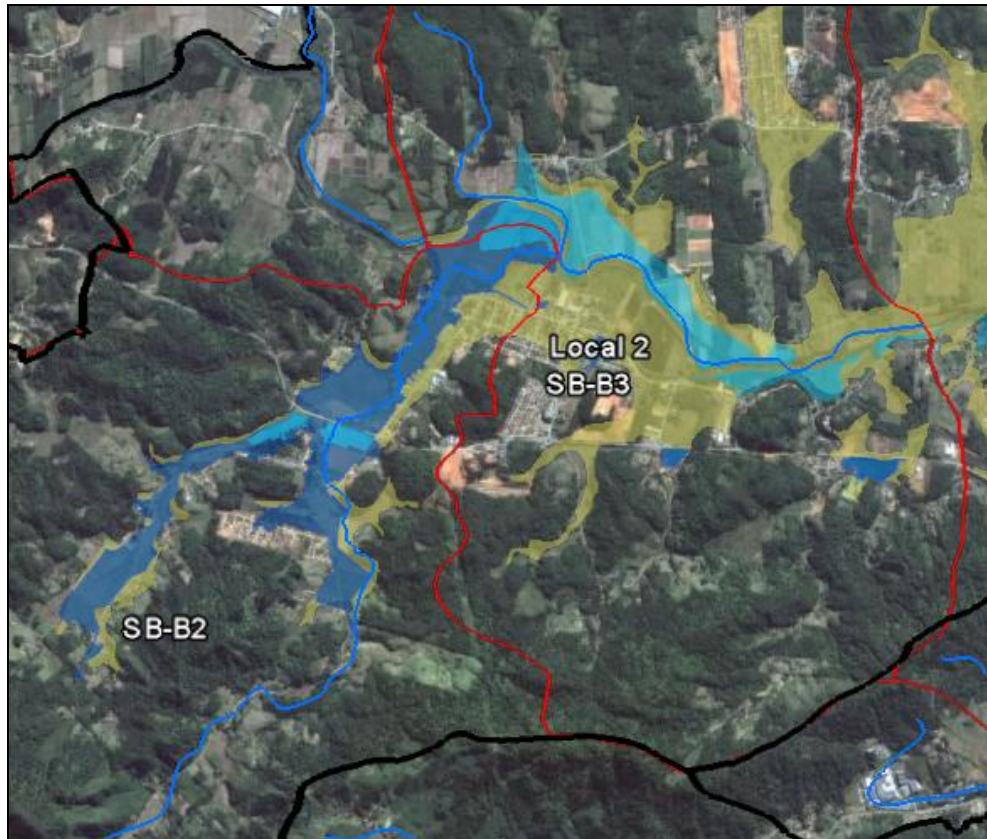


Figura 35: Vista geral da SB-B2 e SB-B3. (Fonte: Google Earth).

#### 3.2.5.6. Análise da UTAP 6

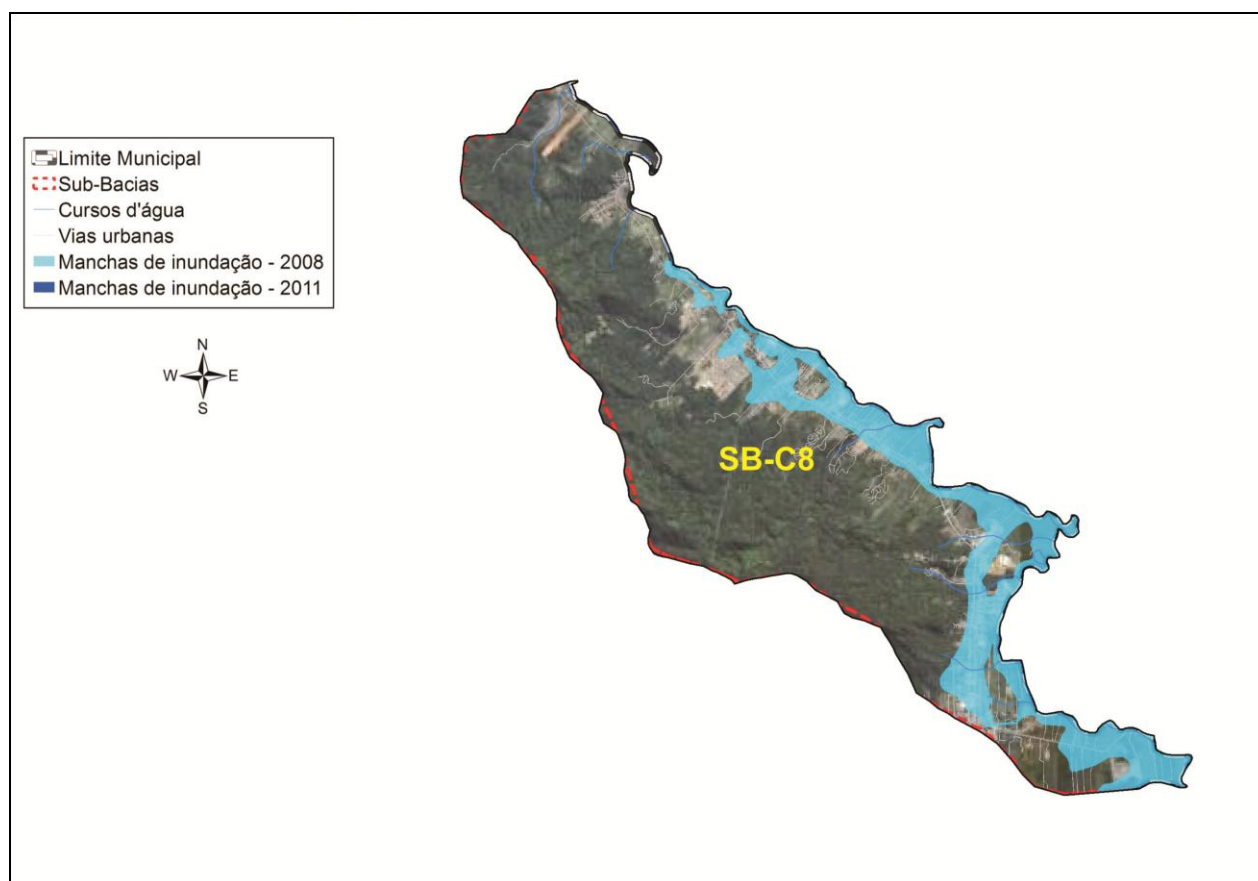
A UTAP 6 possui apenas a sub-bacia SB-C8 sua área é de aproximadamente 18 km<sup>2</sup>, possuindo praticamente 55% de área urbana e 45% de área rural. Esta sub-bacia é intermunicipal pertencendo ao município de Schroeder e Guaramirim.

No Quadro 9 são apresentados os principais índices físicos das sub-bacias pertencentes a UTAP 6, posteriormente na Figura 36 apresenta-se imagem de satélite da referida UTAP.



**Quadro 9: Principais índices físicos das sub-bacias pertencentes a UTAP 6.**

| ÍNDICES FÍSICOS                                    | UTAP 6- SUB-BACIA |         |
|--|-------------------|---------|
|  | SB-C8             | UNID.   |
| Latitude do exutório                               | 698348,2          | (SAD69) |
| Longitude do exutório                              | 7069394           | (SAD69) |
| Área   | 57,61             | km²     |
| Perímetro  | 38,60             | km      |
| Largura média da bacia                             | 5315,84           | m       |
| Comprimento da bacia (eixo)                        | 10838             | m       |
| Comprimento do rio principal                       | 16218             | m       |
| Altitude máxima no ponto mais afastado             | 80                | m       |
| Altitude mínima (exutório)                         | 40                | m       |
| H (dif. cotas)                                     | 40                | m       |
| Declividade média da bacia - lado mais inclinado   | 18,15             | %       |
| Coefficiente de compacidade – Kc                   | 1,42              |         |
| Fator de Forma – Kf                                | 0,219             |         |
| Declividade do rio principal (nascente até arroio) | 0,247             | %       |



**Figura 36: Imagem da UTAP 6.**

As inundações mapeadas em 2008 nesta sub-bacia foram ao longo do rio Itapocuzinho, e em solos aluvionares, conforme mostra a Figura 37.

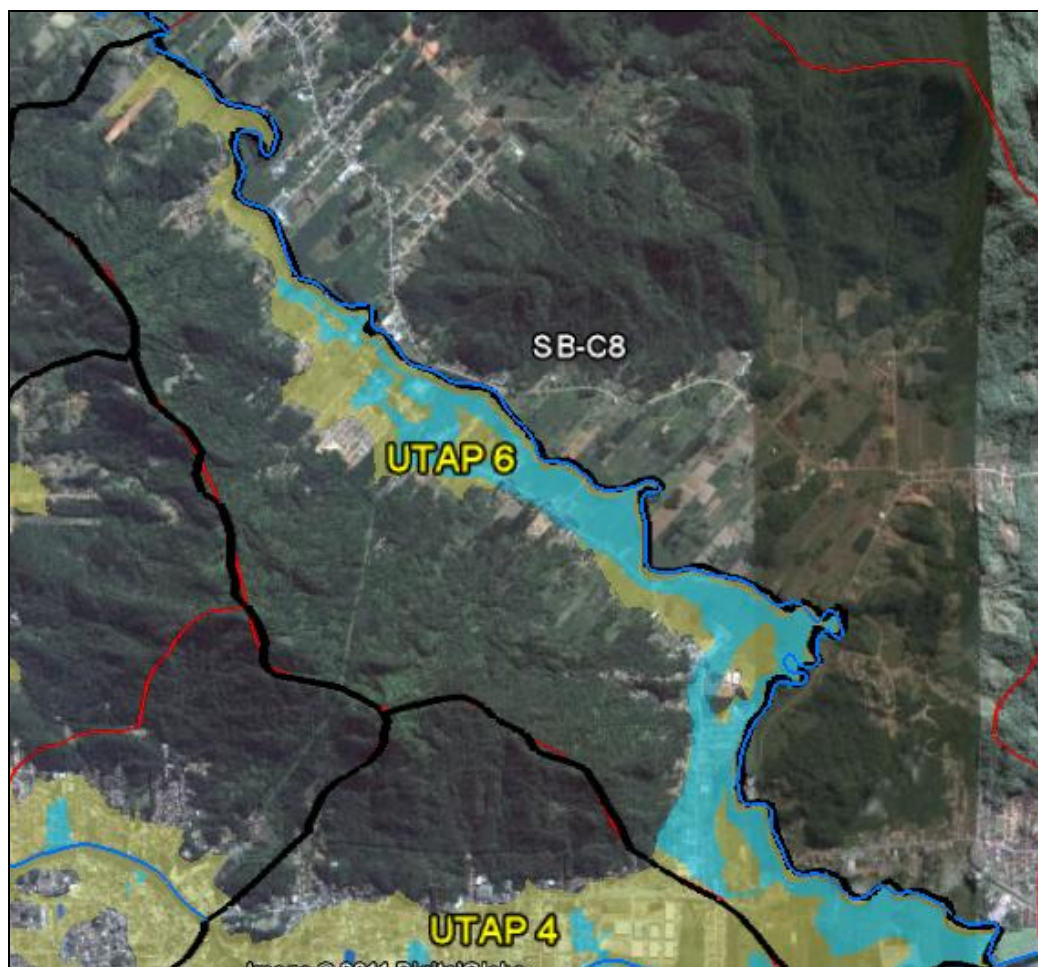


Figura 37: Vista geral da SB-C8 (Fonte: Google Earth).

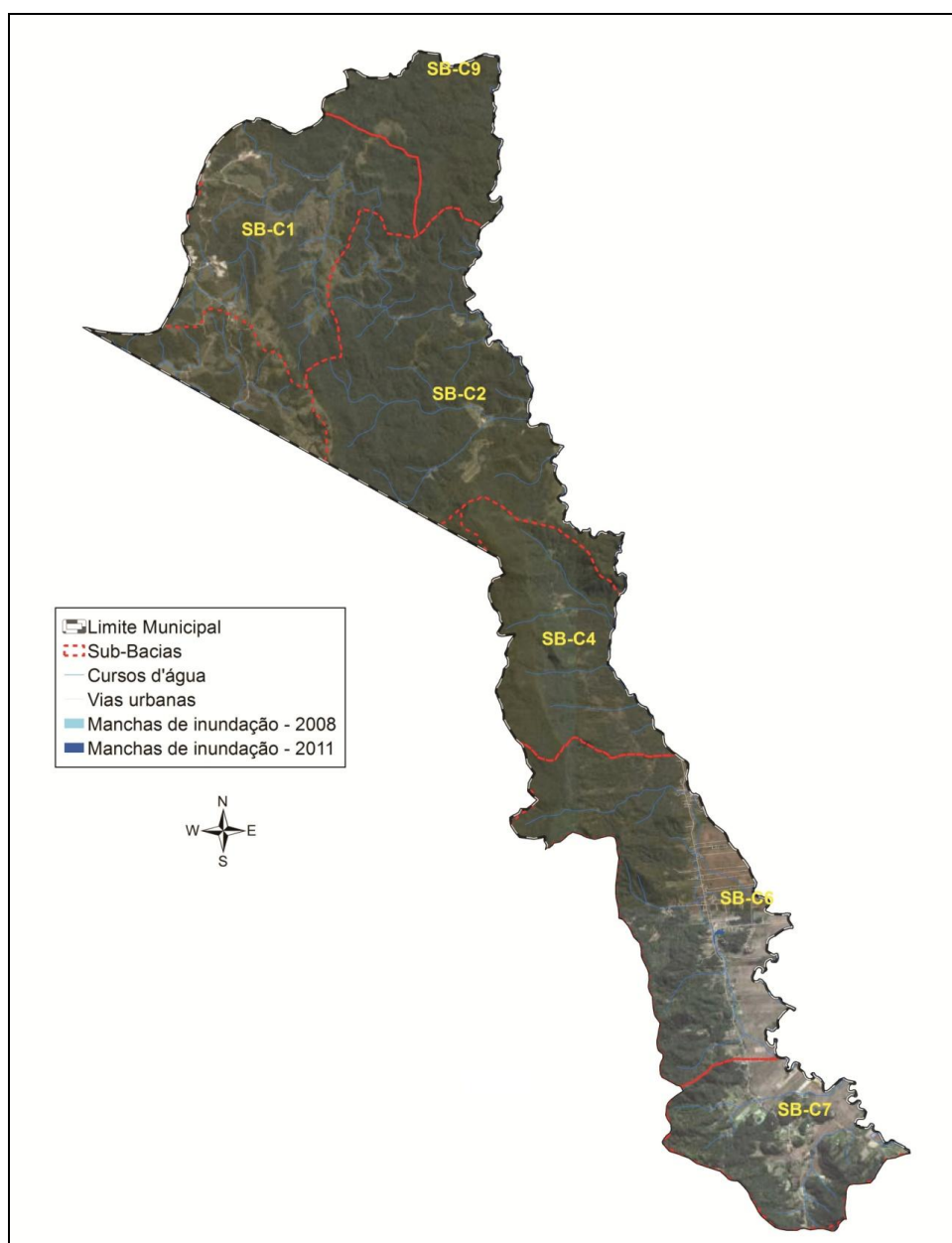
#### 3.2.3.7. Análise da UTAP 7

A UTAP 7 possui 7 sub-bacias, a SB-C1, SB-C2, SB-C3, SB-C4, SB-C5, SB-C6, SB-C7, sua área é de aproximadamente 88 km<sup>2</sup>, possuindo praticamente 5% de área urbana e 95% de área rural.

No Quadro 10 são apresentados os principais índices físicos das sub-bacias pertencentes a UTAP 7, posteriormente na Figura 38 apresenta-se imagem de satélite da referida UTAP.

**Quadro 10: Principais índices físicos das sub-bacias pertencentes a UTAP 7.**

| ÍNDICES FÍSICOS                                    | UTAP 7- SUB-BACIA |          |          |          |          |          |          |         |
|--|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------|
|  | SB-C1             | SB-C2    | SB-C3    | SB-C4    | SB-C5    | SB-C6    | SB-C7    | UNID.   |
| Latitude do exutório                               | 680385,6          | 685336,7 | 685459,1 | 686419,1 | 688859,3 | 688479,3 | 691099,8 | (SAD69) |
| Longitude do exutório                              | 7095821           | 7088216  | 7088010  | 7085050  | 7084821  | 7079036  | 7077109  | (SAD69) |
| Área   | 38,84             | 31,23    | 82,90    | 13,78    | 42,07    | 39,80    | 21,02    | km²     |
| Perímetro  | 35,31             | 26,67    | 55,00    | 17,44    | 33,19    | 36,21    | 21,51    | km      |
| Largura média da bacia                             | 7997,35           | 3375,23  | 6033,54  | 2130,10  | 3286,26  | 4590,97  | 3764,17  | m       |
| Comprimento da bacia (eixo)                        | 4857              | 9252,8   | 13740    | 6470     | 12802    | 8670     | 5585     | m       |
| Comprimento do rio principal                       | 5423,8            | 13487    | 17.084   | 5960     | 16207    | 12705,9  | 8274     | m       |
| Altitude máxima no ponto mais afastado             | 1120              | 850      | 900      | 980      | 900      | 750      | 400      | m       |
| Altitude mínima (exutório)                         | 820               | 390      | 390      | 100      | 85       | 60       | 40       | m       |
| H (dif. cotas)                                     | 300               | 460      | 510      | 880      | 815      | 690      | 360      | m       |
| Declividade média da bacia - lado mais inclinado   | 19,93             | 23,32    | 21,99    | 41,29    | 25,27    | 25,23    | 13,60    | %       |
| Coefficiente de compacidade – Kc                   | 1,59              | 1,34     | 1,69     | 1,32     | 1,43     | 1,61     | 1,31     |         |
| Fator de Forma – Kf                                | 1,320             | 0,172    | 0,284    | 0,388    | 0,160    | 0,247    | 0,307    |         |
| Declividade do rio principal (nascente até arroio) | 5,531             | 3,411    | 2,985    | 14,765   | 5,029    | 5,431    | 4,351    | %       |



**Figura 38: Imagem da UTAP 6.**

O único bairro pertencente a esta UTAP encontra-se na sub-bacia SB-C6, o Santa Luzia, conforme apresentado na Figura 39. As sub-bacias SB-C3 e SB-C5 encontram-se fora do município de Jaraguá do Sul, mas optou-se analisar suas características físicas por estas poderem interferir nas demais sub-bacias analisadas.



**Figura 39: Imagem das inundações de janeiro de 2011 no bairro Santa Luzia, SB-C6.**

### 3.3. CADASTRO DO SISTEMA DE DRENAGEM

#### 3.3.1. Situação do Cadastro Atual

O cadastro da micro-drenagem urbana em Jaraguá do Sul encontra-se em fase de atualização pela Secretaria de Obras, que dispõe de um funcionário exclusivo para esta função. No entanto, o cadastro encontra-se defasado em virtude do grande volume de projetos antigos que aguardam o cadastramento, acumulando-se aos novos projetos de loteamentos. As informações contidas no cadastro são referentes ao traçado da rede de galerias de águas pluviais, seus dispositivos coletores, caixas de ligação, entre outros.

De posse do cadastro de microdrenagem, atualizado até dezembro de 2010, e com o auxílio de software de geoprocessamento pode-se calcular a extensão de rede, com seus respectivos diâmetros, e os dispositivos da microdrenagem por Unidade de Análise e Planejamento - UTAP. A extensão total da rede cadastrada no município é de aproximadamente 295 km, e sua extensão em função do diâmetro é apresentada no Quadro 11, juntamente com a UTAP.

**Quadro 11: Extensão de rede em função do diâmetro, apresentada por UTAP.**

| Diâmetro                              | Extensão (m) da Rede |         |         |         |         |        |        |
|---------------------------------------|----------------------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|
|                                       | UTAP 1               | UTAP 2  | UTAP 3  | UTAP 4  | UTAP 5  | UTAP 6 | UTAP 7 |
| <b>300mm</b>                          | 462,4                | 6103,1  | 4304,0  | 2903,4  | 384,1   | 27,1   | 111,5  |
| <b>400mm</b>                          | 7122,5               | 60309,4 | 45328,9 | 31525,5 | 15876,6 | 4598,3 | 1399,5 |
| <b>600mm</b>                          | 1670,1               | 14296,9 | 15188,7 | 10107,9 | 1711,4  | 1310,8 | 36,4   |
| <b>800mm</b>                          | 1054,2               | 4461,0  | 5148,6  | 3337,3  | 687,8   | 471,7  | 0,0    |
| <b>1000mm</b>                         | 2098,5               | 9595,3  | 7696,6  | 7500,2  | 2263,9  | 1738,1 | 191,9  |
| <b>1200mm</b>                         | 27,6                 | 413,8   | 1249,2  | 2516,1  | 128,0   | 20,2   | 0,0    |
| <b>1500mm</b>                         | 599,9                | 1828,5  | 2345,8  | 2174,9  | 139,4   | 269,8  | 0,0    |
| <b>2000mm</b>                         | 0,0                  | 209,9   | 811,9   | 472,6   | 0,0     | 0,0    | 0,0    |
| <b>2500mm</b>                         | 0,0                  | 0,0     | 0,0     | 0,0     | 247,3   | 0,0    | 0,0    |
| <b>s/dimensão</b>                     | 1395,1               | 2709,0  | 3121,9  | 2551,1  | 118,5   | 79,4   | 0,0    |
| <b>Total por UTAP</b>                 | 14430,3              | 99926,7 | 85195,7 | 63088,9 | 21556,9 | 8515,5 | 1739,4 |
| <b>Extensão total Cadastrada (km)</b> |                      |         |         | 294,5   |         |        |        |



De acordo com os dados apresentados no Quadro 12, acerca da extensão total da rede cadastrada por diâmetro, pode-se observar que as tubulações de Ø 400mm são as mais utilizadas na construção das galerias, isso se deve aos métodos de dimensionamentos utilizados nos projetos, onde este diâmetro é comumente colocado no início das galerias e só muda se há um aumento na vazão escoada, ou em relativas diferenças na declividade da galeria.

**Quadro 12: Extensão total de rede por diâmetro da tubulação.**

| Diâmetro   | Extensão da Rede (Km) |
|------------|-----------------------|
| 300mm      | 14,30                 |
| 400mm      | 166,16                |
| 600mm      | 44,32                 |
| 800mm      | 15,16                 |
| 1000mm     | 31,08                 |
| 1200mm     | 4,35                  |
| 1500mm     | 7,36                  |
| 2000mm     | 1,49                  |
| 2500mm     | 0,25                  |
| s/dimensão | 9,98                  |

No Quadro 13 são apresentados o quantitativo dos dispositivos mapeados da microdrenagem por UTAP. Pode-se concluir com estes dados e em função do total de 294,5 km de rede cadastrada, que em média a cada 60 metros existe uma boca de lobo ou um bueiro.

**Quadro 13: Quantitativos dos dispositivos de drenagem por UTAP.**

| Unidade                 | Dispositivos de Drenagem |        |        |        |        |        |        | Total |
|-------------------------|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
|                         | UTAP 1                   | UTAP 2 | UTAP 3 | UTAP 4 | UTAP 5 | UTAP 6 | UTAP 7 |       |
| <b>Caixa de Ligação</b> | 1                        | 43     | 64     | 65     | 2      | 2      | 0      | 177   |
| <b>Boca de Lobo</b>     | 4                        | 676    | 536    | 611    | 15     | 8      | 0      | 1850  |
| <b>Bueiros</b>          | 667                      | 381    | 429    | 424    | 494    | 466    | 141    | 3002  |

Na Figura 40 apresenta-se o cadastro atual do sistema de microdrenagem, através das tubulações com seus respectivos diâmetros. Para melhor visualização não foram apresentados no presente mapa os demais dispositivos que compõe a microdrenagem.

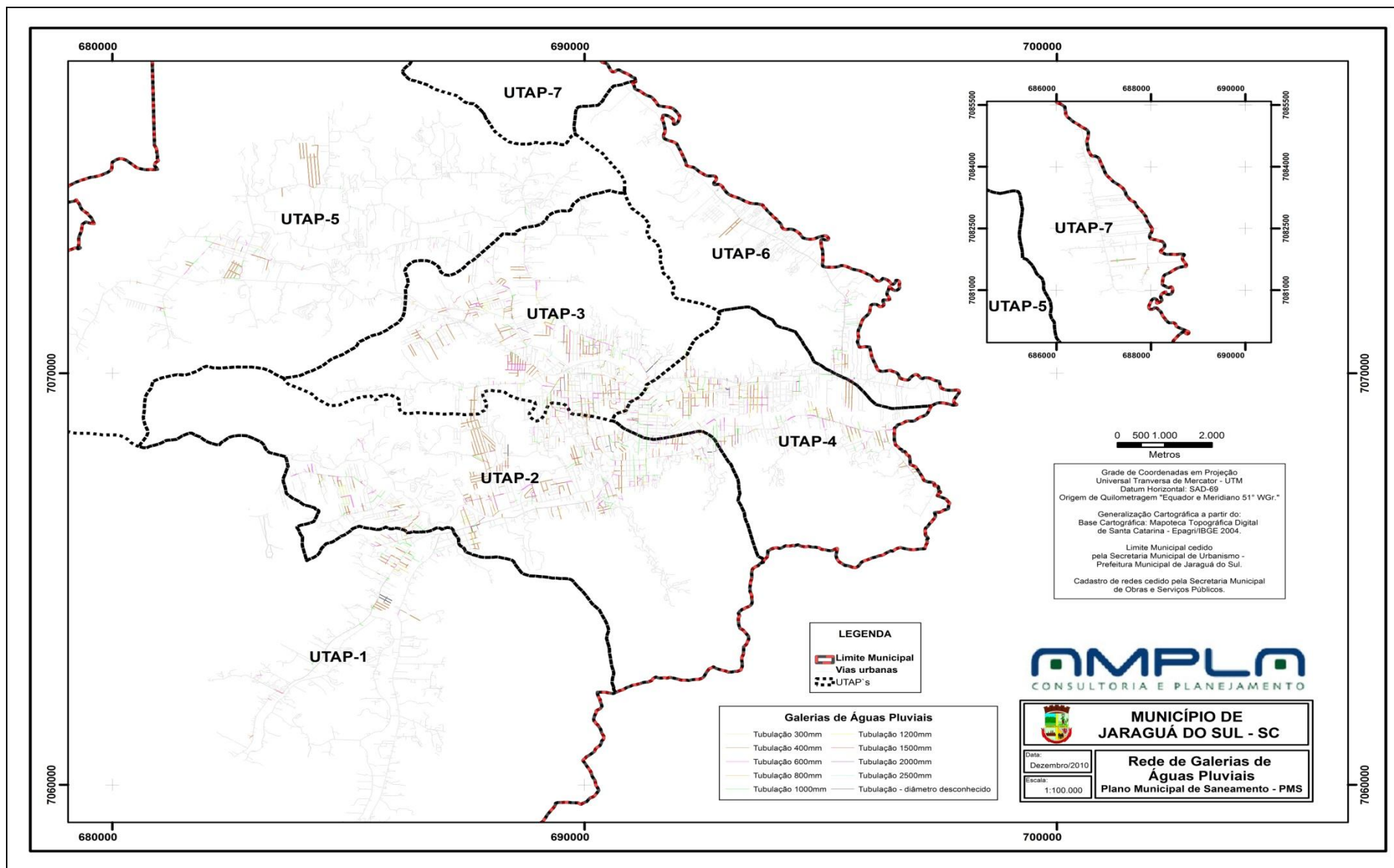


Figura 40: Situação do cadastro atual de microdrenagem urbana.

### **3.3.2. Sistema Corporativo de Geoprocessamento**

O cadastramento da drenagem urbana do município de Jaraguá do Sul é atualizado por meio de um sistema corporativo de geoprocessamento.

Este sistema de cadastro será descrito a seguir, com uma abordagem restrita a drenagem urbana, assunto deste diagnóstico, devido à abrangência de assuntos ligados ao sistema corporativo de geoprocessamento da administração municipal.

O geoprocessamento é uma abordagem multidisciplinar que combina diferentes áreas do conhecimento, como a Tecnologia de Informação, métodos matemáticos, cartografia e geografia.

As técnicas e metodologias aplicadas no geoprocessamento estão relacionadas à aquisição, armazenamento, tratamento de dados e representações de dados e informações georreferenciadas, isto é, dados e informações referenciadas a um sistema de coordenadas conhecidas.

Dentre estas técnicas temos o sensoriamento remoto, sistema de posicionamento global (GPS), aerofotogrametria, Sistema de Informações Geográficas – SIG, entre outros.

Este último merece um destaque, pois o SIG é um sistema que pode ser definido como um conjunto de ferramentas capazes de coletar, armazenar, tratar e representar dados espaciais de inúmeras fontes, além de realizar diferentes análises espaciais orientadas na construção de conhecimento útil aos seus usuários.

Quando aplicado na administração pública, o principal objetivo de um sistema corporativo de geoprocessamento é a unificação das diferentes bases de dados existentes, contribuindo na integração das informações e intercâmbio entre as diversas instituições envolvidas.

Outro objetivo importante está no auxílio de tomadas de decisão, de forma rápida e eficiente, configurando-se em um suporte fundamental para o planejamento urbano em suas diversas dimensões.

O sistema corporativo de geoprocessamento em Jaraguá do Sul é centralizado pela Secretaria de Planejamento Urbano – SEPLAN, por funcionários responsáveis pelo cadastro técnico, que recebem as informações provenientes das outras secretarias e atualizam no sistema corporativo de geoprocessamento, além de elaborar produtos cartográficos temáticos de diferentes propósitos, conforme a demanda interna da administração pública, tais como mapa de inundação, declividade, zoneamento urbano, entre outros.

#### **3.3.2.1. Atualização e Manutenção do Cadastro Técnico de Drenagem Urbana**

A elaboração e atualização do cadastro técnico do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais do município de Jaraguá do Sul está sob responsabilidade da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos – SEMOB, através de um funcionário do atual quadro técnico desta secretaria, que iniciou esta atualização do cadastro técnico por conta de demandas internas da Prefeitura.

Em visita técnica realizada à Secretaria de Obras foi possível estimar o grau de avanço desta atualização. Segundo o funcionário responsável por tal procedimento, desde o início deste processo, que se deu em outubro de 2010, até março de 2011, cerca de dois terços da demanda de projetos em atraso de atualização cadastral foram lançados no sistema corporativo de geoprocessamento. Esta demanda envolvia 14 pentes de folhas, cada um composto por diversos croquis de obras de drenagem realizadas. Atualmente a demanda está em torno de 5 pentes de folhas.

Tais projetos antigos não digitalizados somados à muitos projetos novos que dependem de diversos fatores ante ao lançamento no cadastro técnico do sistema corporativo de geoprocessamento da Prefeitura, geram uma estimativa de conclusão em dezembro de 2011, informada pelo funcionário responsável na Secretaria de Obras.

A Secretaria de Obras não possui um procedimento padrão para a realização deste tipo de cadastramento. Atualmente está na etapa de digitalização de antigos projetos, isto é, obras realizadas no município há alguns anos e que não foram cadastradas no sistema corporativo de geoprocessamento, uma vez que os projetos relativos a estas obras ainda estão em pranchas de papel.

### **Procedimento de Atualização do Cadastro Técnico de Drenagem Urbana**

Para os projetos de drenagem urbana, a digitalização e atualização do cadastro é feita através de *softwares* com tecnologia CAD – *Computer Aided Design* (desenho assistido por computador). Para tanto, dois softwares CAD estão disponíveis na SEMOB:

#### **a) MaxiCAD®**

*Software* utilizado pelo sistema corporativo de geoprocessamento da Prefeitura Municipal, o MaxiCAD® é uma ferramenta desenvolvida no Brasil por uma empresa paranaense de aerolevantamentos, destinada à digitalização e manutenção de bases cartográficas, ou seja, um sistema para automatização de processos cartográficos.

#### **b) AutoCAD®**

Trata-se de um *software* de desenho técnico que funciona em ambiente WINDOWS® e que oferece ferramentas que facilitam a confecção de plantas e croquis bidimensionais, além de modelos tridimensionais. O *software* AutoCAD® é largamente utilizado devido o amplo domínio desta ferramenta por profissionais de diversas áreas.

Vale destacar que ambos os *softwares* não são livres, isto é, dependem da aquisição de uma licença comercial para sua utilização.

Apesar de ser uma ferramenta computacional não livre, a Secretaria de Obras adquiriu uma licença do software AutoCAD® devido à facilidade do processo de

lançamento de informações vetoriais no ambiente digital (por exemplo, redes de drenagem). Este mesmo processo, realizado no *software* MaxiCAD®, é mais complexo e demorado, segundo relatos de usuários do MaxiCAD® da Secretaria de Obras.

### **Projetos em pranchas de papel**

As pranchas dos projetos de drenagem urbana são digitalizadas através do *software* AutoCAD®. Este procedimento envolve a criação de um novo arquivo digital para cada prancha em papel, respectivamente. Neste arquivo, toda informação vetorial contida na prancha é traçada novamente no *software*, ou seja, traçados de tubulações, sentido de fluxo, caixas de ligação, bocas de lobo, entre outros.

O georeferenciamento destas informações vetoriais ocorre no momento da digitalização, pois é utilizada como referência uma base cartográfica já georeferenciada, como um arquivo de vias urbanas municipais, por exemplo, previamente importado para o *software* AutoCAD®. Ao realizar desta maneira, o lançamento das informações das pranchas é feito diretamente em suas respectivas vias urbanas - cadastradas, georreferenciadas e disponibilizadas previamente pela Secretaria de Planejamento Urbano.

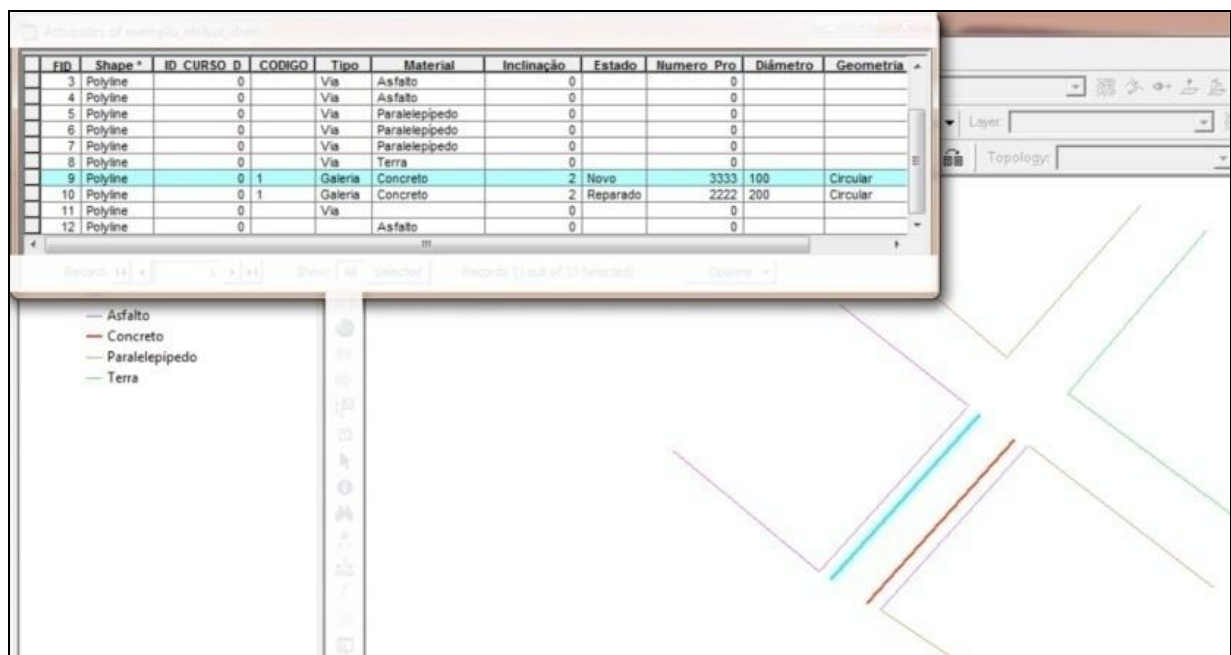
Embora este procedimento seja mais ágil, não se permite a associação de tabelas de informações (atributos) aos vetores digitalizados. Isto significa que, por exemplo, para uma determinada galeria pluvial lançada no *software*, não sejam associadas informações sobre diâmetro, inclinação, sentido de fluxo, estado de conservação, material, número do processo que originou tal obra, entre outras, ficando disponível apenas o desenho do traçado desta galeria.

Uma vez que o *software* AutoCAD® trabalha com um sistema de organização das informações baseadas em camadas, ou *layers*, uma alternativa utilizada é associar algumas informações à estas camadas: as galerias pluviais de diâmetros diferentes possuem seus respectivos *layers*, assim como outras obras de drenagem (bocas de lobo, caixas de ligação, etc).

Um ponto negativo deste procedimento está justamente na necessidade de uma quantidade excessiva de *layers* para representar todo um sistema de drenagem.

A importância da associação de atributos e informações aos vetores reside na agilidade ao acesso e a possibilidade de diferentes análises e representações espaciais que podem ser feitas com base nestas associações.

A Figura 41 exemplifica este fato, pois para apenas um vetor representativo de uma galeria pluvial, temos acesso a inúmeras outras informações associadas.



**Figura 41: Atributos associados à galeria pluvial.**

Assim que é finalizada a digitalização das pranchas, o arquivo é salvo no *software* AutoCAD® em uma extensão compatível com o *software* MaxiCAD® (formato “.dxf”).

Por fim, este arquivo é aberto no *software* MaxiCAD® e convertido para o formato padrão do MaxiCAD (formato .CAD) para ser enviado ao funcionário responsável pelo cadastro técnico no setor de geoprocessamento da Secretaria de Planejamento Urbano, que atualizará o cadastro no sistema corporativo de geoprocessamento da Prefeitura Municipal.

### **Novos projetos e projetos realizados pela Prefeitura Municipal**

O procedimento realizado para estes novos projetos é similar ao descrito anteriormente para pranchas em papel. A principal mudança consiste no fato de que muitas vezes este projeto já se encontra digitalizado no *software* AutoCAD®.

Nestes casos, o funcionário da Secretaria de Obras lança as informações vetoriais do projeto em cima da respectiva base cartográfica georeferenciada referente às vias urbanas que compõem tal projeto.

Em seguida, é repetido o procedimento de compatibilização do arquivo com o *software* MaxiCAD®, para ser enviado ao setor de geoprocessamento da Secretaria de Planejamento que atualizará o cadastro técnico no sistema de geoprocessamento corporativo da Prefeitura Municipal.

#### **3.3.2.2. Principais Dificuldades Observadas no Cadastramento Técnico de Drenagem Urbana**

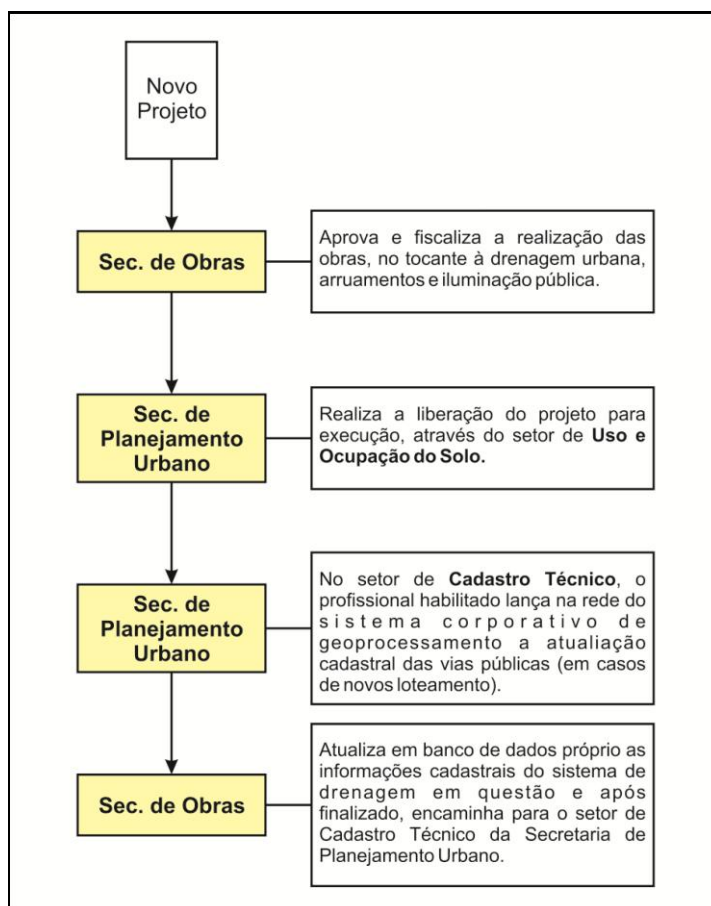
A falta de procedimento padrão para a elaboração e atualização do cadastro técnico de drenagem urbana retarda respostas às demandas internas da administração pública, uma vez que o cadastro se encontra defasado e com inúmeros projetos novos aguardando o cadastramento.

Outra dificuldade consiste no longo caminho percorrido até o momento de lançamento dos projetos de drenagem urbana no sistema corporativo de geoprocessamento. Este lançamento configura-se na última etapa, realizado somente após a vistoria do projeto de drenagem já executado e também, condicionado à existência das respectivas vias urbanas no sistema corporativo de geoprocessamento. Isto é, para o cadastramento dos projetos de drenagem, as vias urbanas nas quais estes projetos foram executados devem estar cadastradas previamente ao cadastramento do sistema de drenagem implantado.

Tal fato justifica o atraso no cadastramento dos novos projetos de drenagem urbana que chegam à administração pública, pois enquanto as novas vias urbanas não são



atualizadas no sistema corporativo de geoprocessamento, não é possível realizar o cadastro dos projetos de drenagem localizados nestas vias, mesmo que estes estejam georreferenciados. Na Figura 42 pode-se observar o fluxograma da atividade de atualização cadastral.



**Figura 42: Fluxograma da atividade de atualização cadastral.**

Por fim, a complexidade na elaboração do cadastro de drenagem urbana através do *software* MaxiCAD®, frente a quantidade de projetos em atraso, consiste em outro obstáculo no processo de cadastramento dentro da Secretaria de Obras, tão importante quanto à falta de padronização dos procedimentos de cadastramento.

## **4. PROGNÓSTICO PARA DRENAGEM URBANA E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS**

### **4.1. PRINCÍPIOS E DIRETRIZES**

- Que ocorra a universalização do serviço, com relação ao sistema de micro-drenagem, e uma vez atendida seja mantida ao longo do período do Plano;
- Que toda área do município, seja urbana ou rural, possua os serviços de drenagem e manejo de águas pluviais adequados a sua necessidade local;
- Que a municipalidade crie mecanismos que minimizem o impacto a jusante sob um enfoque integrado, garantindo que impactos de quaisquer medidas não sejam transferidos;
- Que as águas pluviais urbanas sejam coletadas e sua disposição final atenda aos dispositivos legais vigentes ou aqueles que venham a ser fixados pela administração do sistema;
- Que seja priorizada a melhoria contínua da qualidade dos serviços prestados;
- Que ocorra a prevalência da manutenção preventiva em relação aos serviços corretivos;
- Que a qualidade dos serviços esteja, a qualquer tempo, dentro dos padrões, no mínimo atendendo aos dispositivos legais ou aqueles que venham a ser fixados pela administração do sistema;
- Que o operador atue com isonomia na prestação de serviços a seus usuários;

- Que esteja disponibilizado um bom sistema de geração de informações e que os dados que venham a alimentar as variáveis sejam verídicos e obtidos da boa técnica;
- Que seja recebida, apurada e promovida a solução das reclamações dos usuários, quando julgadas procedentes;
- Que seja viabilizado o desenvolvimento técnico e pessoal dos profissionais envolvidos nos trabalhos;
- Que ocorra a busca da melhoria contínua do desempenho do corpo profissional envolvido.

#### 4.2. OBRIGAÇÕES

Para que os princípios e diretrizes estabelecidos sejam atendidas é necessário o estabelecimento de obrigações e metas a serem cumpridas pelo operador dos sistemas.

As principais obrigações da Administração Municipal a serem atendidas são:

- Deverá constituir Agência Reguladora de âmbito municipal ou delegar a competente regulação dos serviços, conforme previsto em lei;
- A Administração Municipal deverá desenvolver um sistema de indicadores, o qual deverá ser utilizado para acompanhamento do cumprimento das metas estabelecidas;
- A entidade reguladora dos serviços deverá acompanhar a evolução das metas, utilizando o sistema de indicadores desenvolvido, atuando sempre que ocorrerem distorções, garantindo o fiel cumprimento das metas fixadas, sejam elas quantitativas e/ou qualitativas;

- A Administração Municipal deverá obter todas as licenças ambientais para execução de obras e manutenção dos serviços de drenagem urbana e manejo das águas pluviais, tendo em vista que diversas dessas obras são passíveis de licenciamento ambiental nos termos da legislação específica (Lei Federal nº 6.938/1981, Decreto Federal nº 99.274/1990 e Resoluções CONAMA nºs 5/1988, 237/1997 e 377/2006);
- A Administração deverá ser responsável pela complementação dos custos envolvidos nas ações estruturais e não-estruturais da drenagem urbana e manejo das águas pluviais;
- A Administração deverá garantir que as obras e serviços venham a ser executados atendendo todas as legislações referentes à segurança do trabalho.

#### 4.3. OBJETIVOS

##### 4.3.1. Objetivos Gerais

###### a) **Promoção da Salubridade Ambiental e da Saúde Coletiva**

- Garantir a qualidade ambiental como condição essencial para a promoção e melhoria da saúde coletiva;
- Adotar e manter a universalização do acesso dos sistemas e dos serviços de saneamento básico como meta permanente; e
- Promover a recuperação e o controle da qualidade ambiental.

###### b) **Proteção dos Recursos Hídricos e Controle da Poluição**

- Garantir a qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, principalmente os mananciais destinados ao consumo humano;

- Adotar e manter o tratamento dos efluentes (em particular os esgotos domésticos) como meta permanente; e
- Promover a recuperação e o controle da qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, por meio do tratamento e redução das cargas poluentes, redução da poluição difusa e do estabelecimento de critérios e condicionantes de ocupação do solo na área de abrangência dos mananciais.

**c) Abastecimento de Água às Populações e Atividades Econômicas**

- Assegurar uma gestão racional da demanda de água, em função dos recursos disponíveis e das perspectivas sócio-econômicas;
- Promover a conservação dos recursos hídricos com uma gestão sustentável e integrada dos mananciais subterrâneos e superficiais;
- Garantir a quantidade de água necessária para o abastecimento às populações e o desenvolvimento das atividades econômicas; e
- Promover incremento na eficiência dos sistemas, por meio da redução das perdas de água na produção de água tratada, na distribuição de água para os consumidores e também através da implantação de projetos de reutilização da água e programas de educação ambiental, reduzindo o consumo de água tratada.

**d) Proteção da Natureza**

- Assegurar a proteção do meio ambiente, com ênfase na proteção do solo e nos meios aquáticos e ribeirinhos com maior interesse ecológico, a proteção e recuperação de habitat e condições de suporte das espécies nos meios hídricos;
- Estabelecer condições adequadas de manejo do solo para evitar degradação ambiental; e

- Estabelecer vazões ecológicas mínimas, definidas de acordo com o que dispõe a legislação pertinente, e evitar a excessiva artificialização (profunda modificação) do regime hidrológico dos cursos de água.
- e) Proteção Contra Situações Hidrológicas Extremas e Acidentes de Poluição**
- Promover a minimização dos efeitos econômicos e sociais das estiagens, por meio de medidas de gestão em função das disponibilidades de água, impondo restrições ao fornecimento de água e promovendo a racionalização dos consumos através de planos de contingência; e
  - Promover a minimização dos efeitos econômicos e sociais de acidentes de poluição, através do estabelecimento de Planos de Emergência, visando a minimização dos seus efeitos.
- f) Valorização Social e Econômica dos Recursos Ambientais**
- Estabelecer prioridades de uso para os recursos ambientais e definir a destinação adequada ambientalmente dos diversos resíduos provenientes da atividade humana;
  - Promover a identificação dos locais com aptidão para usos específicos relacionados ao saneamento ambiental, assegurando sua inserção no Zoneamento Urbano do Plano Diretor Participativo; e
  - Promover a valorização econômica dos recursos ambientais, ordenando os empreendimentos no território municipal.

**g) Ordenamento do Território: Atendimento às Leis de Uso e Ocupação do Solo**

- Preservar as áreas de várzea dos rios, evitando ocupação e mau uso das várzeas sujeitas a cheias e ampliação do fluxo dos cursos d'água quando de fortes precipitações pluviais;
- Impor condicionamentos aos usos do solo, por meio da definição de diretrizes de ordenamento legal de uso do solo municipal; e
- Promover a reabilitação e re-naturalização dos leitos dos cursos d'água, (rios, canais, fundos de vale e drenagens pluviais naturais).

**h) Quadros Normativo e Institucional**

- Assegurar a simplificação e racionalização dos processos de gestão dos recursos hídricos; e
- Promover, através de Agência Reguladora, a melhoria da coordenação interinstitucional e corrigir eventuais deficiências da legislação ambiental e sanitária vigente.

**i) Sistema Econômico-Financeiro**

- Promover a sustentabilidade econômica e financeira dos sistemas de saneamento e a utilização racional dos recursos hídricos, e incentivar a adoção dos princípios de usuário-pagador e poluidor-pagador.

**j) Outros Objetivos Gerais**

- Aprofundar o conhecimento dos recursos hídricos;
- Promover o monitoramento ambiental quantitativo e qualitativo das águas superficiais e subterrâneas;



- Promover o estudo e a pesquisa aplicada, criando e mantendo as bases históricas de dados, adequadas ao planejamento e a gestão sustentável dos recursos hídricos;
- Promover a participação da população, através da informação, formação e sensibilização, bem como pela educação ambiental, para as necessidades de proteger os recursos naturais, e especificamente os recursos hídricos; e
- Incentivar a implantação de programa de controle da erosão do solo.

#### **4.3.2. Objetivos Específicos**

Quanto aos Objetivos Específicos estes são apresentados na forma matricial (inter-relacionados), buscando relacioná-los com os Objetivos Gerais, apresentados anteriormente.

No Quadro 14 é apresentado alguns objetivos específicos, para o Setor de Drenagem Urbana, passíveis de serem atingidos, com mais ou menos esforço, e sua inter-relação com os objetivos gerais.

**Quadro 14: Objetivos Específicos para o Sistema Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais.**

| Objetivos Específicos  | Objetivos Gerais |   |   |   |   |   |   |   |   |    |
|--|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|
|  | 1                | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Prevenção contra inundações: estudo e implementação de medidas no sentido de evitar o aparecimento de novas zonas críticas de inundação e/ou reduzir (ou mesmo eliminar)   |                  |   |   |   | x |   |   | x | x | x  |
| Controle das enchentes naturais na macrodrenagem: desenvolvimento de estudos e implementação de medidas no sentido de analisar a possibilidade de controlar as cheias nos cursos principais das bacias elementares do município. |                  | X |   | x | x | x | x | x | x | x  |
| Controle das enchentes na micro-drenagem: desenvolvimento de estudos e implementação de medidas no sentido de controlar as enchentes (alagamentos) localizadas.  |                  | X |   | x | x | x | x | x | x | x  |
| Proteção em caso de ocorrência das cheias, naturais e artificiais: estudo e implementação de medidas no sentido de proteger as pessoas e bens situados em zonas críticas de inundação.   | x                | X | x | x | x | x | x | x | x | x  |

Fonte: Guia para a Elaboração de Planos Municipais de Saneamento, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA, Ministério das Cidades, Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, Ministério da Saúde, 2006).

- 1 – Promoção da salubridade ambiental e da saúde coletiva.
- 2 – Proteção dos recursos hídricos e controle da poluição.
- 3 – Abastecimento de água às populações e atividades econômicas.
- 4 – Proteção da natureza.
- 5 – Proteção contra situações hidrológicas extremas e acidentes de poluição.
- 6 – Valorização social e econômica dos recursos ambientais.
- 7 – Ordenamento territorial.
- 8 – Quadros normativos e institucionais.
- 9 – Sistema econômico-financeiro.
- 10 – Outros objetivos.

## 4.4. CENÁRIOS

### 4.4.1. Considerações Iniciais

O Plano de Saneamento têm como princípio básico o atendimento das metas fixadas, sendo que as ações previstas são meios decorrentes da necessidade de atendimento das mesmas.

Para fim do Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB de Jaraguá do Sul, entende-se como **Meta** alcançar um objetivo físico num intervalo de tempo devidamente definido.

A construção de cenários tem como objetivo principal o entendimento das possíveis situações que podem determinar o futuro, que podem interferir no desenvolvimento futuro, montando assim uma cena ou situação consistente do futuro.

Um cenário criado é um importante instrumento de planejamento estratégico, capaz de monitorar, antever o ambiente e responder melhor às possíveis surpresas e crises, permitindo que o PMSB seja fundamentado também numa realidade futura plausível de acontecer.

Como principais aspectos a serem alcançados na construção dos cenários futuros, podemos listar os seguintes:

- Conhecer o ambiente do saneamento básico e suas influências;
- Propiciar maior consistência técnica no processo de decisão durante a construção do PMSB;
- Conhecer as inter-relações entre fatores externos e internos ao saneamento municipal; e
- Dar respaldo para a formatação das estratégias adotadas no PMSB.

#### 4.4.2. Fundamentação Teórica

A técnica de planejamento baseada na construção de cenários é pouco conhecida no Brasil e muito complexa. Por este motivo, foi feito um trabalho de pesquisa procurando por modelos que se aproximassem do exigido pelo Contrato.

Na literatura pesquisada, o documento intitulado ***“Metodologia e Técnicas de Construção de Cenários Globais e Regionais”*** elaborado por Sérgio C. Buarque, em 2003, para o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **IPEA**, órgão vinculado ao Ministério de Planejamento, Orçamento e Gestão, é o que fornece uma boa base teórica e alguns fundamentos práticos muito importantes.

Citamos, a seguir, alguns trechos deste documento que se enquadram no presente caso:

*“A elaboração de cenários é uma atividade relativamente recente no Brasil. À exceção de algumas referências isoladas e acadêmicas, a técnica de cenários começa a ser efetivamente utilizada no Brasil na segunda metade da década de 1980 pelas empresas estatais que operam em segmentos de longo prazo de maturação, e, portanto, precisam tomar decisões de longo prazo. A Petrobrás e a Eletrobrás são duas empresas que lideram as iniciativas de elaboração de cenários e antecipação de futuro sobre o comportamento de mercado e a demanda de energia e de combustíveis.”*

*“No geral, os estudos de cenários têm sido interrompidos, o que acaba por não permitir a formação de uma mentalidade prospectiva no planejamento.”*

*“Em grande medida, o presente é apenas um tênue momento entre o passado e o futuro, passado este que o condiciona e o determina. Já o futuro é o momento para o qual estão voltados nossos olhares, nossas inquietações e nossas ações.*

*“O futuro está predeterminado ou, ao contrário, está completamente aberto a múltiplas alternativas? Até que ponto nós podemos antever e predizer o futuro, determinado ou não?”*

*“Evitar duas armadilhas da antecipação de futuros: (i) a projeção de tendências do passado, como se a estabilidade fosse permanente; e (ii) a reprodução das instabilidades conjunturais como uma tendência de longo prazo, reduzindo a*

*importância da estrutura e dos fatores de continuidade. A mudança e a incerteza são as regras, e tudo indica que o futuro não será uma continuidade do passado e do presente.”*

*“Desse ponto de vista, os cenários constituem, no fim das contas, apenas um approach geral orientado para a gestão de risco (Van Der Heijden, 1996) e para as escolhas que decorrem das interpretações sobre o futuro.”*

*“Ao anteciparem as condições futuras no contexto externo das regiões (...) os cenários permitem que as ações sejam organizadas e os investimentos sejam orientados na perspectiva de aperfeiçoar os resultados e favorecer a construção do futuro desejado.”*

*“Assim, podem ser diferenciados dois grandes tipos diferentes de cenários exploratórios: (i) extrapolativos, que reproduzem no futuro os comportamentos dominantes no passado; e (ii) alternativos, os quais exploram os fatores de mudança que podem levar a realidades completamente diferentes das do passado e do presente.”*

*“Diretrizes Metodológicas: (a) evitar o impressionismo e o imediatismo; (b) recusar consensos; (c) ampliar e confrontar as informações; (d) explorar a intuição; (e) aceitar o impensável; (f) reforçar a diversidade de visões; e (g) ressaltar a análise qualitativa.”*

*“Se não se sabe para onde vai o futuro, será necessário, portanto, definir pelo menos duas alternativas diferentes de evolução futura, e que cada uma delas ajude a construir um cenário diverso.”*

*“Os cenários tratam, portanto, da descrição de um futuro – possível, imaginável ou desejável.”*

*“Normalmente utilizado para o planejamento governamental, o cenário normativo (desejado) tem uma conotação política e, deve ser ao mesmo tempo, tecnicamente plausível e politicamente sustentável.”*

*“O cenário normativo (possível) é uma descrição da realidade futura e compõe um determinado jogo de hipóteses plausíveis e consistentes que converge, fortemente, para os desejos da sociedade em relação ao seu futuro.”*

*“O processo básico consiste em definir, de um lado, o futuro desejado e, de outro, os cenários alternativos... de cuja relação surge o cenário normativo.”*

*“Os cenários apresentam uma descrição dos futuros alternativos em certo horizonte de tempo previamente escolhido (como será a realidade naquela data?), mas devem*

*conter também uma explicação do caminho que vai da realidade presente aos diversos futuros.”*

Esta última citação permite-nos materializar, através de metas específicas, os possíveis cenários que possam ser propostos para a evolução do saneamento básico em Jaraguá do Sul.

#### **4.4.3. Metodologia para a Construção dos Cenários**

##### **4.4.3.1. Foco no Objetivo**

A formulação de cenários consiste num exercício do livre pensamento, portanto, é necessário se ater ao foco do principal objetivo contratual, que é a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB.

O excesso de detalhes ou de alternativas e participações poderão conduzir a um estudo ficcional, sem aplicação prática, que consumirá um tempo de formulação, discussão, e aprovação muito maior do que o requerido para elaborar o próprio PMSB, que é o objeto do presente contrato.

Neste contexto, por exemplo, é importante citar que o Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB deve ser encarado como um instrumento auxiliar do Plano Diretor Participativo do Município de Jaraguá do Sul, já em vigor, e não como substitutivo deste último.

A elaboração de cenários dentro do Plano Municipal de Saneamento Básico deverá ser a mais objetiva possível, limitada a sua capacidade de intervenção, de forma a se tornar um instrumento eficaz de prevenção e remoção de obstáculos ao Plano Diretor Participativo e ao próprio PMSB e, principalmente, no estabelecimento de prioridades.

Um exemplo: uma possível limitação com relação a eficiência da macrodrenagem esta relacionada as áreas de inundações (sendo estas áreas de solos aluvionares e portanto, naturalmente inundáveis) somada ao processo histórico de ocupação da

cidade, onde grande parte da população se fixou em áreas de leitos secundários de rios, no entanto, isto não deverá ser um empecilho para que a administração municipal execute obras e programas para sanar estes problemas de inundação na cidade.

Por outro lado, o sistema viário também afeta o setor industrial (rodovias, acessos, congestionamentos, transportes, etc...), no entanto, esta é uma questão que não pode ser resolvida pelo PMSB.

Em resumo, não se deve esperar que o PMSB resolva questões que não são pertinentes ao saneamento básico.

#### **4.4.3.2. Definição do Modelo Teórico**

A nova técnica de cenários baseia-se na prospecção e na projeção de ocorrências imprevisíveis e, tem como princípios básicos a intuição e o livre pensamento.

Portanto, não é recomendável estabelecer uma metodologia rígida, com tabelas e gráficos que limitem a intuição e a divagação por mais absurda que possa parecer. Não existe uma única forma de delinear cenários devido às peculiaridades de cada atividade ou região.

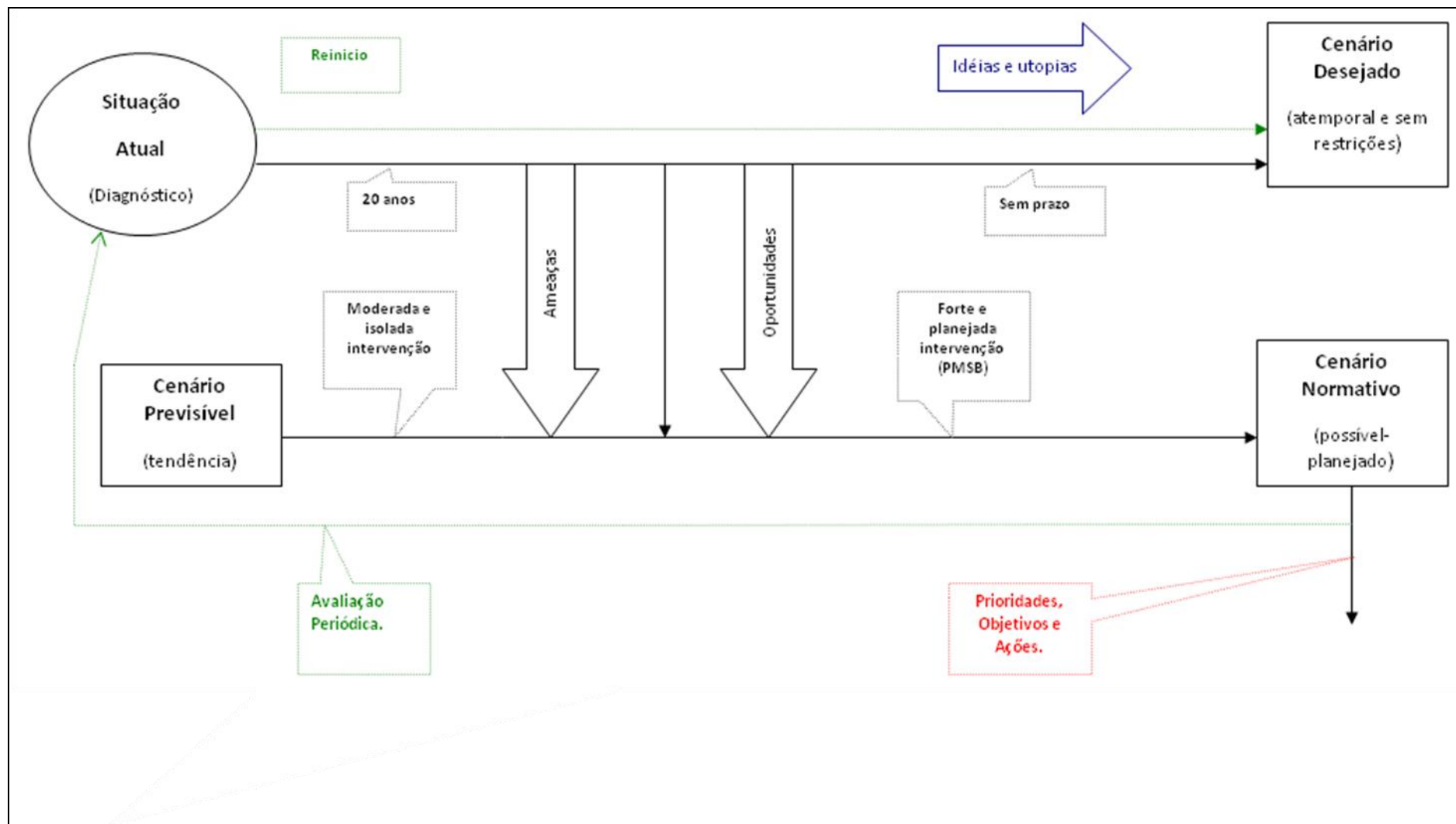
Cada região ou município tem suas particularidades que só quem as habita por muito tempo tem condições de compreendê-las, em profundidade.

No caso de Jaraguá do Sul, por exemplo, a demanda de serviços de saneamento ambiental na atividade turística não é tão expressiva, mas por outro lado, a atividade industrial merece atenção especial.

Assim, é necessário que se estabeleça um roteiro que evite a dispersão de idéias e conduza ao objetivo pretendido.

A Figura 43 mostrada a seguir apresenta, de forma sucinta, a metodologia apresentada.





**Figura 43: Esquema Geral da Metodologia Proposta para a Elaboração dos Cenários**

#### 4.4.3.3. Definição da Seqüência do Estudo de Cenários

É importante novamente mencionar que não existem regras rígidas nem modelos prontos, tendo sido levado em conta os seguintes cuidados para a proposição dos cenários:

- a) Não se deve divagar sobre questões não ligadas ao saneamento básico (educação, transportes, etc...);
- b) Não abrir excessivamente o leque de alternativas (poder de síntese);
- c) Focar nas efetivas necessidades de atendimento aos serviços de saneamento.

Em assim sendo, o processo de construção de cenários começa com a formulação de um futuro desejado, sem definição do prazo de planejamento e sem restrições de capacidade de investimentos e de atendimento das necessidades, sem preocupação ainda com o que é plausível de ser atingido, sendo que este futuro desejado servirá de referencial para a descrição do cenário normativo.

A seguir faz-se um confronto entre os desejos e as condições concretas da realidade estudada (capacidade de atender aos desejos) de forma a definir as expectativas, ajustando estas às possibilidades efetivas de realização.

Esse confronto dos **desejos** com as possibilidades pode ser feito numa relação direta do futuro esperado com a realidade atual (com as restrições e inércias estruturais), associando a cada situação a mensuração de **metas específicas**.

Assim, para a montagem dos cenários foi utilizado o seguinte roteiro, num processo de aproximações sucessivas:

- a) Elaborar o primeiro esboço do cenário desejado (idéias, desejos e utopias);
- b) Analisar consistência, aglutinar semelhantes, associando a elas as metas específicas;
- c) Apontar prioridades e objetivos que conduzam aos cenários, associando valores às metas selecionadas para identificação de cada desejo;

#### 4.4.3.4. Técnicas de Construção de Cenários

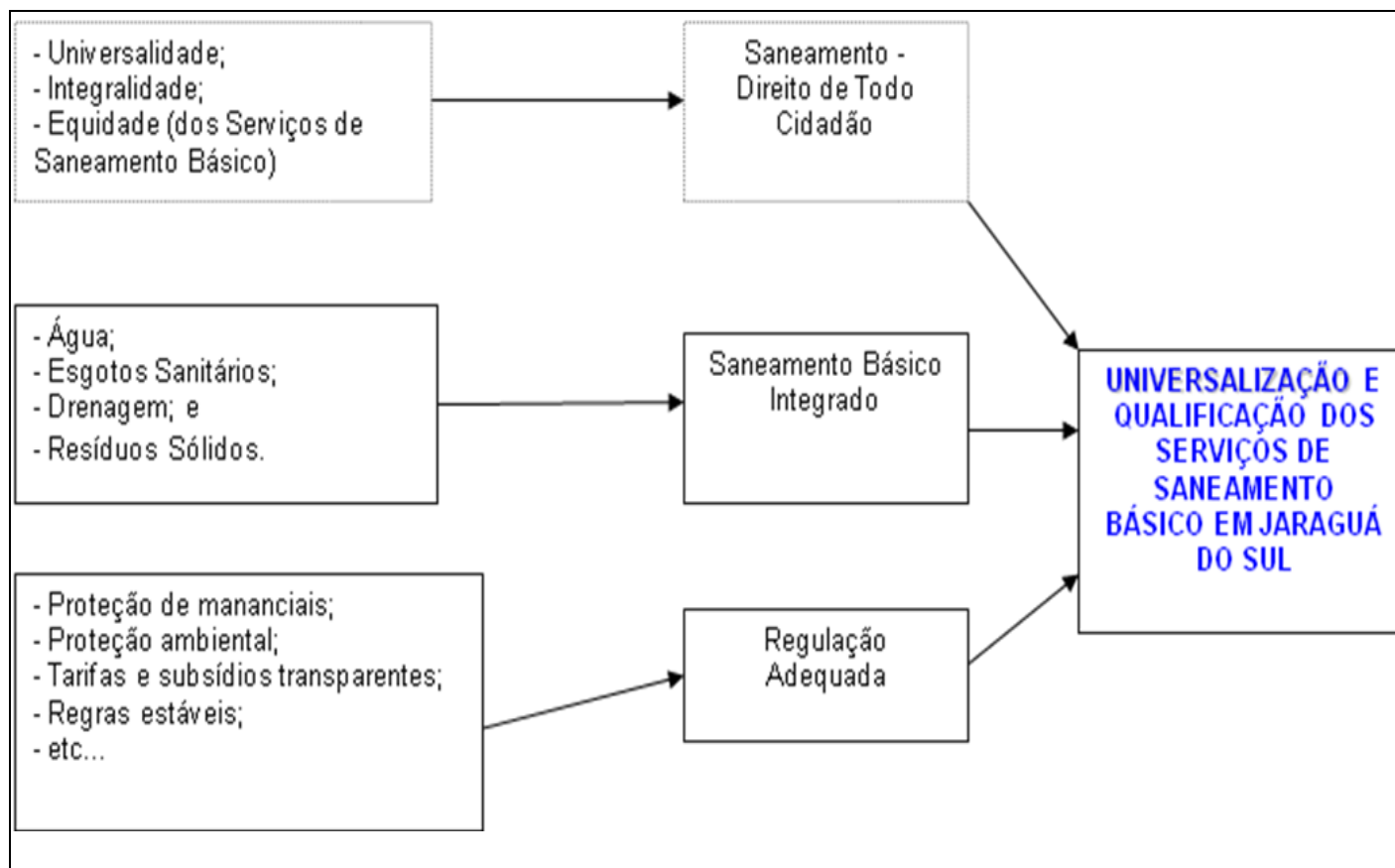
A elaboração do cenário desejado não depende de diagnóstico ou identificação das incertezas. Ele representa um sonho de futuro, utópico e atemporal, sem restrições ou limitações de qualquer natureza.

Desta forma, o processo de construção de cenários poderá iniciar com uma relação aleatória de idéias, desejos, ameaças, oportunidades e incertezas, as quais vão sendo gradativamente organizadas, aglutinadas, excluídas e priorizadas, para o qual se denomina de *processo indutivo*.

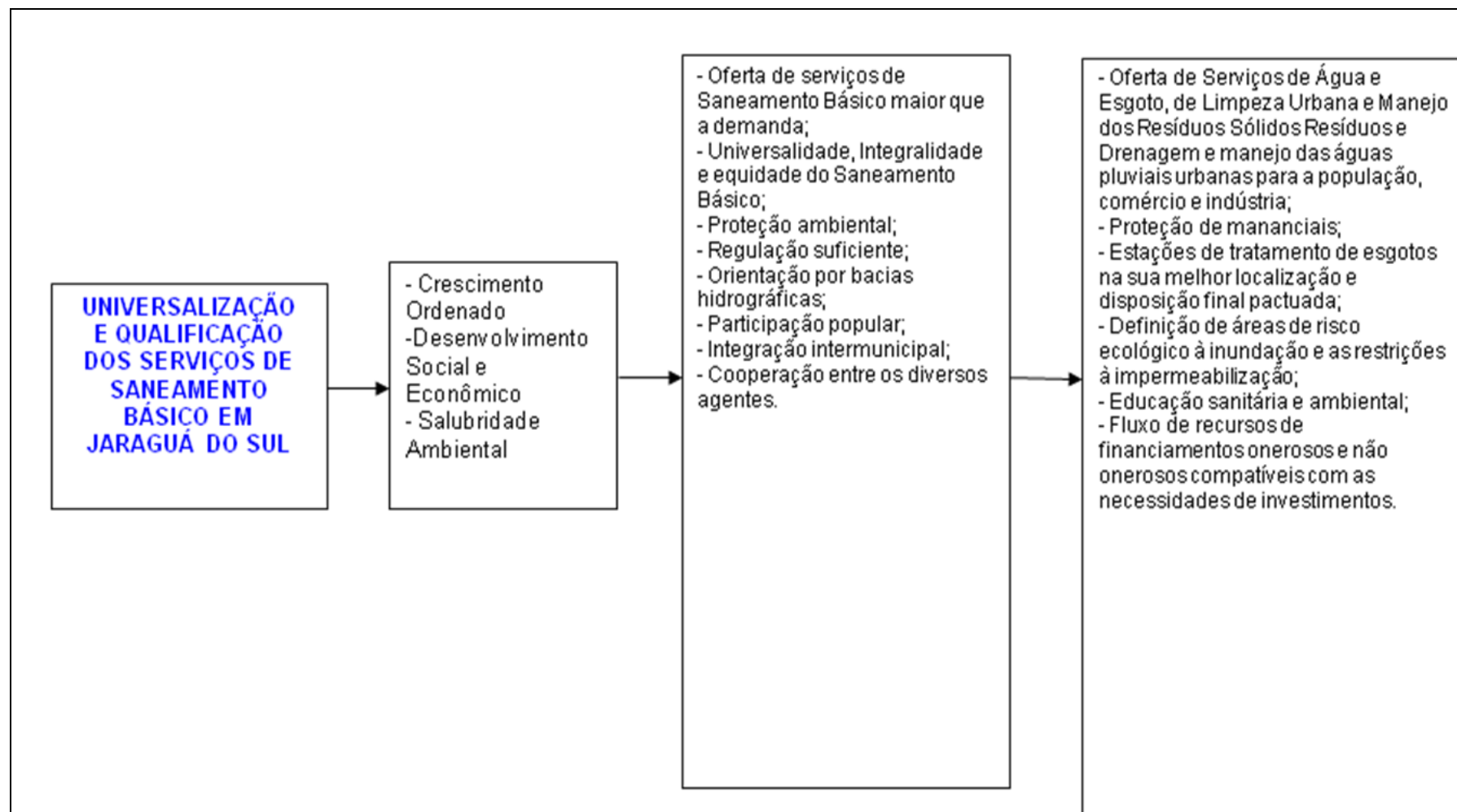
Também poderá seguir o caminho inverso, partindo da síntese do futuro desejado, o qual vai sendo gradativamente detalhado, que se chama de *processo dedutivo*.

O processo indutivo parte do cenário desejado, pois se inicia ao descrever o estado futuro que se pretende alcançar. Como ponto de partida utilizou-se o princípio fundamental da universalização do acesso aos serviços de saneamento, presente na Lei Federal Nº 11.445/2007 (Lei do Saneamento), e a partir dele direcionado aos pontos particulares por meio da construção da realidade futura.

As Figuras 44 e 45 mostradas a seguir ilustram as metodologias de construção destes dois tipos de processos de construção de cenários.



**Figura 44: Cenário Indutivo**



**Figura 45: Cenário Dedutivo**

Neste contexto, optou-se em partir de um ideal: **“O Município de Jaraguá do Sul terá no futuro a universalização do acesso a todos os Serviços de Saneamento Básico, com a qualidade de prestação de serviço merecida pela população local”**, o que remete à adoção do **“Processo Dedutivo”** para a construção dos cenários futuros do PMSB.

#### **4.4.4. Definição dos Cenários**

A livre criação dos cenários que irão compor o PMSB está embasada nas especificidades e carências do município, identificadas na Etapa de Diagnóstico e na fixação de metas específicas para estruturação do que se espera no futuro para o Saneamento de Jaraguá do Sul.

A partir do conteúdo exposto até este item, optou-se pela seleção entre os diversos cenários possíveis e plausíveis de ocorrer os estabelecidos a seguir, que terão uma análise e desenvolvimento no decorrer do trabalho:

**CENÁRIO 1 - IDEAL:** O qual deverá apontar o futuro ideal, sem prazos, sem restrições tecnológicas ou de cooperação, ou ainda, sem limitações de recursos materiais e financeiros.

**CENÁRIO 2 – TENDENCIAL:** A partir das tendências de desenvolvimento do passado recente, considera-se para o futuro a influência dos vetores estratégicos, associados a algumas capacidades de modernização, ou seja mantendo-se o gradiente atual em que a prestação de serviço vem ocorrendo.

**CENÁRIO 3 – FACTÍVEL:** A partir das tendências de desenvolvimento do passado recente, considera-se para o futuro os principais vetores estratégicos, associados à mobilização da capacidade de modernização. Nesse quadro ter-se-á uma compatibilização da disponibilidade de recursos tecnológicos e financeiros para atendimento de uma situação real, certamente melhor que o tendencial, porém não o IDEAL.



**CENÁRIO 4 - RETRÓGRADO:** Proposição de uma situação em que nada que já exista sofra alguma melhoria ou ampliação.

#### **4.4.5. Associação dos Cenários e Metas para Drenagem Urbana**

Na metodologia proposta são estabelecidas metas para cada um dos cenários considerados, sendo que a partir da mensuração e da cronologia das metas ter-se-á a caracterização material de cada um dos cenários selecionados.

As metas propostas para os sistemas de abastecimento de água, de esgotamento sanitário, de resíduos sólidos domiciliares e de drenagem urbana, que compõem o saneamento básico, devem permitir retratar a projeção da realidade considerada na formulação de cada um dos cenários.

As metas consideradas para o Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais são as apresentadas a seguir:

- Universalização da cobertura do sistema de micro-drenagem;
- Eficiência na micro-drenagem e macro-drenagem;
- Qualidade da água drenada.

Permeando ainda todos os sistemas podemos ainda estabelecer metas complementares, no que diz respeito à gestão da prestação de serviços de saneamento:

- Eficiência na prestação do serviço;
- Garantia da satisfação dos usuários do sistema de saneamento.

Nos Quadros 15 e 16 têm-se um detalhamento da conceituação de cada uma das metas estabelecidas:

**Quadro 15: Conceituação das Metas Estabelecidas para o Sistema de Drenagem Urbana.**

| <b>META</b>                  | <b>CONCEITO</b>   |
|------------------------------|---|
| UNIVERSALIZAÇÃO              | DISPONIBILIDADE DO SERVIÇO DE COLETA DAS ÁGUAS PLUVIAIS EM TODA ÁREA URBANA DO MUNICÍPIO. |
| EFICIÊNCIA NA MICRO-DRENAGEM | VIAS URBANAS COM REDE DE DRENAGEM PLUVIAL QUE NÃO APRESENTAM PROBLEMAS DE ALAGAMENTOS     |
| EFICIÊNCIA NA MACRO-DRENAGEM | NÃO OCORRÊNCIA DE INUNDAÇÕES  |
| QUALIDADE DA ÁGUA DRENADA    | QUE A REDE PLUVIAL NÃO RECEBA LIGAÇÕES CLANDESTINAS DE ESGOTO SANITÁRIO                   |

**Quadro 16: Conceituação das Metas Estabelecidas para o Sistema de Gestão.**

| <b>META</b>                     | <b>CONCEITO</b>   |
|---------------------------------|---|
| EFICIÊNCIA NA PRESTAÇÃO SERVIÇO | ATENDIMENTO AOS PRAZOS FIXADOS EM REGULAMENTO                     |
| SATISFAÇÃO DO USUÁRIO           | PRESTAÇÃO DO SERVIÇO ATENDENDO ÀS EXPECTATIVAS DA POPULAÇÃO LOCAL |

#### **4.4.6. Cenários Estudados para o Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais**

##### **CENÁRIO 1 - IDEAL:**

**Teórico** - O qual deverá apontar o futuro ideal, sem prazos, sem restrições tecnológicas ou de cooperação, ou ainda, sem limitações de recursos materiais e financeiros.

**Para o Sistema de Drenagem urbana de Jaraguá do Sul** - Neste cenário têm-se:

- A universalização do atendimento da população, ou seja, 100% da população urbana será atendida com serviço coleta das águas pluviais, desde o Ano 1 do PMSB até o final do período de planejamento;

- Não existirá ligações clandestinas de esgotamento sanitário na rede de drenagem urbana, desde o Ano 1 do PMSB até o final do período de planejamento;
- Toda população que vive em áreas de riscos de inundações será transferida para áreas não sujeitas a este tipo de fenômeno;
- Ocorrerá 100% de recuperação de mata ciliar dos rios das bacias hidrográficas que compõem o município;
- Os programas de manutenção preventiva terão prevalência sobre os programas de manutenção corretiva, refletindo em um sistema de drenagem eficiente, não ocorrendo alagamentos em pontos isolados na cidade;
- Não haverá mais depósito de resíduos sólidos nos dispositivos de coleta das águas pluviais e canais de drenagem;
- e por fim, total cumprimento a legislação existente.

## **CENÁRIO 2 – TENDENCIAL**

**Teórico** - A partir das tendências de desenvolvimento do passado recente, considera-se para o futuro a influência dos vetores estratégicos, associados a algumas capacidades de modernização, ou seja mantendo-se o gradiente atual em que a prestação de serviço vem ocorrendo.

**Para o Sistema de Drenagem Urbana de Jaraguá do Sul** - Neste cenário têm-se:

- Continuação das ações de planejamento e execução da prestação de serviço em que é mantida a atual cobertura de atendimento e eficiência do sistema;
- Falta de receita para obras no setor de drenagem urbana;

- Prevalência de ações corretivas e sub-dimensionamento do sistema de micro-drenagem, ocasionando alagamentos isolados;
- Descumprimento de legislação quanto a áreas de APP de leito de rios e ocupação de áreas de risco.

### **CENÁRIO 3 – FACTÍVEL**

**Teórico** - A partir das tendências de desenvolvimento do passado recente, considera-se para o futuro os principais vetores estratégicos, associados à mobilização da capacidade de modernização. Nesse quadro ter-se-á uma compatibilização da disponibilidade de recursos tecnológicos e financeiros para atendimento de uma situação real, certamente melhor que o tendencial, porém não o IDEAL.

**Para o Sistema de Drenagem Urbana de Jaraguá do Sul:** Neste cenário tem-se:

- Este cenário propõe que o município melhore seus índices atuais a partir de metodologias, programas e ações que estejam mais próximos da realidade local e que consigam avançar gradativamente viabilizando assim as melhorias necessárias para que o Sistema de Drenagem Urbana opere de maneira satisfatória e atenda todas as Legislações Ambientais vigentes.
- Neste cenário deve-se promover prioritariamente ações de cunho não estrutural visando introduzir uma gestão sustentável ao manejo das águas pluviais, com o princípio de retenção de água na fonte, não transferindo a jusante;

### **CENÁRIO 4 - RETRÓGRADO:**

**Teórico** - Proposição de uma situação em que nada que já exista sofra alguma melhoria ou ampliação.

**Para o Sistema de Drenagem Urbana de Jaraguá do Sul –** Neste cenário tem-se:

- Descontinuidade ou desaceleração no ritmo das ações de planejamento, de investimentos e de melhorias operacionais e institucionais, o que com certeza acarretaria uma diminuição da cobertura e da eficiência;
- Falta de manutenção corretiva e preventiva no sistema de drenagem, ocasionando aumento do número de alagamentos isolados, somado a contínua ocupação de áreas de risco de inundações.

#### **4.4.7. Cenário Adotado**

Para elaboração deste prognóstico, foi considerado o cenário FACTÍVEL.

Para o Sistema de Drenagem Urbana, principalmente devido a falta de recursos financeiros, este cenário encontra-se distante do cenário IDEAL, que em função do processo histórico de ocupação das cidades, pode-se considerar, quanto ao manejo das águas pluviais, o cenário IDEAL um tanto quanto UTÓPICO.

#### **4.5. PLANO DE METAS**

O PMSB tem como princípio básico o atendimento das metas fixadas, sendo que as ações previstas são meios decorrentes da necessidade de atendimento das mesmas.

Concomitantemente à apresentação de cada meta fixada, faz-se também a indicação da forma de avaliação das mesmas, através da formulação de indicador específico. Dessa maneira, atende-se ao item da Lei Nº 11.445/07, no que se refere ao cumprimento do Art.19, Inciso V: “Mecanismos e Procedimentos para a Avaliação Sistemática da Eficiência e Eficácia das Ações Programadas”. Esses indicadores específicos para acompanhamento das metas fazem parte do conjunto de indicadores a serem propostos e serão complementados por outros de natureza técnica, operacional, administrativa e financeira.

A exemplo dos demais serviços de saneamento as necessidades futuras do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo das Águas Pluviais foram subdivididas em três grupos: curto, médio e longo prazo.

As ações de curto prazo deverão ser executadas nos 4 (quatro) primeiros anos, as de médio prazo do 5º (quinto) ao 8º (oitavo) ano inclusive, e as de longo prazo a partir do 9º (nono) ano. Considerou-se para fim de padronização de datas como Ano 1, ainda parte do ano de 2012, indo até o Ano 2031 como final de plano (horizonte de 20 anos).

Serão admitidas, excepcionalmente para o Ano 1, divergências em relação às metas fixadas nos diversos indicadores, por conta da implantação das ações propostas e acertos na metodologia de apuração das variáveis intervenientes.

As metas a serem atendidas devem obrigatoriamente ser revistas periodicamente em prazo não superior a 04 (quatro) anos, conforme determinado na Lei 11.445/2007.

#### **4.5.1. Metas para o sistema de micro-drenagem**

##### **4.5.1.1. Universalização dos Serviços**

Atualmente o Sistema de Micro-drenagem em Jaraguá do Sul encontra-se em fase de atualização cadastral georeferenciada, portanto, não existe uma estimativa realista do atual percentual de vias pavimentadas que possuem sistema de micro-drenagem implantado. A partir da atualização cadastral do sistema de micro-drenagem, estabeleceu-se a meta para universalização do sistema que juntamente com seu indicador, encontra-se no Quadro 17.

**Quadro 17: Meta de ICSMiD.**

| <b>Universalização do Sistema de Microdrenagem</b> |  |   |   |
|--|--|---|---|
| <b>Ano</b>   | <b>Meta (%)</b>  | <b>Indicador</b>  | <b>Medida do ICSMiD</b>   |
| 4 em diante  | Aumentar em 5% ao ano até atingir 95% das vias urbanas pavimentadas. | Índice de Cobertura do Sistema de Microdrenagem<br><br>(ICSMiD) | Relação entre extensão de vias urbanas pavimentadas com sistema de micro-drenagem e extensão total de vias urbanas pavimentadas, em percentual. |

Na estipulação do início de mensuração da meta levou-se em consideração o tempo necessário para a finalização da atualização cadastral da rede de drenagem e seus dispositivos, bem como a realização de projeto de micro-drenagem para as áreas que não possuem rede de drenagem pluvial.

#### **4.5.1.2. Eficiência do Sistema de Micro-drenagem**

O sistema de micro-drenagem urbana deverá funcionar adequadamente, visando à diminuição de problemas de inundações causados por sub-dimensionamento ou má conservação do sistema.

As metas relacionadas a eficiência do sistema juntamente com seu indicador estão apresentadas no Quadro 18.

**Quadro 18: Meta de IESMiD.**

| <b>Ano</b>  | <b>Meta (%)</b>                       | <b>Indicador</b>   | <b>Medida do IESMiD</b>   |
|-------------|---------------------------------------|--|---|
| 2 em diante | Aumentar em 5% ao ano até atingir 95% | Índice de Eficiência do Sistema de Micro drenagem (IESMiD) | Relação de vias urbanas com sistema de micro-drenagem, que funcionam adequadamente e extensão total de vias urbanas que possuem sistema de drenagem, em percentual. |

Entende-se como funcionamento adequado do sistema a não ocorrência de alagamentos em um Tempo de Retorno inferior a 5 anos, para áreas residenciais e comerciais da zona urbana, e Tempo de Retorno inferior a 10 anos para as principais avenidas do município. Considera-se Tempo de Retorno como sendo o



intervalo médio em anos em que um determinado evento pode ser superado ou igualado pelo menos uma vez.

A identificação da ocorrência de alagamentos poderá ser obtida através dos PIC's (Programa de Interação com a Comunidade), ou constatação da equipe técnica do Setor de Drenagem, que deverá formular uma base de dados acerca destas informações que auxiliará no acompanhamento das metas estipuladas.

#### **4.5.1.3. Eliminação de Lançamentos Clandestinos de Esgoto**

Deverão ser identificados e eliminados os lançamentos clandestinos de esgoto à rede de drenagem pluvial, conforme as metas e indicador apresentado no Quadro 19.

**Quadro 19: Meta de IVLE.**

| <b>Ano</b>  | <b>Meta (%)</b>                           | <b>Indicador</b>   | <b>Medida do IVLE</b>  |
|-------------|---|--|--|
| 1 em diante | Vistoriar 25% das ligações de esgoto a.a. | Índice de Vistoria de Ligações de Esgoto (IVLE), no sistema de drenagem. | Relação entre o número de ligações de esgoto vistoriadas e número total de ligações, em percentual |

As ligações de esgoto deverão ser vistoriadas a fim de identificar possíveis lançamentos clandestinos de esgoto na rede de drenagem pluvial, nos locais onde existe rede de esgotamento sanitário. Quando identificado os pontos de lançamento clandestino de esgoto, o proprietário deverá ser notificado a tomar as providências necessárias para ligar-se a rede de esgoto. Tal medida visa melhorar a qualidade das águas pluviais, e conseqüentemente dos recursos hídricos, uma vez que os principais problemas de poluição difusa na rede de drenagem provem de lançamentos de esgoto.

Esta ação deverá ser uma parceria entre o Setor de Drenagem, SAMAE e Vigilância Sanitária.

## 4.5.2. Metas para Sistema de Macrodrenagem

### 4.5.2.1. Eficiência do Sistema de Macrodrenagem

O sistema de macrodrenagem urbana deverá funcionar adequadamente, visando a diminuição de problemas de inundações causados por eventos de precipitação extrema associados à falta de manutenção/limpeza de canais e rios, uso irregular do solo por falta de fiscalização e mecanismos regulatórios acerca da ocupação em áreas sujeitas à inundação e demais fatores advindos do processo de urbanização não planejada da cidade.

A partir do histórico de inundações, obtidos entre os anos de 1944 e 2011, tem-se uma eficiência atual da macro-drenagem de aproximadamente 70%, considerando as áreas de solos aluvionares que sofreram inundações. Estas áreas foram obtidas a partir do mapeamento existente e calculadas com auxílio de software de geoprocessamento, conforme apresentado no Quadro 20.

**Quadro 20: Eventos de inundação e percentual de áreas inundadas em solos aluvionares.**

| <b>Ano</b>               | <b>Área em solos aluvionares (km<sup>2</sup>)</b> | <b>%</b>   |
|--------------------------|---|------------|
| Inundação de 1944        | 2,92  | 6          |
| Inundação de 1995        | 3,46  | 7,2        |
| Inundação de 2008        | 3,34  | 6,9        |
| Inundação de 2011        | 13,74   | 28,6       |
| <b>Solos Aluvionares</b> | <b>48,06</b>                                      | <b>100</b> |

As metas estipuladas levaram em consideração os eventos mapeados, podendo ser observado que o evento mapeado que atingiu uma maior área de solos aluvionares foi o de 2011. No entanto, existe a probabilidade de eventos de maiores magnitudes assolarem o município, não sendo os mesmos considerados nas metas por não constarem do histórico de inundações obtido.

Para a determinação do ponto de partida da meta foi utilizado o mapeamento das áreas inundadas no ano de 2011, elaborado pelo Setor de Geoprocessamento da

Prefeitura Municipal, e o mapeamento dos solos aluvionares, obtido através de estudo pedológico da área urbana do município.

As metas relacionadas à eficiência do sistema juntamente com seu indicador são apresentadas no Quadro 21.

**Quadro 21: Meta de IESMaD.**

| Ano | Meta (%) | Indicador  | Medida do IESMaD  |
|-----|----------|--|---|
| 1   | 70       | Índice de Eficiência do Sistema de Macro-drenagem (IESMaD) | Relação entre as áreas urbanas inundadas por evento e as áreas de solos aluvionares da zona urbana do município, em percentual. |
| 5   | 80       |  |   |
| 10  | 85       |  |   |
| 20  | 95       |  |   |

Para o sistema de macro-drenagem serão consideradas metas de médio e longo prazo, em virtude das ações, programas e projetos não refletirem imediatamente no controle das inundações, porém com resultados efetivos, através de medidas preferencialmente não-estruturais a longo prazo.

#### 4.6. CONTEXTUALIZAÇÃO DOS PROBLEMAS DO SISTEMA DE DRENAGEM

Atualmente pode-se perceber a necessidade de soluções preventivas para a drenagem urbana (micro e macrodrenagem) com enfoque em medidas não-estruturais, necessárias nas UTAP's estudadas. Assim como é a realidade nacional, o Município está inserido no contexto das dificuldades em viabilizar projetos para a captação de recursos limitados, que em geral também são morosos na liberação e atrasam a implantação dos empreendimentos.

Em virtude da atual de cumprimento da legislação existente, em todas as esferas (Federal, Estadual e Municipal) bem como pela frequência com que eventos de precipitação extrema têm atingido o Município, causando problemas no sistema de drenagem urbana existente em Jaraguá do Sul, as ações futuras são previstas com recomendações de propostas de medidas a serem adotadas visando a integração

da drenagem com demais assuntos pertinentes ao saneamento básico e visando minimizar os problemas existentes, com soluções de curto, médio e de longo prazo.

De acordo com as análises das UTAP's, a situação atual já é preocupante, pois em eventos de precipitação extrema, conforme ocorreu recentemente em novembro de 2008 e janeiro de 2011, os leitos dos principais rios não comportam esta grande vazão, causando diversos problemas de inundação nas áreas ribeirinhas, já intensamente ocupadas. Ainda existe o fato de que ao longo dos anos a urbanização acelerada está promovendo cada vez mais a impermeabilização da superfície do solo, causando aumento na velocidade de escoamento superficial e diminuindo a absorção de água por infiltração aumentando também o volume final das águas pluviais ao chegarem nos cursos d'água.

O município de Jaraguá do Sul, simultaneamente com as medidas estruturais em locais críticos que sofrem com inundações, necessita adotar medidas do tipo não-estruturais, visando aperfeiçoar o sistema de drenagem urbana existente e ao mesmo tempo visando prevenir os riscos de alagamentos e inundações através de fiscalização e regulamentação da ocupação do solo em áreas de risco.

O problema das inundações ribeirinhas, que assolaram Jaraguá do Sul recentemente, está atrelado às condições meteorológicas e hidrológicas que propiciam este tipo de fenômeno. Os rios normalmente drenam nas suas cabeceiras, áreas com grande declividade, o que produz escoamento de alta velocidade. Quando a declividade diminui, também diminui a capacidade de escoamento, propiciando inundações em seu leito maior. Quando o relevo é acidentado, como no caso de Jaraguá do Sul, as áreas mais propícias à ocupação são as planas e mais baixas, sendo justamente estas áreas mais propícias às inundações e que encontram-se atualmente bastante ocupadas no município.

A cobertura vegetal é de suma importância para ajudar a conter os fenômenos de inundação na bacia hidrográfica, pois esta cobertura intercepta parte da precipitação causando proteção do solo contra erosão. A área urbana da cidade possui superfícies impermeáveis, o que produz aceleração no escoamento quer seja por meio de canalizações ou através da drenagem natural. Todos estes fatores citados

ajudam na ocorrência de fenômenos de inundações na área urbana de Jaraguá do Sul. Diante do exposto percebe-se a dificuldade em controlar totalmente as inundações, o que se busca é minimizar as conseqüências que estes fenômenos causam à população.

Estas medidas não-estruturais são menos onerosas, não dependem necessariamente de grandes obras nem de grandes valores e recursos como em geral as medidas estruturais, além de minimizarem gastos públicos com obras de drenagem, que às vezes apenas transferem o problema para a área a jusante.

Todas as medidas que forem adotadas deverão ser de preferência, sustentáveis, visando atender adequadamente tanto a preservação do meio ambiente como o desenvolvimento da qualidade de vida da comunidade, presente e futura.

A sustentabilidade urbana, sob o ponto de vista hidrográfico, inerente à drenagem, deve ter como objetivo recuperar as condições naturais do local, originais, antes da urbanização, minimizando os impactos surgidos devido aos sistemas de drenagem implantados ao longo do tempo, com suas respectivas deficiências e problemas.

Do ponto de vista ambiental, a qualidade do meio ambiente urbano depende diretamente do micro-clima local, portanto, precisam ser recuperados e preservados todos os locais de fontes de água, para que retome sua qualidade e quantidade. Bem como as áreas de preservação permanente, com suas respectivas “cobertura vegetal”, preservando a infiltração aos aquíferos subterrâneos, além de integrarem a interceptação e a evapotranspiração.

Do ponto de vista econômico, as medidas, para serem sustentáveis, devem garantir o mínimo custo unitário em relação à população, ou seja, a melhor relação custo/benefício possível, para a implantação e manutenção da infra-estrutura necessária, para propiciar maior aproveitamento dos recursos pluviais em atendimento direto à população.

Do ponto de vista político-social, a drenagem urbana deverá adotar medidas que tenham como princípio a inserção da população nas discussões e definições de

estratégias de sustentabilidade. Implementação de planejamento para o uso racional dos espaços e dos recursos naturais públicos, com aceitação da comunidade.

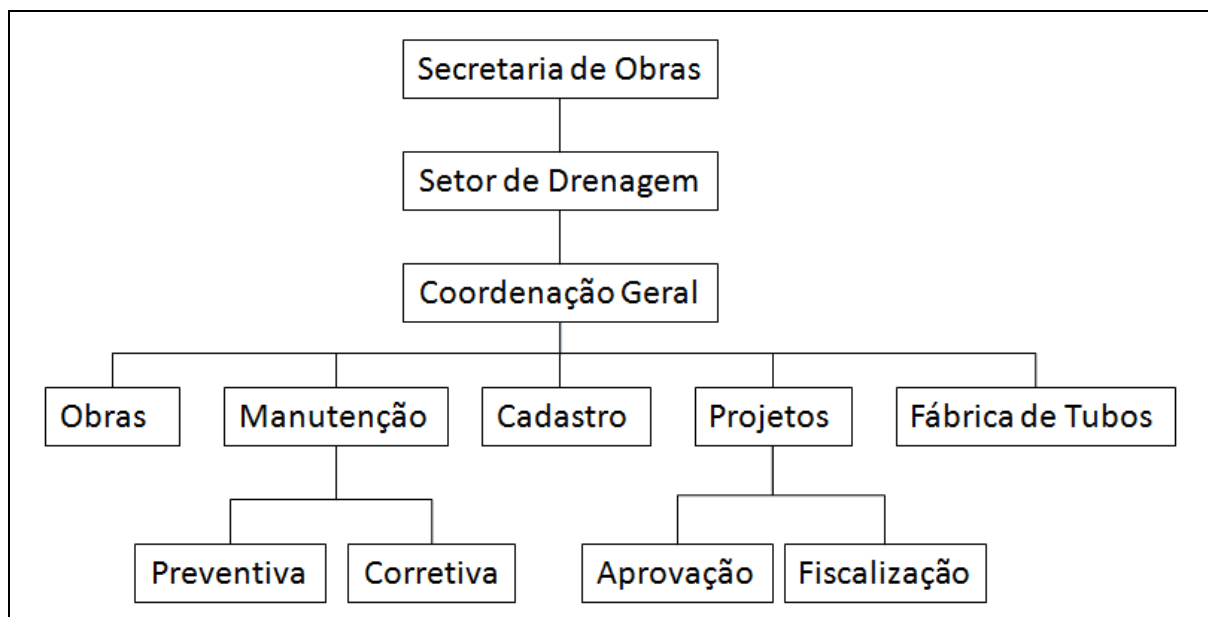
Desta forma as medidas na área de drenagem estarão contribuindo de forma integrada com as demais áreas do saneamento básico, para a utilização otimizada e racional dos bens naturais e a preservação para uso futuro.

#### 4.7. PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES

As proposições para o sistema de drenagem urbana e manejo das águas pluviais, através de Programas, Projetos e Ações, permitem auxiliar o operador do sistema a atingir as metas anteriormente propostas, visando à melhoria do sistema de drenagem urbana e minimizando os riscos de enchentes e inundações.

##### **4.7.1. Estruturação organizacional exclusiva para atendimento a drenagem urbana**

Deverá ser estruturado um setor específico para drenagem urbana que contará com uma equipe própria de manutenção preventiva e corretiva, cadastramento, elaboração, aprovação, execução e fiscalização de projetos, bem como dar suporte técnico às ações não-estruturais vinculadas a drenagem. Na Figura 46 tem-se a sugestão de possível organograma estrutural a ser implantado no Setor de Drenagem.



**Figura 46: Sugestão de organograma estrutural para o Setor de Drenagem.**

As equipes de manutenção do sistema de drenagem deverão trabalhar por setores compatíveis com as UTAP's e serem específicas para os serviços de drenagem, diferentemente do que ocorre atualmente, em que uma mesma equipe executa a manutenção de todos os serviços inerentes a Secretaria de Obras.

#### **4.7.2. Programa de manutenção preventiva e corretiva**

Esta medida visa promover um programa para desassoreamento e manutenção dos sistemas de micro e macro-drenagem, englobando desobstrução de córregos, rios, canais, bueiros e tubulações e os dispositivos que compõem a micro-drenagem.

Quando da realização da manutenção do sistema, a equipe de manutenção deverá verificar em campo as informações cadastrais, que deverá ser repassada para equipe do cadastro técnico visando a complementação do mesmo.

O Setor de Drenagem deverá possuir maquinário e equipamentos próprios adequados para executarem as tarefas inerentes ao sistema. Além do maquinário habitual utilizado para os serviços de drenagem, sugere-se a aquisição de um Robô para Inspeção de Tubulações. Este equipamento destina-se a realização de inspeções detalhada de tubulações e galerias subterrâneas através da filmagem das mesmas, sendo possível inspecionar a condição das tubulações e verificar a



integridade, a existência de deformações, obstruções, infiltrações, desalinhamentos ou mesmo a existência de ligações clandestinas de esgoto na rede de drenagem pluvial.

Deverá ser elaborado um programa para o planejamento, execução e controle de serviços de manutenção nos sistemas de micro e macro-drenagem, abrangendo:

- **Manutenção Preventiva**

Elaboração de um Plano de Manutenção e Limpeza: esta medida visa à elaboração de um programa de ações para a remoção de todos os detritos (areia, pedregulhos, rochas em decomposição, restos de vegetação, etc.) depositados ao longo do sistema de drenagem, principalmente em pontos onde causa obstrução na passagem das águas pluviais em períodos de chuvas intensas.

O plano de trabalho deverá garantir a manutenção preventiva da rede de drenagem pluvial e seus dispositivos de coleta, ao menos 2 vezes ao ano. Caso ocorram pontos de alagamentos isolados em locais onde a manutenção preventiva foi realizada de forma adequada, deve-se realizar estudos complementares, como por exemplo, projeto para verificar se a rede está ou não sub-dimensionada.

- **Manutenção Corretiva**

Deverá ser mantido o Programa de Interação com a Comunidade (PIC), ou outro programa similar, que dê suporte ao município para efetuar reclamações e ajudar o setor de drenagem a identificar problemas, tais como: quebras em dispositivos coletores (boca-de-lobo, caixas de passagem, tubulações, etc), locais com inundações freqüentes, descumprimento de legislação relativa à ocupação de áreas sujeitas à inundação, ligações clandestinas de esgoto na rede de drenagem e disposição inadequada de resíduos sólidos no sistema de drenagem.

O setor de drenagem deverá realizar um cadastro de solicitações de reparos, planejamento e controle de execução das ordens de serviço para atendimento aos problemas identificados, similar ao que ocorre atualmente na Secretaria de Obras.

Este cadastro deverá auxiliar na verificação do cumprimento da meta de eficiência do sistema de micro-drenagem.

#### **4.7.3. Programa de educação ambiental e medidas de controle da poluição**

Esta medida visa à criação de um item específico e permanente para tratar do assunto drenagem urbana através do programa de educação ambiental existente na Administração Municipal, abrangendo escolas, entidades civis organizadas, associações em geral, entidades de classe, empresas e comércio local, moradores em áreas de risco, etc.

A educação é uma das grandes medidas que podem ser adotadas também na área da drenagem, exatamente porque possibilita a atuação em todas as faixas etárias da comunidade, todas as classes e grupos sociais, traz resultados imediatos e de médio e longo prazo.

Deve-se dar atenção a qualidade das águas pluviais que estão relacionadas com as praticas de limpeza das ruas, coleta e remoção de lixo e detritos urbanos e ligação clandestina de esgoto, que deverá possuir ações específicas para combate a esta prática juntamente com campanhas ambientais.

Os programas de educação ambiental poderão ser executados pela Fundação Jaraguarense de Meio Ambiente- FUJAMA em parceria com a Sec. de Educação.

#### **4.7.4. Normatização dos projetos de drenagem**

A elaboração, aprovação, execução e fiscalização de projetos de drenagem urbana deverão seguir o que preconiza o documento formulado pela Sec. de Obras, intitulado “Diretrizes Básicas e Técnicas para Aprovação de Projetos de Drenagem de Águas Pluviais”, estando o conteúdo deste documento de acordo com Normas Técnicas e literatura específica.

Recomendações para melhoria deste documento:

- Determinar os diferentes métodos de cálculo das vazões de projeto para bacias com área superior a 2 km<sup>2</sup> ;
- De acordo com este documento, recomenda-se utilizar a intensidade de precipitação de projeto de 140 mm/h. No entanto, para distintos Tempos de Retorno têm-se diferentes intensidades de projeto, logo se recomenda a utilização de intensidade de chuvas distintas em função do Tempo de Retorno e elaborar a equação das chuvas para o município.

#### **4.7.5. Atualização do cadastro técnico do sistema de microdrenagem existente**

O cadastro do sistema de micro-drenagem encontra-se em fase de atualização em meio digital internamente na Secretaria de Obras. Para auxiliar no cumprimento das metas de Eficiência do Sistema de Micro-drenagem faz-se necessário a conclusão deste cadastro, para então se realizar os projetos referentes à universalização da cobertura da rede de micro-drenagem, conforme meta estipulada. Para tanto, o cadastro deverá estar concluído até o Ano 2, quer seja através de funcionário da Secretaria de Obras ou empresa terceirizada, conforme recomendações de especificações técnicas constantes na Normativa em ANEXO.

Esta Normativa aborda uma proposta de normatização com especificação técnica para a atualização e manutenção deste cadastro no sistema corporativo de geoprocessamento da Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul, sendo composta por:

- Conceitos, definições, critérios gerais e especificações técnicas para o cadastramento;
- Informações mínimas e atributos necessários para composição do banco de informações dos elementos cadastrais do sistema de drenagem do município de Jaraguá do Sul;
- Metodologia de atualização cadastral, a partir de um software livre de sistemas de informações geográficas (SIG) – **gvSIG 1.9**, sugerido para tal finalidade, acompanhado de um manual prático para sua utilização.

#### 4.7.6. Projeto de microdrenagem urbana

A partir do cadastro do sistema de microdrenagem, deverá ser realizado projeto para reavaliação e ampliação da rede existente, a ser executada conforme as metas de universalização do sistema. Este projeto deverá ser realizado até o Ano 3, para então, no Ano 4 começarem a serem executadas as referidas obras de ampliação.

O Projeto deverá ser composto no mínimo de: memorial de cálculo e descritivo, relação de materiais e orçamento com especificação de materiais e mão-de-obra e conjunto de desenhos com detalhamento executivo, ART de projeto, conforme padrão adotado pela Prefeitura Municipal, incluindo projetos complementares visando a ampliação da cobertura e a correção de problemas na rede de microdrenagem existentes, melhorias, locais para retenção junto ao sistema viário em pontos estratégicos como canteiros, rótulas, etc.

**Projetos em andamento:** Na etapa de Diagnóstico foram identificados cinco locais com projetos e obras em desenvolvimento pela Sec. de Obras, nestes locais ocorriam com frequência alagamentos como consequência do sub-dimensionamento das tubulações, que não levaram em conta o processo de urbanização das áreas à montante. O Setor de Drenagem deverá dar prioridade para finalização destas obras até o Ano 1.

#### 4.7.7. Projeto de macrodrenagem

O município deverá elaborar Projeto Básico de Macrodrenagem para as bacias hidrográficas do rio Jaraguá, rio Itapocú e rio Itapocuzinho. Tal projeto deverá contemplar, no mínimo, os seguintes estudos:

- Caracterização das bacias, considerando a delimitação, a cobertura vegetal, as condições de impermeabilização, expansão urbana e demais parâmetros;
- Obtenção da relação Intensidade/duração/frequência- IDF- para o município;
- Definição das vazões de projetos;
- Estudos hidrológicos e hidráulicos para possível implantação de reservatórios de retenção na bacia;

- Estudos visando o dimensionamento e implantação de canais, micro-barragens e demais obras de macro-drenagem.

#### **4.7.8. Medidas de controle do escoamento na fonte**

Estas medidas, chamadas de “Controle na Fonte” em drenagem urbana, visam promover a redução e a retenção do escoamento pluvial de forma a qualificar os sistemas tradicionais de drenagem pluvial e ao mesmo tempo evitar as ampliações destes, pois enquanto os sistemas tradicionais visam o escoamento rápido das águas pluviais, os dispositivos de controle na fonte procuram reduzir e retardar o escoamento. Esta medida deverá integrar de forma harmoniosa o sistema existente com novas soluções, ou seja, integrar as estruturas de transporte, de infiltração e de retenção das águas pluviais.

Dentre as medidas de controle na fonte, as principais são os pavimentos permeáveis e reservatórios temporários de detenção.

##### **4.7.8.1. Implantação de Pavimentos Permeáveis**

Deve-se realizar o aumento da área de infiltração e percolação através da utilização de pavimentos permeáveis em passeios, estacionamentos, quadras esportivas e ruas de pouco tráfego. Este tipo de pavimento pode ser de bloco vazado em concreto ou asfalto, apresentando como vantagens a redução do escoamento superficial previsto com relação à superfície permeável. Estima-se que o custo de implantação deste tipo de pavimento seja da ordem de 30% mais oneroso que o pavimento comum. Na Figura 47 pode-se visualizar alguns destes tipos de pavimentos.



**Figura 47: Exemplos de pavimentos permeáveis.**

Propõe-se que a Secretaria de Obras, através de uma política interna, realize esta ação nos passeios e estacionamentos dos edifícios públicos, tais como: escolas, postos de saúde, hospitais, administração, etc.

Sugere-se ainda que a Administração Municipal, da forma que lhe parecer mais conveniente, incentive a adoção desta prática pelos munícipes através, por exemplo, de benefícios financeiros na cobrança do IPTU.

#### **4.7.8.2. Implantação de Reservatórios de Armazenamento Temporário**

Os reservatórios de armazenamento temporário atuarão como estruturas compensatórias, restituindo o armazenamento natural perdido após o processo de urbanização. Existem duas formas de implantação de reservatórios de armazenamento temporário: armazenamento por lote e o armazenamento por bacia.

- **Reservatório de Armazenamento Temporário no Lote**

É composto por uma estrutura de retenção para controle na fonte, atuando no próprio local onde o escoamento é gerado. Este dispositivo pode captar a água de todo lote ou apenas do telhado, podendo ainda ser realizado o reaproveitamento desta água para fins menos nobres.

O reaproveitamento da água da chuva gera as seguintes vantagens:

- Reduz o consumo de água da rede pública e do custo de fornecimento da mesma;

- Evita a utilização de água potável onde esta não é necessária, como por exemplo, na descarga de vasos sanitários, irrigação de jardins, lavagem de pisos, etc;
- Faz sentido ecológica e financeiramente não desperdiçar um recurso natural;
- Ajuda a conter as inundações, represando parte da água que teria de ser drenada para galerias e rios;
- Encoraja a conservação de água, a auto-suficiência e uma postura ativa perante os problemas ambientais da cidade.

Propõe-se que o município elabore um Projeto Lei que torne obrigatória a execução de reservatório para as águas pluviais coletadas por coberturas e pavimentos nos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada igual ou superior a 400m<sup>2</sup>. Tal legislação deverá ser complementar a Lei 4675/2007 já existente.

Tal legislação poderá prever as seguintes situações:

- A água contida pelo reservatório deverá preferencialmente ser reutilizada para finalidades não potáveis, como na lavagem de veículos ou de áreas externas, para regar jardins ou utilizada como água industrial e na utilização em descargas de vasos sanitários, ou podendo ser despejada na rede pública de drenagem após 1 (uma) hora de chuva.
- Os estacionamentos em terrenos autorizados, existentes e futuros, deverão ter ao menos 50% de sua área com piso drenante ou com área naturalmente permeável.
- Nos casos enquadrados nesta Lei, por ocasião do pedido de Habite-se ou da aceitação de obras, deverá ser apresentada a descrição sucinta do sistema a ser instalado e, ainda, de que os reservatórios e as instalações prediais destinadas ao reuso da água para finalidades não potáveis, quando previsto, estão atendendo às normas sanitárias vigentes e às condições técnicas específicas estabelecidas pelo órgão municipal responsável pela Vigilância Sanitária, bem como à regulamentação técnica específica do órgão municipal responsável pelo sistema de drenagem.

- **Reservatório de Armazenamento Temporário na Bacia**

As bacias de retenção/amortecimento são destinadas ao armazenamento d'água e amortecimento das vazões nos picos de cheias. Elas permanecem secas na maior parte do tempo, recebendo aporte de águas apenas nos dias de chuva.



Comumente, as bacias de retenção são aproveitadas para atividades de lazer, através da implantação de quadras esportivas e praças, por exemplo. Estas bacias podem ser do tipo aberta ou subterrânea.

**Bacia de Retenção Aberta:** No caso de bacias abertas, utilizam-se taludes laterais suaves, de forma a evitar possíveis acidentes, cobertos por grama ou construídos na forma de arquibancadas ou rampas lisas. A manutenção das bacias de retenção abertas é mais rápida e econômica, pois o acesso é livre e os equipamentos necessários são facilmente obtidos.

**Bacia de Retenção Subterrânea:** Para as bacias de retenção subterrâneas, os projetos prevêem, em geral, a construção de praças e áreas de lazer sobre a laje superior do reservatório de concreto. A dificuldade de acesso e a necessidade de equipamentos mais robustos são fatores que devem ser detalhadamente avaliados na consideração da implantação de bacias subterrâneas ou fechadas, além do custo da obra em si, que é, em média de 3 a 5 vezes mais alto que o de bacias abertas.

A frequência de manutenção pode ser menor, uma vez que não existe uso de lazer dentro da bacia, no entanto deve haver inspeções periódicas para garantir a desobstrução das estruturas de entrada e saída, que podem ficar entupidas por sedimentos e lixo, principalmente no caso de haver bombeamento dos efluentes.

Propõe-se a verificação no Projeto de Macrodrenagem da viabilidade técnica da utilização das praças e parques existentes, e/ou a serem implantados, como reservatórios naturais de amortecimento de cheias. A implantação desta medida visa recuperar a capacidade de infiltração e armazenamento da bacia, amortecendo a vazão de pico a jusante e conseqüentemente reduzindo os efeitos de inundação sobre as áreas urbanas.

#### **4.7.9. Sistema de previsão e alerta**

Deverá ser implantado e mantido pela Defesa Civil Municipal um sistema de previsão e alerta hidrometeorológico, que permitirá o monitoramento, em tempo real, da intensidade das chuvas e do nível dos rios do município.

A implantação, manutenção e operação do sistema deverá ficar a cargo da Defesa Civil Municipal, por esta apresentar capacidade para tomar as devidas ações referentes a situações extremas, como no caso de inundações e enchentes. Porém, as informações devem ser constantemente repassadas para o Setor de Drenagem, com o intuito de criar uma base histórica de dados que funcione para normatizar futuras ações e projetos de drenagem.

#### **4.7.10. Proposta de zoneamento das áreas sujeitas à inundações**

Deve-se definir o zoneamento das áreas de riscos à inundações, objetivando minimizar perdas devido a ocorrência de grandes cheias. Atualmente, existe um mapeamento georeferenciado das cheias que ocorreram nos anos 1944, 1995, 2008 e 2011 realizado pelo sistema corporativo de geoprocessamento da Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul, tais mapeamentos são atualizados conforme a ocorrência de eventos de inundações.

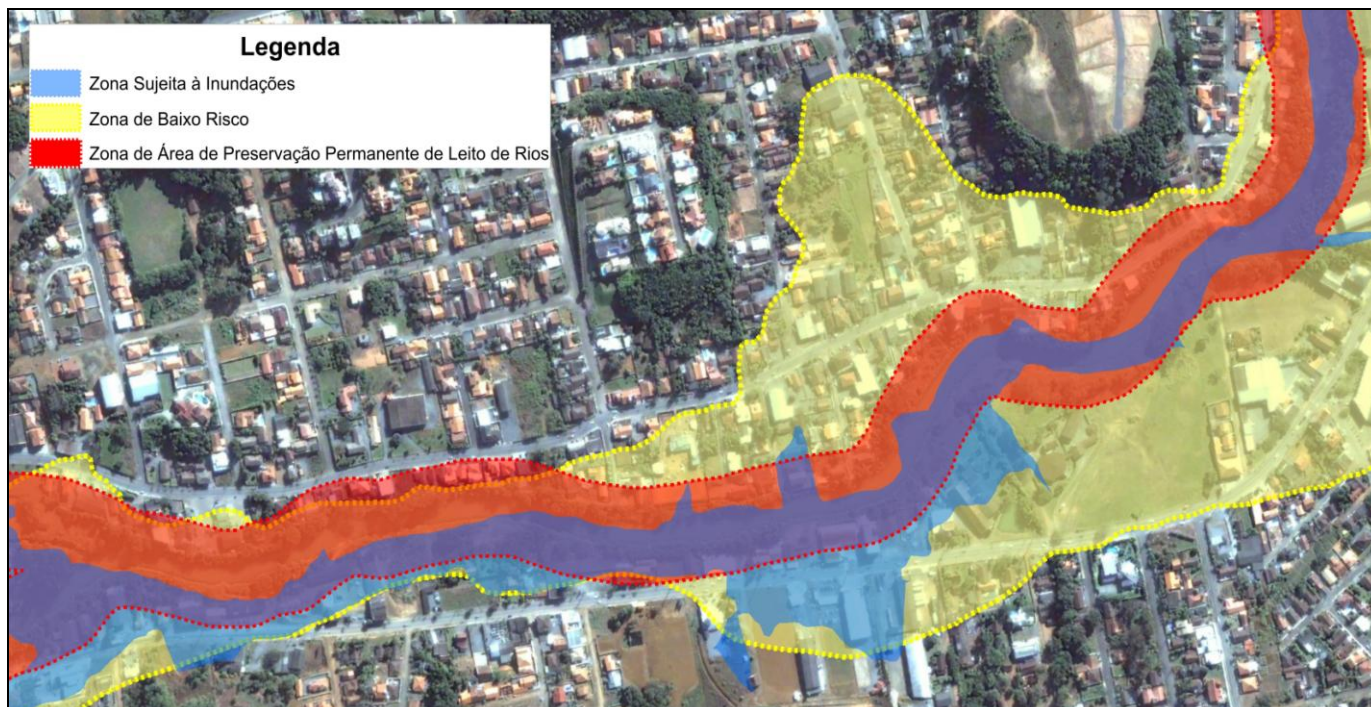
O zoneamento das áreas inundáveis pode ser utilizado para promover usos produtivos e menos sujeitos a danos, permitindo a manutenção de áreas de uso social, como áreas livres no centro da cidade, reflorestamento e certos usos recreacionais, como parques e quadras esportivas, podendo tais locais ainda funcionar como reservatórios de detenção.

Este zoneamento poderá ser realizado por equipe própria da Prefeitura Municipal ou por empresa especializada, devendo ser realizado até o Ano 2.

A metodologia para o zoneamento sugerida por esta Consultoria admite a delimitação de três áreas:

- Delimitação das Áreas de Preservação Permanente - APP de leito de rios, conforme determina Legislação Federal vigente;
- Delimitação das áreas sujeitas à inundações através de mapeamento histórico das cheias;
- Delimitação das áreas de baixo risco, caracterizadas pelas planícies de inundações (ou solos aluvionares), porém sem histórico de inundações registrado.

Podemos visualizar na Figura 48 um recorte da possível delimitação destas áreas.



**Figura 48: Proposta de zoneamento das áreas sujeitas a inundações.**

De acordo com a Figura 48, tem-se a determinação das seguintes áreas:

- **Zona de Áreas de Preservação Permanente de leito de rios:**

Nesta zona deveria ser aplicado o conceito da intocabilidade, ou seja, proteção total objetivando a manutenção da zona de amortecimento natural de cheias. No entanto, o processo histórico de urbanização em Jaraguá do Sul deu-se a partir dos principais rios da cidade, utilizando como faixa *non edificandi* 15 metros a partir do leito do rio, estando este domínio em descumprimento com a legislação federal vigente.

Na Figura 49 pode-se visualizar esta situação na área central do município.



**Figura 49: Ocupação da Zona de APP de leito de rios.**

Com relação ao zoneamento das APP's de leito de rios, a Administração poderá levar em consideração o trabalho desenvolvido pela Associação dos Municípios do Vale do Itajaí - AMVALI, que dispõe sobre Diagnóstico Socioambiental nas APP's de Matas Ciliares ao longo dos Principais Rios das Áreas Urbanizadas no Município de Jaraguá do Sul – SC.

Este estudo, além de mapear e diagnosticar as APP's do leito dos principais rios de Jaraguá do Sul, ainda identificou as áreas de interesse ecológico, que totalizou 2,18 km<sup>2</sup> ao longo dos trechos de rios analisados. No entanto, o documento sugeriu ainda, que, dentro do possível, algumas áreas inundáveis ao longo dos rios analisados sejam consideradas áreas de interesse ecológico, vindo a ser tratadas como Unidades de Conservação instituídas dentro das diretrizes prevista pelo Novo Plano Diretor do Município.

De acordo com o estudo realizado pela AMVALI, “os *critérios de gestão específicos para a definição da área de influência direta sobre a Área de Preservação Permanente para Áreas Urbanizadas, baseando-se, dentre outras normativas, no disposto no artigo 9º da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº. 369/2006 que admite a supressão de vegetação “em APP para a regularização fundiária sustentável de área urbana.” Os autores classificam as*



*APP's urbanas (em que há interferência humana direta), por densidade, em três categorias. Em cada uma delas são elencadas atividades que seriam admissíveis. Adaptando-se as recomendações dos autores ao caso do Vale do Itapocu, alguns parâmetros para a ocupação de APPs urbanas poderiam ser adotados:*

- Nas áreas em processo de urbanização com baixa densidade de ocupação promover-se-iam estudos pontuais visando à remoção da ocupação da Área de Preservação Permanente; admite-se a implantação de Área Verde Pública e a implantação de atividades de baixo impacto; preserva-se a mata ciliar existente; promove-se a recuperação de áreas degradadas da APP, a contenção de encostas e o controle da erosão e a proteção das margens dos corpos de água.*

*Removem-se ainda as atividades agrícolas implantadas na APP e estabelecem-se percentuais mínimos de impermeabilização do solo.*

- Para áreas urbanizadas com média densidade de ocupação, far-se-ia necessária a regularização fundiária de ocupações em Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS)<sup>34</sup>, preservando uma faixa de quinze metros. Somente se for comprovada impossibilidade de alternativas habitacionais na própria área, admitir-se-ia a diminuição desta faixa. Outras ações que poderiam ser consideradas, após estudos específicos de cada ponto: remoção de ocupações não enquadradas em ZEIS; implantação de espaço público de lazer e urbanidade; recuperação de áreas degradadas; implantação de sistemas de saneamento ambiental visando melhoria da qualidade das águas; controle da erosão em encostas e margens de cursos d'água e implantação de sistemas de drenagem de águas pluviais.*

- Para áreas urbanizadas com alta densidade de ocupação em área de influência direta de APPs, far-se-ia necessária a regularização fundiária de ocupações inseridas em ZEIS e a manutenção de faixa mínima de cinco metros ao longo do curso d'água para implantação de espaços públicos, sistema viário ou sistema de saneamento ambiental. Além disso, poderiam ser promovidos estudos visando à uma possível remoção de ocupações que não se enquadram em ZEIS; implantação de espaço público de lazer e urbanidade; recuperação de áreas degradadas; implantação de sistemas de saneamento ambiental visando melhoria da qualidade das águas; controle de erosão em encostas e margens de cursos d'água; implantação de sistemas de dissipação da energia das águas e a implantação de sistemas de drenagem de águas pluviais”.*

Assim, propõe-se que a Administração Municipal crie mecanismos de proteção das áreas de APP de leito de rios ainda existentes.

- **Zona Sujeita a Inundações:**

Nas áreas sujeitas a inundações deve ser aplicado o princípio da gestão sustentável da drenagem urbana, que estabelece que a cheia natural não deve ser ampliada pelos que ocupam a bacia, seja motivada por um simples loteamento, ou por obras no ambiente urbano, isto se aplica a um aterro urbano, à construção de pontes e rodovias, e fundamentalmente à impermeabilização dos loteamentos.

Através da determinação destas áreas por meio de mapeamento georreferenciado, a Administração deverá criar mecanismos legais para restringir o uso e ocupação do solo, principalmente nos locais que auxiliam no amortecimento das vazões de cheias. Deve-se ressaltar que em Jaraguá do Sul, muitas áreas que originalmente poderiam servir como reservatórios naturais de cheias estão sendo aterradas, o que resulta em um maior impacto das cheias a jusante. No entanto, apesar destes aterramentos ocorrerem em áreas naturais de cheias, não existe mecanismos legais que restrinjam este tipo de atividade no município.

Na Figura 50 pode-se visualizar um caso típico da problemática que envolve os aterros com relação ao manejo das águas pluviais urbanas. Neste caso, percebe-se o aterramento em uma área de reserva natural de cheias, e uma vez aterrada esta área, a água anteriormente reservada, tenderá a ocupar as áreas residenciais a jusante, resultando em maiores danos.



**Figura 50: Aterros realizados em áreas que serviriam de reservação natura de cheias.**

Apesar dos problemas que os aterros podem causar, em muitos casos o licenciamento destes locais está de acordo com a legislação vigente no município, como no caso mostrado, em que há um distanciamento superior a 50 metros com relação a margem do rio, respeitando o limite de 50 metros de APP de leito de rio com largura inferior a 50 metros, conforme o Código Florestal de 1965.

O município de Jaraguá do Sul, por meio da Lei Municipal N<sup>o</sup> 1767/1993, que institui o código de parcelamento do solo, estabelece em seu Art. 5<sup>o</sup> que não será permitido: *“- o parcelamento do solo em terrenos alagadiço e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providencias para assegurar o escoamento das águas.”*

Pode-se concluir, com base na análise da legislação municipal e federal, que o cumprimento destas legislações específicas não assegura necessariamente o adequado manejo das águas pluviais, visto que, estas legislações não impedem a prática de aterros e nem asseguram práticas que venham a estimular a retenção de água na fonte, minimizando a vazão a jusante.



Propõe-se que as áreas sujeitas a inundações identificadas e mapeadas pelo sistema corporativo de geoprocessamento da Administração Municipal, considerando os usos admitidos na legislação de uso e ocupação do solo só poderão ser aterradas mediante avaliação de eventuais impactos gerados e sua mitigação e compensação, assegurando a não transferência de significativos impactos a jusante.

O objetivo não deve ser restringir a ocupação destas áreas, mas regulamentar as ocupações de forma que não causem maiores danos no tocante ao manejo das águas pluviais.

Recomenda-se, por exemplo, que a Administração não libere a ocupação destas áreas para fins coletivos públicos ou privados, como escolas, hospitais, prédios administrativos, etc. Dependendo do grau de risco de instalações públicas já existentes deverão ser removidas para locais seguros.

No caso de liberação de novas edificações particulares recomenda-se que a Administração inclua no Código de Obras, conforme o caso, a exigência de todos ou de alguns dos seguintes itens, conforme Tucci e Simões Lopes, 1985:

Nas situações em que as edificações tenham sido construídas conforme o Alvará de Construção, recomenda-se que a Administração analise a possibilidade de incentivar financeiramente com redução no IPTU, nos casos de implantação dos dispositivos mitigadores mencionados.

- **Zona de Baixo Risco:**

Estas áreas são compostas pelas áreas de várzea, compostas por solos aluvionares, porém sem registros históricos de inundações. O mapeamento desta área é válido para informar a população sobre a grandeza do risco a que está sujeita, no entanto não há restrições específicas de ocupação destas áreas no que se refere ao tocante do manejo das águas pluviais.

#### 4.8. SISTEMATIZAÇÃO DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES

Pode-se visualizar nos Quadros 22 e 23, a sistematização dos principais problemas inerentes à drenagem urbana, suas causas e as ações propostas.

**Quadro 22: Sistematização das causas e ações dos problemas relacionados a alagamentos isolados.**

| Problema                       | Causa  | Ações   |   |
|--------------------------------|--|---|---|
|                                |  | Não-estrutural  | Estrutural  |
| Alagamentos em pontos isolados | Sub-dimensionamento do sistema   | Estruturação organizacional exclusiva de um Setor de Drenagem Urbana;   | <p>Projeto e implantação de Micro-drenagem – universalização e adequação;</p> <p>Operacionalização do Programa de Manutenção Corretiva;</p> <p>Projeto e execução de obras pontuais de pequeno porte: recuperação física, melhoramento e adequação dos dispositivos existentes.</p> |
|                                | Processo intenso de urbanização: Aumento da Impermeabilização do solo, aumento das vazões máximas e sua frequência | <p>Atualização do cadastro técnico georeferenciado da microdrenagem existente;</p> <p>Programa de manutenção preventiva: Plano de Manutenção e Limpeza das Unidades Operacionais;</p> <p>Aumento de áreas de infiltração e percolação a partir da implantação de pavimentos permeáveis;</p> |   |
|                                | Prevalência da Manutenção Corretiva sobre a Preventiva   | Elaboração de Projeto Lei que torne obrigatória a implantação de reservatórios de detenção temporária em lotes urbanos;   |   |
|                                | Obstruções ao escoamento, como aterros, pontes, assoreamento e drenagem inadequada                                 | Programa de Educação Ambiental: Campanha de conscientização quanto a ocupação de áreas inadequadas ou especialmente protegidas por lei;   |   |
|                                | Lançamento de resíduos sólidos no sistema de micro-drenagem  | Programa de Educação Ambiental: Campanha de conscientização quanto ao não lançamento de resíduos sólidos na drenagem;   |   |

**Quadro 23: Sistematização das causas e ações dos problemas relacionados às inundações ribeirinhas.**

| Problema   | Causa  | Ações  |  |
|--|--|--|--|
|  |  | Não-estrutural   | Estrutural   |
| Inundações de áreas ribeirinhas em eventos de precipitação extrema | Ocupação do solo do leito maior dos rios   | Estruturação Organizacional Exclusiva do Setor de Drenagem Urbana;<br><br>Zoneamento das áreas de risco;   | Projetos e Obras de Macrodrenagem para a bacia e/ou no rio |
|  | Desmatamento da cobertura vegetal nas Áreas de Preservação Permanente - APP                  | Programa de recuperação da mata ciliar nas margens e cabeceiras dos corpos d'água, através da reposição da mata ciliar;<br><br>Recuperação das áreas degradadas/ erodidas;<br><br>Programa de Educação Ambiental: Campanha de conscientização quanto a ocupação de áreas inadequadas ou especialmente protegidas por lei – |  |
|  | Problemas estruturais como obstruções ao escoamento, pontes, aterros, assoreamento dos rios. | Aumento de áreas de infiltração e percolação a partir da implantação de pavimentos permeáveis;<br><br>Elaboração de Projeto Lei que torne obrigatória a implantação de reservatórios de retenção temporária em lotes urbanos;<br><br>Implantação de um Sistema de Previsão e Alerta.                                       |  |

#### 4.9. HIERARQUIZAÇÃO DAS ÁREAS DE INTERVENÇÃO PRIORITÁRIA

Para auxiliar na implantação dos Programas, Projetos e Ações que irão refletir no cumprimento das Metas estipuladas, faz-se necessária a hierarquização das áreas que deverão sofrer intervenções prioritariamente, objetivando a racionalidade na utilização dos recursos.

Como já apresentado, as ações de maior efetividade no sistema de drenagem são de cunho não-estrutural, portanto, não cabe a definição de áreas de intervenção prioritária uma vez que estas ações contemplam estruturação organizacional, zoneamento do solo, legislações, entre outras, que são medidas que deverão ser

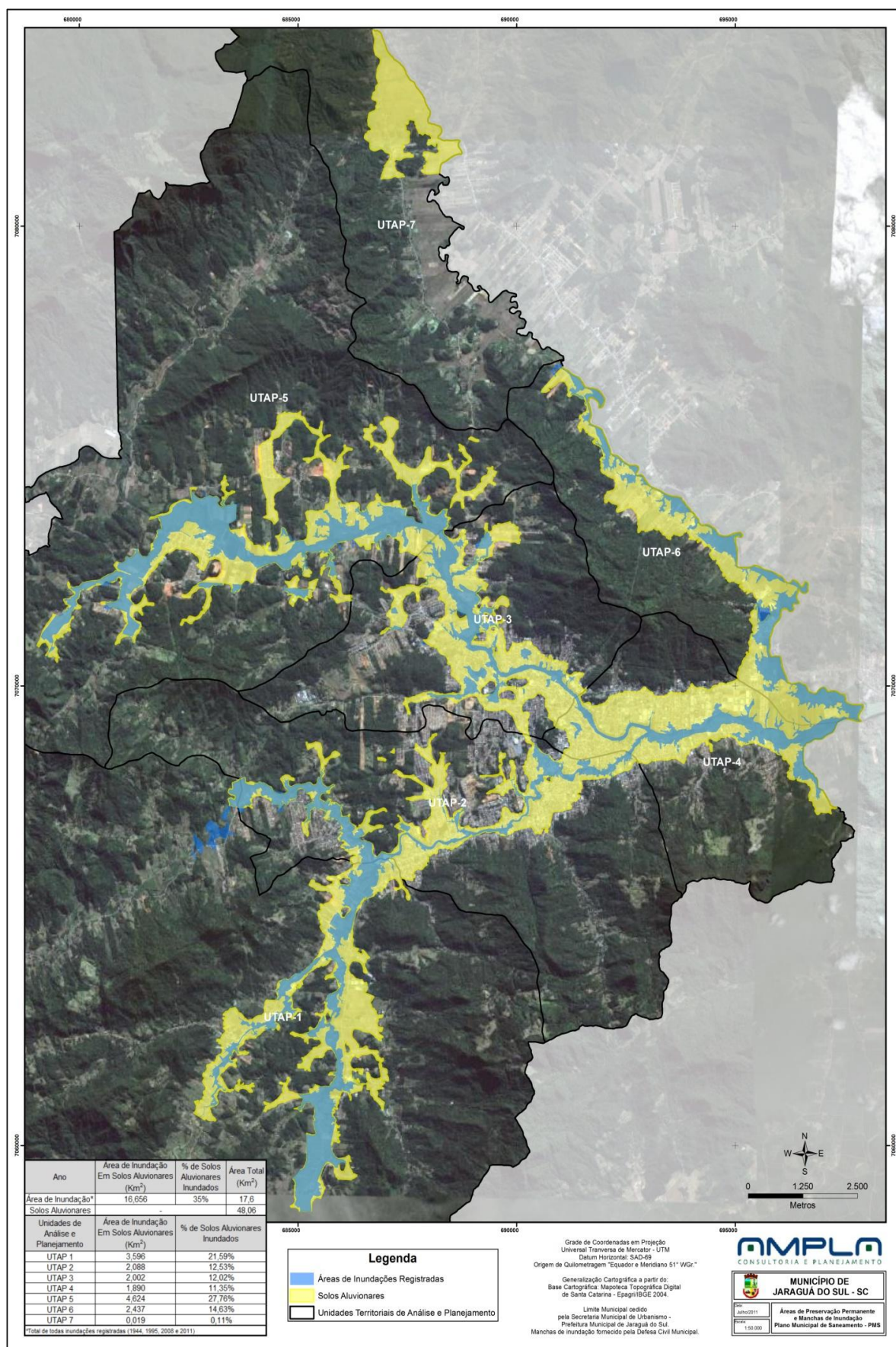
praticadas no município como um todo. No entanto, para as ações estruturais poderemos estar hierarquizando áreas visando a otimização dos recursos através de ações que irão refletir mais rapidamente no cumprimento das metas.

A metodologia utilizada para hierarquização das áreas de intervenção prioritária levará em consideração os seguintes critérios: áreas urbanas em solos aluvionares que já sofreram inundações no município e densidade populacional urbana, por Unidade Territorial de Análise e Planejamento - UTAP.

Através do histórico de mapeamentos existentes de inundações foi realizado um levantamento do total de áreas inundadas por UTAP, com o auxílio de software de geoprocessamento, cujo resultado está apresentado na Figura 51, sendo os dados gerais obtidos apresentados no Quadro 24.

**Quadro 24: Dados gerais de solos Aluvionares e Áreas de Inundações no município.**

|   |        |
|---|--------|
| Área total de Solos Aluvionares (km <sup>2</sup> )        | 48,06  |
| Percentual de Solos Aluvionares Inundados                 | 35%    |
| Área de Inundação em Solos Aluvionares (km <sup>2</sup> ) | 16,656 |



**Figura 51: Mapeamento e percentuais de áreas inundadas em solos aluvionares, por UTAP.**

Uma vez que as áreas de intervenção prioritária deverão ser definidas de acordo com Unidades de Análise e Planejamento- UTAP, calculou-se as áreas de inundações em solos aluvionares e o respectivo percentual de inundações, por UTAP, em relação ao total de área inundada em solo aluvionar, conforme apresentado no Quadro 25.

**Quadro 25: Áreas de inundações em solos aluvionares e o respectivo percentual de inundações em relação ao total de área inundada em solo aluvionar.**

| Unidades de Análise e Planejamento | Área de Inundação em Solos Aluvionares* (km <sup>2</sup> ) | % de Solos Aluvionares Inundados |
|------------------------------------|--|----------------------------------|
| UTAP 1                             | 3,596  | 21,59%                           |
| UTAP 2                             | 2,088  | 12,53%                           |
| UTAP 3                             | 2,002  | 12,02%                           |
| UTAP 4                             | 1,89   | 11,35%                           |
| UTAP 5                             | 4,624  | 27,76%                           |
| UTAP 6                             | 2,437  | 14,63%                           |
| UTAP 7                             | 0,019  | 0,11%                            |

\*Total de todas inundações registradas (1944, 1995, 2008 e 2011).

De posse do percentual de área inundada em solos aluvionares, por UTAP, buscou-se relacionar com a ocupação da área urbana, uma vez que historicamente em Jaraguá do Sul elevado percentual da população se fixou em áreas de planícies em torno dos principais rios do município. A partir do Diagnóstico Social, Produto 3 do presente PMSB, calculou-se a densidade populacional da área urbana por UTAP, conforme apresentado no Quadro 26.

**Quadro 26: Densidade populacional da área urbana por UTAP.**

| UTAP   | Área (km <sup>2</sup> ) |          |             | População Urbana (2012) | Densidade Populacional (hab/km <sup>2</sup> ) |
|--------|-------------------------|----------|-------------|-------------------------|---|
|        | Total                   | % Urbana | Área Urbana |                         |   |
| UTAP-1 | 239,6                   | 9,18     | 22          | 12.230                  | 556   |
| UTAP-2 | 46,11                   | 50,5     | 23          | 44.642                  | 1.941   |
| UTAP-3 | 27,5                    | 71,91    | 20          | 34.334                  | 1.717   |
| UTAP-4 | 22,53                   | 54,55    | 12          | 24.235                  | 2.020   |
| UTAP-5 | 87,82                   | 35,07    | 31          | 16.080                  | 519   |
| UTAP-6 | 17,99                   | 56,87    | 10          | 8.218                   | 822   |
| UTAP-7 | 88,87                   | 5,03     | 4,5         | 2.819                   | 626   |

Sabendo-se a área de inundação e a densidade populacional da área urbana, por UTAP, foram atribuídos pesos distintos para estas duas variáveis, e estabeleceu-se a hierarquização das ações a serem executadas no âmbito da drenagem urbana, por UTAP, conforme apresentado no Quadro 27.

Foi atribuído um maior peso à variável densidade populacional urbana pó considerar mais relevante o potencial de população atingida do que a extensão do fenômeno de inundação, apesar de ambos serem

**Quadro 27: Hierarquização das ações a serem executadas no âmbito da drenagem urbana.**

| UTAP | Área urbana inundada (km <sup>2</sup> )<br>A | Peso<br>B | Densidade Populacional Urbana (hab/km <sup>2</sup> ) C | Peso<br>D | Pontuação (A*B)+(C*D) | Priorização |
|------|--|-----------|--|-----------|-----------------------|-------------|
| 1    | 22   | 0,35      | 556  | 0,65      | 369                   | 6           |
| 2    | 23   |           | 1.941  |           | 1.270                 | 2           |
| 3    | 20   |           | 1.717  |           | 1.123                 | 3           |
| 4    | 12   |           | 2.020  |           | 1.317                 | 1           |
| 5    | 31   |           | 519  |           | 348                   | 7           |
| 6    | 10   |           | 822  |           | 538                   | 4           |
| 7    | 4,5  |           | 626  |           | 409                   | 5           |

Portanto, de acordo com a metodologia proposta, deverá sofrer intervenção, na área da drenagem urbana, primeiramente a UTAP- 4, seguida da UTAP- 2, UTAP-3, UTAP-6, UTAP-7, UTAP-1 e UTAP- 5, respectivamente.

As principais intervenções estruturais a serem realizadas nestas áreas são:

- Projetos e Obras de Macro-drenagem para a bacia e/ou no rio;
- Projeto e implantação de rede de Micro-drenagem
- Projeto e execução de obras pontuais de pequeno porte: recuperação física, melhoramento e adequação dos dispositivos existentes.

Lembrando, que está intervenção de áreas estarão sujeitas a modificações em virtude dos estudos e projetos a serem realizados.



#### 4.10. CRONOGRAMA FÍSICO DAS NECESSIDADES

O Quadro 28 mostra o cronograma físico indicando as medidas imediatas, de curto prazo, de médio e de longo prazo, ao longo período de 20 anos.

As medidas de curto prazo estão previstas para até quatro anos, para serem implantadas. As medidas de médio prazo estão previstas para serem implantadas entre quatro até oito anos. E, as medidas de longo prazo, a serem implantadas a partir de oito anos.

**Quadro 28: Cronograma Físico do Sistema de Drenagem Urbana.**

| Ações |   | Prazo |       |       |
|-------|---|-------|-------|-------|
| 1.    | Não-estrutural  | Curto | Médio | Longo |
| 1.1.  | Implantação de Estruturação Organizacional Exclusiva do Setor de Drenagem Urbana  | X     |       |       |
| 1.2.  | Atualização do Cadastro Técnico Georeferenciado da Microdrenagem Existente  | X     | X     | X     |
| 1.3.  | Programa de Educação Ambiental  | X     | X     | X     |
| 1.4.  | Programa de manutenção preventiva e corretiva   | X     | X     | X     |
| 1.5.  | Implantação de Sistema de Previsão e Alerta   | X     |       |       |
| 1.6.  | Programa de recuperação da mata ciliar  | X     | X     |       |
| 1.7.  | Aumento de áreas de infiltração e percolação  | X     | X     | X     |
| 1.8.  | Elaboração de Projeto Lei que torne obrigatória a implantação de reservatórios de detenção temporária em lotes urbanos. | X     |       |       |
| 1.9   |   |       |       |       |
| 2.    | Estrutural  |       |       |       |
| 2.1.  | Projetos e Obras de Macrodrenagem para a bacia e/ou no rio  | X     | X     | X     |
| 2.2.  | Projeto e implantação de Microdrenagem  | X     | X     | X     |
| 2.3.  | Programa de Manutenção Corretiva  | X     | X     | X     |

#### 4.11. QUANTIFICAÇÃO E ESTIMATIVA DE CUSTOS DAS NECESSIDADES DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA

O Quadro 30 apresenta a quantificação e a estimativa de custos para as necessidades do Sistema de Drenagem Urbana do presente Plano, indicando as

medidas de curto, médio e longo prazo, ao longo do período de 20 anos. A estimativa dos custos deverá ser revista após 4 anos, quando da revisão do PMSB conforme estabelece a Lei 11.450/2007.

A estimativa dos custos foi agrupada em Medidas Gerais, Ações para Micro e para Macro-drenagem, com base no Prognóstico do Sistema, sendo os custos referentes aos projetos a serem realizados e à operação/manutenção do sistema. Os custos referentes às obras de micro e principalmente as de macro-drenagem não serão estimados, pois eles são totalmente dependentes dos projetos que deverão ser realizados, devendo tais custos estarem inseridos na revisão do Plano de Saneamento e estimados no correspondente Plano Plurianual.

A origem dos recursos a serem destinados às melhorias na infra-estrutura existente e na implantação de medidas deverá sair do caixa único da Prefeitura ou de financiamentos, até que seja viável a implantação de sistemática de cobrança específica, conforme já ocorre em alguns municípios brasileiros e que será apresentado posteriormente.

Ressalta-se que os custos identificados referem-se à complementação do sistema, não estando incluídos os custos incorridos com a estrutura existente, como mão de obra, equipamentos, fabricação de tubos, etc, por entender-se que estes custos estão atrelados a Secretaria de Obras como um todo e não somente ao Sistema de Drenagem Urbana, já estando previstos no orçamento programa existente. Portanto, a estimativa dos custos apresentada no Quadro 30 diz respeito somente às necessidades identificadas na etapa de Prognóstico do presente PMSB.

Conforme apresentado no Estudo de Viabilidade Econômica-Financeiro para os Sistemas de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário e considerando que o serviço de resíduos urbanos seja auto-suficiente, propõe-se que parte do saldo de caixa resultante do SAS e SES, a partir do Ano 7, alterando-se a conformação organizacional do saneamento em Jaraguá do Sul, seja reinvestido na melhoria das condições do sistema de drenagem local.

Apresenta-se no Quadro 29, o saldo de caixa anual e acumulado da prestação de serviço de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, que poderá ser aplicado no serviço de drenagem.

**Quadro 29: Saldo de Caixa Anual do SAA e SES.**

| SALDO                          | ANO 1     | ANO 2     | ANO 3     | ANO 4      | ANO 5      | ANO 6      | ANO 7      | ANO 8      | ANO 9      | ANO 10     | ANO 11     |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| SALDO DE CAIXA ANUAL           | 4.740.705 | 158.590   | 2.220.996 | 5.310.304  | -6.735.490 | -4.677.521 | 10.724.992 | 8.752.511  | 14.264.615 | 14.894.032 | 17.079.055 |
| SALDO DE CAIXA ANUAL ACUMULADO | 4.740.705 | 4.899.295 | 7.120.291 | 12.430.595 | 5.695.106  | 1.017.585  | 11.742.577 | 20.495.088 | 34.759.703 | 49.653.736 | 66.732.791 |

| SALDO                          | ANO 10     | ANO 11     | ANO 12     | ANO 13      | ANO 14      | ANO 15      | ANO 16      | ANO 17      | ANO 18      | ANO 19      | ANO 20      |
|--------------------------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| SALDO DE CAIXA ANUAL           | 14.894.032 | 17.079.055 | 18.590.281 | 19.377.338  | 22.210.329  | 24.028.849  | 26.712.640  | 28.544.365  | 30.582.488  | 32.742.443  | 37.345.158  |
| SALDO DE CAIXA ANUAL ACUMULADO | 49.653.736 | 66.732.791 | 85.323.072 | 104.700.409 | 126.910.738 | 150.939.587 | 177.652.228 | 206.196.593 | 236.779.081 | 269.521.524 | 306.866.682 |

**Quadro 30: Estimativa dos Custos para o Sistema de Drenagem Urbana.**

| Quantificação e Estimativa de Custos das Necessidades do Plano de Saneamento Básico de Jaraguá do Sul. |  |       |       |             |                    |                  |                  |                  |                |                |                |                |                |                |                |
|--|--|-------|-------|-------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Período de Investimentos   |  |       |       |             |                    | ANO 1            | ANO 2            | ANO 3            | ANO 4          | ANO 5          | ANO 6          | ANO 7          | ANO 8          | ANO 9          | ANO 10         |
| Item   | Serviço/Fornecimento   | Unid. | Qdade | Unit. (R\$) | Valor (R\$)        | 2.012            | 2.013            | 2.014            | 2.015          | 2.016          | 2.017          | 2.018          | 2.019          | 2.020          | 2.021          |
| <b>Sistemas de drenagem - micro e macrodrenagem</b>  |  |       |       |             | <b>Total Geral</b> | <b>9.000.000</b> | <b>2.430.000</b> | <b>1.230.000</b> | <b>430.000</b> | <b>430.000</b> | <b>180.000</b> | <b>180.000</b> | <b>180.000</b> | <b>980.000</b> | <b>180.000</b> |
| <b>1 - Medidas Gerais</b>  |  |       |       |             | <b>Totais</b>      | <b>6.000.000</b> | <b>180.000</b>   | <b>980.000</b>   | <b>180.000</b> | <b>180.000</b> | <b>180.000</b> | <b>180.000</b> | <b>980.000</b> | <b>180.000</b> | <b>180.000</b> |
| 1.1  | Estruturação Organizacional                                  |       |       |             |                    |                  |                  |                  |                |                |                |                |                |                |                |
| 1.1.1  | Aquisição de Equipamentos                                    | vb    | 3     | 800.000     | 2.400.000          |                  | 800.000          |                  |                |                |                |                | 800.000        |                |                |
| 1.1.2  | Adequação de mão de obra                                     | vb    | 20    | 180.000     | 3.600.000          | 180.000          | 180.000          | 180.000          | 180.000        | 180.000        | 180.000        | 180.000        | 180.000        | 180.000        | 180.000        |
| <b>2 - Sistema de Microdrenagem</b>  |  |       |       |             | <b>Totais</b>      | <b>1.000.000</b> | <b>250.000</b>   | <b>250.000</b>   | <b>250.000</b> | <b>250.000</b> |                |                |                |                |                |
| 2.1  | Projetos para ampliação e ajuste do sistema de microdrenagem | vb    | 1     | 1.000.000   | 1.000.000          | 250.000          | 250.000          | 250.000          | 250.000        |                |                |                |                |                |                |
| <b>3 - Sistema de Macrodrenagem</b>  |  |       |       |             | <b>Totais</b>      | <b>2.000.000</b> | <b>2.000.000</b> |                  |                |                |                |                |                |                |                |
| 3.1  | Projeto Básico de Macrodrenagem                              | vb    | 1     | 2.000.000   | 2.000.000          | 2.000.000        |                  |                  |                |                |                |                |                |                |                |

| Quantificação e Estimativa de Custos das Necessidades do Plano de Saneamento Básico de Jaraguá do Sul. |  |       |       |             |                    |                  |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|--|--|-------|-------|-------------|--------------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Período de Investimentos   |  |       |       |             |                    | ANO 11           | ANO 12         | ANO 13         | ANO 14         | ANO 15         | ANO 16         | ANO 17         | ANO 18         | ANO 19         | ANO 20         |
| Item   | Serviço/Fornecimento   | Unid. | Qdade | Unit. (R\$) | Valor (R\$)        | 2.022            | 2.023          | 2.024          | 2.025          | 2.026          | 2.027          | 2.028          | 2.029          | 2.030          | 2.031          |
| <b>Sistemas de drenagem - micro e macrodrenagem</b>  |  |       |       |             | <b>Total Geral</b> | <b>9.000.000</b> | <b>180.000</b> | <b>180.000</b> | <b>180.000</b> | <b>980.000</b> | <b>180.000</b> | <b>180.000</b> | <b>180.000</b> | <b>180.000</b> | <b>180.000</b> |
| <b>1 - Medidas Gerais</b>  |  |       |       |             | <b>Totais</b>      | <b>6.000.000</b> | <b>180.000</b> | <b>180.000</b> | <b>180.000</b> | <b>980.000</b> | <b>180.000</b> | <b>180.000</b> | <b>180.000</b> | <b>180.000</b> | <b>180.000</b> |
| 1.1  | Estruturação Organizacional                                  |       |       |             |                    |                  |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
| 1.1.1  | Aquisição de Equipamentos                                    | vb    | 3     | 800.000     | 2.400.000          |                  |                |                | 800.000        |                |                |                |                |                |                |
| 1.1.2  | Adequação de mão de obra                                     | vb    | 20    | 180.000     | 3.600.000          | 180.000          | 180.000        | 180.000        | 180.000        | 180.000        | 180.000        | 180.000        | 180.000        | 180.000        | 180.000        |
| <b>2 - Sistema de Microdrenagem</b>  |  |       |       |             | <b>Totais</b>      | <b>1.000.000</b> |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
| 2.1  | Projetos para ampliação e ajuste do sistema de microdrenagem | vb    | 1     | 1.000.000   | 1.000.000          |                  |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
| <b>3 - Sistema de Macrodrenagem</b>  |  |       |       |             | <b>Totais</b>      | <b>2.000.000</b> |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
| 3.1  | Projeto Básico de Macrodrenagem                              | vb    | 1     | 2.000.000   | 2.000.000          |                  |                |                |                |                |                |                |                |                |                |

Para as medidas gerais a serem tomadas na drenagem urbana, destaca-se os custos referentes a Estruturação Organizacional, através da aquisição de equipamentos e adequação da mão de obra. Neste item foram considerados:

- Equipamentos para manutenção: robô para inspeção de tubulação, pá carregadeira, retroescavadeira hidráulica, caminhão caçamba, caminhão munck, caminhão hidrojato. Considerou-se que tais equipamentos deverão ser adquiridos nos Anos 2, 8 e 14, não sendo necessariamente adquiridos simultaneamente, mas sim de acordo com a necessidade de aquisição e/ou reposição.
- Adequação da mão-de-obra: considerou-se nos custos a complementação do quadro de pessoal existente através da contratação de 2 engenheiros, 3 encarregados e 6 ajudantes.

Ressalta-se que embora a Secretaria de Obras já disponha de equipamentos e quadro de pessoal que atendem a Drenagem Urbana, as proposições realizadas promovem a atuação exclusiva de maquinário e pessoal para o Setor de Drenagem Urbana, agindo de forma preventiva na manutenção do sistema.

Não foram atribuídos custos para as ações não-estruturais propostas em virtude de se considerar que a partir da estruturação organizacional e dos funcionários já existentes na Administração Municipal se consiga realizar as ações abaixo listadas.

- Atualização do cadastro técnico georeferenciado da microdrenagem existente;
- Plano de Manutenção e Limpeza das Unidades Operacionais;
- Projetos de aumento de áreas de infiltração e percolação a partir da implantação de pavimentos permeáveis;
- Elaboração de Projeto Lei que torne obrigatória a implantação de reservatórios de detenção temporária em lotes urbanos;
- Implantação de um Sistema de Previsão e Alerta: a cargo da Defesa Civil;
- Zoneamento de áreas de risco;
- Ações de Educação Ambiental e recuperação da mata ciliar ao longo dos rios: a cargo da FUJAMA e AMVALI;

- Programa de Qualidade da Água Drenada através de vistorias de ligações clandestinas de esgotamento sanitário na rede de drenagem urbana: a cargo do SAMAE;
- A remuneração da Agência Reguladora que atuará também na drenagem urbana, deverá ser suportada pelos valores previstos na prestação de serviços de água e esgoto e de resíduos sólidos domiciliares.

#### **4.11.1. Previsão de Cobrança dos Serviços**

Este é um tema que está sendo estudado e analisado pelos setores competentes em vários Municípios, ou seja, a possibilidade de cobrança pelos serviços de drenagem urbana, compreendendo basicamente arrecadação com a finalidade de cobrir os custos dos serviços de manutenção dos sistemas de micro e macrodrenagem.

Já existem algumas experiências de gestão da drenagem urbana que adotaram a taxa de drenagem, tais como Santo André – SP e Porto Alegre – RS, instituída por meio de legislação municipal, com o objetivo de remunerar os custos apenas com serviços de manutenção do sistema de drenagem urbana, consistindo de limpeza de bocas-de-lobo, galerias, desassoreamento de córregos, manutenção de reservatórios de retenção dentre outros.

As metodologias estudadas para a formação do valor a ser cobrado, têm como base o tamanho da área coberta (impermeabilizada) de cada matrícula (terreno ou lote), para obter o volume lançado no sistema de drenagem. O volume é calculado com base também nos índices pluviométricos históricos.

No caso de apartamentos, o valor fica ainda menor devido à área do telhado, ser dividida entre os apartamentos, por exemplo.

#### **4.11.2. Formas de Cobrança Existentes em Outros Municípios**

Visando facilitar o entendimento do assunto seguem informações referentes às legislações de dois municípios que já elaboraram sistemas de cobrança pelos serviços de manutenção de drenagem.

##### **A) PORTO ALEGRE – RS**

**DECRETO N º 15.371, de 17 de novembro de 2006 - Regulamenta o controle da drenagem urbana.**

*O PREFEITO MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE, usando de suas atribuições legais e tendo em vista o art. 97 e art. 135, § 6º, da Lei Complementar nº 434/99, e considerando que compete ao Poder Público prevenir o aumento das inundações devido à impermeabilização do solo e canalização dos arroios naturais;*

*Considerando que o impacto resultante da impermeabilização produz aumento de frequência de inundações, piora da qualidade da água e aumento do transporte de material sólido, degradando o ambiente urbano;*

*Considerando que deve ser responsabilidade de cada empreendedor a manutenção das condições prévias de inundação nos arroios da cidade, evitando-se a transferência para o restante da população do ônus da compatibilização da drenagem urbana;*

*Considerando que a preservação da capacidade de infiltração das bacias urbanas é prioridade para a conservação ambiental dos arroios e rios, que compõem a macrodrenagem e dos rios receptores do escoamento da cidade de Porto Alegre;*

**DECRETA:**

*Art. 1º Toda ocupação que resulte em superfície impermeável, deverá possuir uma vazão máxima específica de saída para a rede pública de pluviais igual a 20,8 l/(s/ha).*



§ 1º A vazão máxima de saída é calculada multiplicando-se a vazão específica pela área total do terreno.

§ 2º Serão consideradas áreas impermeáveis todas as superfícies que não permitam a infiltração da água para o subsolo.

§ 3º A água precipitada sobre o terreno não pode ser drenada diretamente para ruas, sarjetas e/ou redes de drenagem excetuando-se o previsto no § 4º, deste artigo.

§ 4º As áreas de recuo mantidas como áreas verdes poderão ser drenadas diretamente para o sistema de drenagem.

§ 5º Para terrenos com área inferior a 600m<sup>2</sup> e para habitações unifamiliares, a limitação de vazão referida no "caput" deste artigo poderá ser desconsiderada, a critério do Departamento de Esgoto Pluviais - DEP.

Art. 2º Todo parcelamento do solo deverá prever na sua implantação o limite de vazão máxima específica disposto no art. 1º.

Art. 3º A comprovação da manutenção das condições de pré-ocupação no lote ou no parcelamento do solo deve ser apresentada ao DEP (Departamento de Esgoto Pluviais).

§ 1º Para terrenos com área inferior a 100 (cem) hectares, quando o controle adotado pelo empreendedor for o reservatório, o volume necessário do reservatório deve ser determinado através da equação:  $v = 4,25 AI$ .

Onde  $v$  é o volume por unidade de área de terreno em m<sup>3</sup>/hectare e  $AI$  é a área impermeável do terreno em %.

§ 2º O volume de reservação necessário para áreas superiores a 100 (cem) hectares deve ser determinado através de estudo hidrológico específico, com precipitação de projeto com probabilidade de ocorrência de 10% (dez por cento) em qualquer ano (Tempo de retorno = 10(dez) anos).

§ 3º Poderá ser reduzida a quantidade de área a ser computada no cálculo referido no § 1º se for (em) aplicada(s) a(s) seguinte(s) ação(ões):

a) aplicação de pavimentos permeáveis (blocos vazados com preenchimento de areia ou grama, asfalto poroso, concreto poroso) - reduzir em 50% (cinquenta por cento) a área que utiliza estes pavimentos;

- b) desconexão das calhas de telhado para superfícies permeáveis com drenagem - reduzir em 40% (quarenta por cento) a área de telhado drenada;*
- c) desconexão das calhas de telhado para superfícies permeáveis sem drenagem - reduzir em 80% (oitenta por cento) a área de telhado drenada;*
- d) aplicação de trincheiras de infiltração - reduzir em 80% (oitenta por cento) as áreas drenadas para as trincheiras.*

*§ 4º A aplicação das estruturas listadas no § 3º estará sujeita a autorização do DEP, após a devida avaliação das condições mínimas de infiltração do solo no local de implantação do empreendimento, a serem declaradas e comprovadas pelo interessado.*

*§ 5º As regras de dimensionamento e construção para as estruturas listadas no § 3º bem como para os reservatórios deverão ser obtidas no Manual de Drenagem Urbana do Plano Diretor de Drenagem Urbana de Porto Alegre.*

*Art. 4º Após a aprovação do projeto de drenagem pluvial da edificação ou do parcelamento por parte do DEP, é vedada qualquer impermeabilização adicional de superfície.*

*Parágrafo Único. A impermeabilização poderá ser realizada se houver retenção do volume adicional gerado de acordo com a equação do art. 3º, § 1º.*

*Art. 5º Os casos omissos no presente Decreto deverão ser objeto de análise técnica do Departamento de Esgotos Pluviais - DEP.*

*Art. 6º Este Decreto entra em vigor na data de sua publicação.*

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE, 17 de novembro de 2006.

## **B) SANTO ANDRÉ - SP**

*REGULAMENTA a Lei nº 7.733, de 14 de outubro de 1998, revoga o Decreto nº 14.423, de 11 de novembro de 1999; o Decreto nº 14.486, de 13 de março de 2000; o Decreto nº 14.540, de 22 de agosto de 2000; o Decreto nº 14.599, de 20 de dezembro de 2000; o Decreto nº 14.663, de 16 de julho de 2001; o Decreto nº 14.688, de 17 de setembro de 2001; o Decreto nº 14.712, de 28 de novembro de*

2001; o Decreto nº 14.869, de 18 de dezembro de 2002, o Decreto nº 14.912, de 26 de março de 2003, e o Decreto nº 15.496, de 21 de dezembro de 2006.

JOÃO AVAMILENO, Prefeito do Município de Santo André, Estado de São Paulo, no uso e gozo de suas atribuições legais;

CONSIDERANDO o que consta nos autos do Processo nº 4.771/2006 - SEMASA;

(... Art. 21. O cálculo da taxa de drenagem será efetuado de acordo com a seguinte fórmula:

$TD = p.V$ , sendo:

TD - taxa de drenagem - em unidade monetária vigente;

p - custo médio mensal, por metro cúbico, do sistema de drenagem - em unidade monetária vigente;

V - volume lançado pelo imóvel - em metros cúbicos.

Art. 22. Para o cálculo da taxa de drenagem segundo a fórmula expressa no artigo anterior, as seguintes variáveis serão consideradas:

I -  $V = 1,072.10^{-7}.c.i.A$ , sendo "V" o volume lançado pelo imóvel j - em metros cúbicos,

II - "c" o coeficiente de impermeabilização - em unidades, "i" o índice pluviométrico - em milímetros por hora - Método Racional e "A" a área coberta do imóvel em metros quadrados;

III -  $p = P/V_T$ , sendo "P" o custo total mensal do sistema de drenagem - em unidade monetária vigente, e;

IV - " $V_T$ " o volume mensal produzido na área urbana do Município ou a somatória dos valores de "V".

Parágrafo único. O índice pluviométrico "i" será obtido segundo o Método Racional (Otto Pfafstetter), de conformidade com a seguinte fórmula:

$I = (3.462,7 Tr^{0,172})$  onde:

$(t + 22)^{1,025}$

t - tempo de concentração - em minutos;

Tr - período de retorno - em anos.

*Art. 23. Os demais serviços prestados pelo SEMASA, considerados complementares aos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta, transporte, tratamento e destinação final de resíduos sólidos, drenagem de águas e gestão ambiental, conforme disposto no artigo 3º deste decreto, inclusive os cortes ou religações a pedido do usuário ou por inadimplemento de contas, serão cobrados de acordo com Quadro de preços vigente na data da comunicação desses valores ao usuário.*

*§ 1º Os preços a que se refere o "caput" deste artigo deverão ser estabelecidos pelo SEMASA, com base nos custos diretos médios de execução, verificados no período de apuração, acrescidos, no máximo, de até 10% (dez por cento), para cobertura dos custos indiretos e despesas administrativas.*

*§ 2º A Quadro de preços, a que se refere o "caput" deste artigo, deverá ser mantida pelo SEMASA em local de livre acesso e disponível para fornecimento aos usuários, quando requisitada, e deverá conter também as opções e condições de pagamento, se for o caso.*

*§ 3º Os serviços prestados pelo SEMASA, na forma deste artigo, serão cobrados na conta mensal a partir do primeiro mês subsequente à prestação dos mesmos, nas condições contratadas com o usuário...)*

*E, como forma de educar e incentivar as pessoas a reterem e aproveitarem a água das chuvas, atualmente uma das soluções mais recomendadas na área de drenagem, podem ser isentos das taxas os projetos que apresentarem sistemas de armazenamento das águas pluviais dos telhados, tais como cisternas ou bacias de contenção.*

*Também podem ser isentos moradores em áreas de risco ou de baixa renda, casos a serem definidos.*

## 5. SISTEMA DE INDICADORES

Um indicador de desempenho é uma medida quantitativa de um aspecto particular do desempenho da entidade operadora ou do seu nível de serviço. É um instrumento de apoio à monitoração da eficiência e da eficácia da entidade gestora, e de controle da entidade reguladora, simplificando uma avaliação que de outro modo seria mais complexa e subjetiva.

Os indicadores são índices estatísticos que refletem um determinado momento em relação a uma situação, no caso, a drenagem urbana, mostrando como esta se encontra, suas variações e diferenças comparativas (entre si, no próprio Município e também em relação a outros municípios que possuam situações semelhantes) ao longo do tempo, são em geral, adotados em função dos processos que eles monitoram, tendo como função básica a quantificação da situação de forma a comunicar os progressos alcançados e ou a evolução dos fatos analisados.

Diferentemente dos demais serviços de saneamento, no setor da drenagem urbana não existe ainda um sistema de indicadores consolidado, em virtude muitas vezes de falta de informações para gerar tal sistema. O próprio SNIS - Sistema Nacional de Informações de Saneamento apresenta indicadores para o sistema de abastecimento de água, esgotamento sanitário e resíduos sólidos, mas não contempla a drenagem urbana e manejo das águas pluviais de forma abrangente.

Devido a falta de informações consistentes na área de drenagem, de forma que se possam calcular os indicadores, existe a necessidade da implantação de um banco de dados, gradativamente, conforme as ações do Plano, para formar uma série histórica de dados consistentes que permitam a determinação dos indicadores propostos, periodicamente.

Os indicadores deverão ser adotados como forma permanente de avaliação de desempenho, com análise periódica de seus resultados e respectivas críticas. Além da implantação gradativa dos indicadores como instrumentos de gestão para o monitoramento, fiscalização e avaliação também poderão incrementados ao longo de sua aplicação.

Propõe-se que seja desenvolvido um sistema informatizado e que o mesmo seja estruturado de tal forma que possam ser agregados novos indicadores de forma sistêmica.

Existe um consenso entre todas as abordagens relativas aos indicadores de desempenho dos serviços de saneamento, que, tão importante quanto o correto enunciado conceitual do indicador, é a confiabilidade da informação primária que lhe dá origem.

Nesses termos, de pouco adiantaria estabelecer um elenco completo de indicadores que teoricamente dariam conta da exata situação operacional dos serviços, se a capacidade de coleta de informações primárias não corresponder ao nível de precisão necessário.

Os indicadores devem ser calculados com periodicidade definida, com base nos dados referentes ao período dos 12 meses anteriores ao mês de referência.

Para que esses indicadores atendam aos objetivos a que foram propostos, é fundamental a confiabilidade dos dados utilizados nos cálculos.

No item **Plano de Metas para Drenagem**, do presente relatório, já foram identificados os indicadores para acompanhamento das metas propostas, no entanto, a seguir apresentam-se demais indicadores de desempenho para este setor.

- **Indicador de Atendimento com Sistema de Drenagem**

É importante para avaliar a abrangência do sistema de drenagem na área urbana bem como a efetividade de sua evolução, tomando como base a quantidade de pessoas beneficiadas com a estrutura de drenagem e comparando com a quantidade total de pessoas da área urbana, indo de encontro com o princípio da universalização dos serviços de saneamento.

**Indicador 1:** Índice de atendimento com sistema de drenagem, relação entre a população atendida com sistema de drenagem urbana e a população urbana do Município, em percentual (x100):

Fórmula: **I-01** = (Pop.(atend.) / Pop.(tot.)) x 100 (%)

- **Indicador de Vias Urbanas com Sistema de Drenagem**

Este indicador visa apresentar a proporção existente do sistema viário urbano que possui sistema de drenagem, em relação ao comprimento total de vias urbanas, considerando que em geral, os sistemas de drenagem acompanham a malha viária por uma questão de ordem técnica e prática (áreas públicas por onde passam as infra-estruturas urbanas).

**Indicador 2:** Índice de vias urbanas com sistema de drenagem, relação entre extensão de vias urbanas com sistema de drenagem e extensão total de vias urbanas, em percentual (x100):

Fórmula: **I-02** = (Ext. c/drenagem.(km) / Ext. total vias urbanas.(km)) x 100 (%)

- **Indicador de Ocorrência de Alagamentos**

Este indicador apresenta a quantidade de ocorrências de alagamento na área urbana ao longo do ano, como sendo pontos de alagamento, em relação à área total urbana. Ou seja, quanto mais ocorrências tiverem ao longo do ano, mais locais da área urbana sofrem com alagamentos, mais locais possuem problema com drenagem.

**Indicador 3:** Índice de ocorrência de alagamentos, relação entre o número de ocorrências de alagamentos e a área urbana (km<sup>2</sup>) em pontos/km<sup>2</sup>:

Fórmula: **I-03** = núm. ocorr. alag. / área urbana (pontos / km<sup>2</sup>)



- **Indicador de Eficiência do Sistema de Drenagem**

Este indicador apresenta o resultado do comportamento do sistema da drenagem urbana permitindo avaliação, da proporção de vias urbanas que possuem drenagem, que funcionam adequadamente e não apresentam problemas com alagamentos em relação a quantidade total de vias urbanas que possuem sistema de drenagem.

**Indicador 4:** Eficiência do sistema de drenagem, relação entre número de vias com sistema de drenagem sem ocorrência de alagamentos e o número total de vias com sistema de drenagem, em percentual (x100):

Fórmula: **I-04** = (núm. vias c/sist. dren. sem ocorr. / núm. de vias c/sist. dren.) x 100 (%)

- **Indicador de Comprimento de Rede por Habitante**

Este indicador apresenta o valor que permite análise comparativa do custo financeiro aproximado entre diferentes sistemas de drenagem para fins de projetos, relacionando o comprimento de rede implantada com a quantidade de habitantes beneficiados.

**Indicador 5:** Comprimento de Rede por Habitante, relação entre o comprimento do sistema de rede de drenagem e o número de habitantes atendidos (km/hab.):

Fórmula: **I-05** = comprim. de rede drenagem / número de hab. atendidos (km/hab.)

- **Indicador do Custo por Habitante**

Este indicador apresenta diretamente o valor a ser gasto pela sociedade local para a implantação do sistema de drenagem.

**Indicador 6:** Custo por Habitante, relação entre custo do sistema de drenagem e o número de habitantes atendidos (R\$/hab.):

Fórmula: **I-06** = custo sist. drenagem / número de hab. (R\$/hab.)

- **Indicador do Custo por Comprimento de Rede**

Este indicador também é útil para a análise da eficiência financeira dos projetos.

**Indicador 7:** Custo do sistema de drenagem por comprimento de rede, relação entre o custo do sistema de drenagem e o respectivo comprimento de rede de drenagem (R\$/km):

Fórmula: **I-07** = custo sist. dren. / comprim. rede dren. (R\$/km)

## 6. AÇÕES DE EMERGÊNCIA E CONTINGÊNCIA

Os planos de emergência e contingência tiveram origem na necessidade de assegurar a continuidade dos processos automatizados, assim como acelerar a retomada e a normalidade em caso de sinistros de qualquer natureza.

Toda organização com potencial de gerar uma ocorrência anormal, cujas conseqüências possam provocar sérios danos a pessoas, ao meio ambiente e a bens patrimoniais, inclusive de terceiros, devem ter como atitude preventiva um Plano de Emergência e Contingência, ou seja, a elaboração de um planejamento tático a partir de uma determinada hipótese de evento danoso.

Medidas de contingência centram na prevenção e as de emergências objetivam programar as ações no caso de ocorrência de um acidente. Assim, as ações para emergência e contingência são abordadas conjuntamente, pois ambas referem-se a uma situação anormal.

Basicamente, emergência trata de situação crítica, acontecimento perigoso ou fortuito, incidente, caso de urgência, situação mórbida inesperada e que requer tratamento imediato; e contingência, é qualquer evento que afeta a disponibilidade total ou parcial de um ou mais recursos associados a um sistema, provocando em conseqüência, a descontinuidade de serviços considerados essenciais.

O plano de emergência e contingência é um documento onde estão definidas as responsabilidades para atender os diversos eventos e contém informações detalhadas sobre as características das áreas sujeitas aos riscos.

O planejamento de contingência deve ser elaborado com antecipação, determinando ou recomendando o que cada órgão, entidade ou indivíduo fará quando aquela hipótese de desastre se concretizar. Ele tem foco nas ameaças, sendo elaborado um específico para cada possibilidade de desastre. Cada plano determinará diversos aspectos, como localização e organização de abrigos, estrutura de socorro às vítimas, procedimentos de evacuação, coleta de doativos, etc.

É importante observar que o planejamento de contingência ou de emergência pode ser estruturado para os diversos níveis de preparação e resposta aos desastres: estadual, regional, municipal, comunitário e até mesmo familiar. Considerando ainda que o planejamento não ocorre de forma isolada, organizações cujos esforços serão necessários para que o plano funcione não podem ser ignoradas na fase de planejamento. Ou seja, além de ser multifuncional, o processo de planejamento para desastres deve ser inclusivo, ou seja, deve envolver órgãos governamentais, organizações não governamentais e empresas privadas.

O capítulo IV, da Lei 11.445/2007, versa sobre o planejamento dos planos de saneamento básico. Entre os aspectos requeridos, figura a exigência de estudos que tratem de ações para emergências e contingências.

O planejamento em situações críticas é a ação de visualizar uma situação final desejada e determinar meios efetivos para concretizar esta situação, auxiliando o tomador de decisão em ambientes incertos e limitados pelo tempo.

O detalhamento das medidas a serem adotadas deve ser apenas o necessário para sua rápida execução, sem excesso de informações, que possam ser prejudiciais numa situação crítica.

O documento deve ser desenvolvido com o intuito de treinar, organizar, orientar, facilitar, agilizar e uniformizar as ações necessárias às respostas de controle e combate às ocorrências anormais e deve incluir também, medidas para fazer com que seus processos vitais voltem a funcionar plenamente, ou num estado minimamente aceitável, o mais rápido possível, evitando paralisações prolongadas que possam gerar maiores prejuízos.

Sua aprovação deve ser de forma participativa e a atualização desta documentação deve ser revista sempre que possível. Testes periódicos através de simulados também são necessários para verificar se o processo continua válido. É essencial que o plano seja revisto regularmente para que sejam feitos os acertos necessários.

Visando evitar hesitações ou perdas de tempo que possam causar maiores problemas em situação de crise, todos os agentes em grau de responsabilidade devem estar familiarizados com as ações. A equipe responsável deverá ter a possibilidade de decidir perante situações imprevistas ou inesperadas, devendo estar previamente definido o limite desta possibilidade de decisão.

O plano de emergência e contingência deve se concentrar principalmente nos incidentes de maior probabilidade e não nos catastróficos que normalmente são menos prováveis de acontecer.

Diversos modelos foram desenvolvidos para auxiliar na construção desta ferramenta fundamental para respostas aos eventos potencialmente danosos e todos sugerem que o documento deve assumir contexto simples, técnico, objetivo e de prática execução.

Um ponto importante a ser considerado, é a definição do fluxo de informações e responsabilidades entre as pessoas envolvidas nas diversas ações.

Para se criar um plano satisfatório, geralmente são utilizadas as regras básica abaixo descritas, com algumas variações mínimas:

- *Identificar todos os processos funcionais e operacionais do sistema;*
- *Avaliar os impactos nos referidos processos, ou seja, para cada processo identificado, avaliar o impacto que a sua falha representa para o sistema, levando em consideração também as interdependências entre processos. Como resultado deste trabalho será possível identificar todas as questões críticas;*
- *Identificar riscos e definir cenários possíveis de falha para cada um dos processos críticos, levando em conta a probabilidade de ocorrência de cada falha, provável duração dos efeitos, consequências resultantes, custos inerentes e os limites máximos aceitáveis de permanência da falha sem a ativação da respectiva medida de contingência e/ou emergência;*

- *Identificar medidas para cada falha, ou seja, listar as medidas a serem postas em prática caso a falha aconteça;*
- *Definir ações necessárias para operacionalização das medidas, cuja implantação dependa da aquisição de recursos físicos e/ou humanos;*
- *Definir forma de monitoramento após a falha;*
- *Definir critérios de ativação do plano, como tempo máximo aceitável de permanência da falha;*
- *Identificar o responsável pela ativação do plano, normalmente situado em um alto nível hierárquico;*

O planejamento das ações de emergências e contingências em sistemas de saneamento básico apresenta-se com alto grau de complexidade em vista de suas características intrínsecas. São procedimentos detalhados e altamente técnicos, cabendo apenas ao operador dos respectivos sistemas, a responsabilidade de consolidar o documento.

As inspeções rotineiras bem como os planos de manutenção preventivos que possibilitam antecipar a detecção de situações e condições que favoreçam as ocorrências anormais evitando que as falhas se concretizem devem ser exercitadas incansavelmente. Contudo, sabe-se que a possibilidade de que venha acontecer um evento potencialmente danoso ocasionado por falha humana ou de acessórios ou por ações de terceiros, continuará existindo, mesmo com baixa probabilidade.

É nesse momento que as ações deverão estar perfeitamente delineadas e as responsabilidades bem definidas para minimizar as conseqüências da ocorrência e o restabelecimento da normalidade das operações em pequeno intervalo de tempo.

## 6.1. FASES DE ADMINISTRAÇÃO

Durante muito tempo, a administração de desastres esteve concentrada apenas nas ações desenvolvidas após o impacto do evento adverso, ou seja, na prestação de socorro e assistência às pessoas atingidas.

Por este motivo, as ações sempre foram associadas à coleta e distribuição de donativos, repasse de verbas em áreas atingidas por desastres naturais, como inundações, enchentes e vendavais, ou a coordenação dos bombeiros em ações de salvamento.

Assim, a administração dos desastres se apresenta como a melhor opção para proporcionar maior segurança à sua comunidade. Atualmente, além de considerar outros tipos de desastres, a administração de desastres é vista como um ciclo composto por quatro fases, que são: prevenção, preparação, resposta e reconstrução.

A divisão do processo de administração dos desastres possibilita a melhor identificação da situação para que sejam adotadas ações mais efetivas na prevenção ou mesmo na resposta dos eventos críticos.

A prevenção de desastres busca a sua minimização por meio de medidas para avaliar e reduzir o risco de desastre. É importante salientar que nesta fase não se busca a eliminação do risco de desastres, já que, em muitos casos, existe pouco ou nenhum controle sobre os eventos adversos. A prevenção de desastres é implementada, então, por meio de dois processos importantes: a análise e a redução dos riscos de desastres.

Considerando a análise e a redução dos riscos, algumas ações são necessárias para garantir a prevenção de desastres:

- Redução da grandeza e da probabilidade de ocorrência dos acidentes ou dos eventos adversos;

- Redução da vulnerabilidade dos cenários dos desastres e das comunidades em risco;
- Redução da probabilidade de que uma determinada ameaça se concretize ou da provável grandeza do evento adverso (em desastres mistos ou provocados pelo homem).

Antes de escolher e implantar medidas preventivas é necessário saber quais são os riscos a que a comunidade está realmente exposta.

Ao conhecer a probabilidade e a magnitude de determinados eventos adversos, bem como o impacto deles, caso realmente aconteçam, temos a possibilidade de selecionar e priorizar os riscos que exigem maior atenção. A redução do grau de vulnerabilidade é conseguida por intermédio de medidas estruturais e não-estruturais.

Medidas estruturais – têm por finalidade aumentar a segurança intrínseca por intermédio de atividades construtivas. Alguns exemplos de medidas estruturais são: as barragens, os açudes, a melhoria de estradas, a construção de galerias de captação de águas pluviais, dentre outras.

Medidas não-estruturais - relacionam-se à urbanização, à mudança cultural e comportamental e à implementação de normas técnicas e de regulamentos de segurança. Estas medidas têm por finalidade permitir o desenvolvimento em harmonia com os ecossistemas naturais ou modificados pelo homem. Dentre as medidas não-estruturais relacionadas à prevenção de desastres (redução de riscos), destacam-se as seguintes:

- Microzoneamento urbano e rural e uso racional do espaço geográfico;
- Implementação de legislação de segurança e de normas técnicas, relacionadas à redução dos riscos de desastres;



- Promoção da mudança cultural e comportamental e de educação pública, objetivando a redução das vulnerabilidades das comunidades em risco;
- Promoção de apoio ao planejamento e gerenciamento da prevenção de desastres (análise e redução de riscos de desastres) nas comunidades com baixos níveis de capacitação técnica.

Todas estas medidas podem ser implantadas pelo poder público, por meio de ações legislativas, intensificação da fiscalização, campanhas educativas e obras de infraestrutura. Podem, ainda, ser concretizadas por meio de parcerias entre o poder público e a sociedade.

Um dos objetivos principais no planejamento para a resposta aos desastres é o da preparação da comunidade e a identificação e o envolvimento engajado de parceiros desde a sua fase inicial de elaboração.

A preparação envolve o desenvolvimento de recursos humanos e materiais, articulação de órgãos e instituições com empresas e comunidades, consolidação de informações e estudos epidemiológicos, sistemas de monitoração, alerta e alarme e planejamento para desastre.

Apesar de os objetivos destes planos poderem variar de acordo com as especificidades locais, de modo geral, eles visam a:

- Incrementar o nível de segurança, reduzindo a vulnerabilidade dos cenários dos desastres e das comunidades em risco;
- Otimizar o funcionamento do sistema de defesa civil;
- Minimizar as influências negativas, relacionadas às variáveis tempo e recursos, sobre o desempenho do sistema de defesa civil;

- Facilitar uma rápida e eficiente mobilização dos recursos necessários ao restabelecimento da situação de normalidade em circunstâncias de desastres.

A fase de preparação tem uma grande influência sobre as demais fases da administração de desastres, pois contribui para otimizar:

- A prevenção dos desastres, no que diz respeito à avaliação e à redução dos riscos;
- As ações de resposta aos desastres, compreendendo as ações de socorro às populações ameaçadas, assistência às populações afetadas e reabilitação dos cenários dos desastres;
- As atividades de reconstrução.

A resposta aos desastres compreende as seguintes atividades:

- Socorro - engloba as atividades a fim de localizar, acessar e estabilizar as vítimas que estão com sua saúde ou sobrevivência ameaçada pelo desastre.
- Assistência às populações vitimadas - compreende atividades logísticas, assistenciais e de promoção de saúde.
- Reabilitação de cenários - envolve a avaliação de danos, vistoria e elaboração de laudos técnicos, desmontagem de estruturas danificadas, desobstrução de escombros, sepultamento, limpeza, descontaminação e reabilitação de serviços essenciais.
- Cada tipo de resposta aos desastres se organiza de uma determinada maneira, de acordo com os eventos ocorridos. Veja, a seguir, as atividades mais comuns.

- Atividades de socorro - ocorrem com mais intensidade nas áreas próximas ao local mais impactado pelo evento adverso. Elas se dividem em ações de:
- Combate a sinistros (conter os efeitos do evento adverso, isolar as áreas de riscos intensificados ou áreas críticas, atuação direta sobre o evento, segurança da área sinistrada, controle de trânsito);
- Socorro às populações afetadas (busca e salvamento, atendimento pré-hospitalar, atendimento médico cirúrgico de urgência).

Atividades de assistência às populações afetadas – estas atividades compreendem ações de:

- Logística - suprimento de água potável, provisão de alimentos, suprimento de roupas, agasalhos e calçados, suprimento de material de limpeza e de higienização, apoio à preparação e conservação de alimentos, administração de abrigos, apoio às equipes empenhadas nas operações;
- Promoção social - triagem socioeconômica e cadastramento das famílias afetadas entrevistas com famílias e pessoas assistidas, ações para reforçar a coesão familiar e comunitária, atividades de comunicação social, ações de mobilização das comunidades, liderança de mutirões de reabilitação e reconstrução;
- Promoção, proteção e recuperação da saúde – saneamento básico de caráter emergencial, ações integradas de saúde e assistência médica primária, vigilância epidemiológica, vigilância sanitária, educação para saúde, proteção da saúde mental, higiene da alimentação, transferência de hospitalização e atividades de saúde pública nos abrigos.
- Reabilitação de cenários - a reabilitação de cenários compreende uma série de ações de resposta aos desastres, de caráter emergencial. Estas atividades têm por objetivo iniciar o processo de restauração das áreas afetadas pelos

desastres e permitir o retorno das comunidades a uma situação próxima à normalidade após o restabelecimento das condições mínimas de segurança e habitabilidade. A reabilitação depende de ações interativas desencadeadas pelas comunidades locais, com o apoio do governo.

Dentre as atividades de reabilitação, destacam-se:

- Vigilância das condições de segurança global da população - avaliação de danos e de prejuízos, vistoria técnica das estruturas atingidas, emissão de laudos técnicos e desmontagem de edificações comprometidas;
- Reabilitação dos serviços essenciais - suprimento e distribuição de energia elétrica, abastecimento de água potável, esgoto sanitário, limpeza urbana, transporte coletivo e comunicações;
- Reabilitação das áreas deterioradas e das habitações danificadas;
- Desobstrução e remoção de escombros, sepultamento de pessoas e animais, limpeza, descontaminação, desinfecção e desinfestação dos cenários de desastres, mutirão de recuperação das unidades habitacionais.

As fases da administração de desastres de preparação e resposta não acontecem de maneira isolada. O planejamento prévio permite o início de uma atividade assim que haja condições, antes mesmo que outras tenham sido finalizadas, reduzindo de forma substancial o tempo necessário para que a comunidade e seus integrantes retornem à normalidade, diminuindo danos e prejuízos.

A última fase da administração de desastres é conhecida por reconstrução, ou seja, é reconstituir, restaurar as áreas afetadas pelo desastre. Busca-se agir de forma que o impacto sobre a população seja reduzido no caso de um novo desastre ou mesmo tentar impedir que ele aconteça.

Cita-se como exemplo, reconstruir um canal com maior capacidade de desvio para as precipitações pluviométricas. Os projetos de reconstrução têm por finalidade restabelecer na plenitude:

- Os serviços públicos essenciais;
- A economia da área afetada;
- O moral social;
- O bem-estar da população afetada.

É importante perceber a importância de se conduzir a reconstrução de forma que ela contribua para a redução de desastres, seja reduzindo a probabilidade de ocorrência do evento adverso ou garantindo que as conseqüências não sejam tão graves.

Repetir os erros do passado no momento da reconstrução é a garantia de que na próxima vez que o evento adverso se concretizar, as conseqüências serão tão ou mais graves. Isto se aplica aos diversos níveis de prevenção e preparação para desastres: federal, estadual, municipal ou individual (em relação ao cidadão e sua família ou trabalho).

A forma ideal e almejada pelos que atuam nesse planejamento, caracterizando a administração de desastres, é tratar as fases como um ciclo, sem início nem fim.

O sucesso da implantação do Planejamento de Contingência e Emergência vincula-se também aos seguintes aspectos:

- Comunicação clara e objetiva quanto às características dos trabalhos (natureza, objetivo, enfoque, periodicidade, etc.);
- Atuação focalizada na definição das melhores práticas de controle, comprometimento com o processo de implementação das recomendações;

- Independência na execução dos trabalhos;
- Apresentação de resultados práticos de curto prazo (processo de implementação).
- Visão macro do negócio e entendimento dos processos do município.

Para o pleno sucesso deste projeto, existem alguns fatores que serão de fundamental importância, que devem ser atentados pelos municípios. Estes fatores estão representados sob a forma das responsabilidades relacionadas abaixo:

- Assegurar o envolvimento adequado de profissionais importantes para a identificação dos processos críticos bem como os riscos e controles associados – **entendemos que o município deva envolver todo aquele que estiver relacionado aos processos, para garantir que todos os riscos e ameaças sejam trabalhados;**
- Prover as instalações necessárias para o desenvolvimento do projeto;
- Prover um direcionamento geral para o projeto e um rápido processo de resolução de impasses que porventura venham a ocorrer;
- Assegurar que os Planos de Contingência ou Emergência sejam mantidos e revisados adequadamente e testados em uma base regular para assegurar sua viabilidade no futuro.

No Quadro 31 são apresentadas as respostas a situações críticas do sistema drenagem urbana.

**Quadro 31: Ações emergenciais do Sistema de Drenagem de Drenagem Urbana.**

| OCORRÊNCIA   | ORIGEM  | PLANO DE CONTINGÊNCIA   |
|--|---|---|
| ALAGAMENTO LOCALIZADO  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Boca de lobo e ramal assoreado</li> <li>Sub-dimensionamento da rede existente</li> <li>Deficiência nas declividades da via pública</li> <li>Deficiência no engolimento das bocas de lobo</li> </ul>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Comunicar a defesa civil para verificar os danos e riscos à população</li> <li>Comunicar a Secretaria de Obras para a limpeza da área afetada e desobstrução de redes e ramais</li> <li>Estudo do sistema de drenagem para correção do problema existente</li> <li>Sensibilização da comunidade através de iniciativas de educação, evitando o lançamento de lixo nas vias públicas e captações</li> </ul> |
| INUNDAÇÃO, ENCHENTE PROVOCADA POR TRANSBORDAMENTO DE CÓRREGO | <ul style="list-style-type: none"> <li>Deficiência no dimensionamento da calha do córrego</li> <li>Assoreamento do córrego</li> <li>Estrangulamento do córrego por estruturas de travessias existentes</li> <li>Impermeabilização descontrolada da bacia</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Comunicação à Defesa Civil</li> <li>Estudo para controle de cheias na bacia</li> <li>Medidas para proteger pessoas e bens nas zonas críticas</li> <li>Limpeza e desassoreamento dos córregos</li> <li>Estudo para controle da ocupação urbana</li> <li>Sensibilização da comunidade através de iniciativas de educação, evitando o lançamento de lixo nas vias públicas e captações</li> </ul>             |
| MAU CHEIRO EXALADO PELAS BOCAS DE LOBO                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Interligação clandestina de esgoto nas galerias</li> <li>Lixo orgânico lançado nas bocas de lobo</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Comunicação à operadora do SES para detecção do ponto de lançamento e regularização da ocorrência</li> <li>Limpeza da boca de lobo</li> <li>Sensibilização da comunidade através de iniciativas de educação, evitando o lançamento de lixo nas vias públicas e captações</li> </ul>  |

## Órgãos e Instituições Envolvidas

- COMDEC – Coordenadoria Municipal de Defesa Civil
- Secretaria Municipal de Obras e Serviços Urbanos
- Secretaria Municipal de Saúde
- Secretaria Municipal de Meio Ambiente
- Secretaria de Educação, Cultura e Esportes
- Secretaria de Administração e Finanças
- Polícia Militar
- Comissão Municipal de Esportes - CME
- Assessoria de Imprensa

## 6.2. ATRIBUIÇÕES E RESPONSABILIDADES

Apresenta-se no Quadro 32 as unidades envolvidas e suas respectivas atribuições:

**Quadro 32: Atribuições das Unidades Envolvidas.**

| <b>ÓRGÃOS/INSTITUIÇÕES ENVOLVIDAS</b>                             | <b>ATRIBUIÇÕES</b>  |
|---|---|
| Defesa Civil  | Coordenação de resposta e reconstrução do evento natural.   |
| Obras e Serviços Urbanos  | Realizar projetos de engenharia.  |
| Secretaria de Saúde e Promoção Social                             | <p>Proceder à assistência pré-hospitalar;</p> <p>Promover ações básicas de saúde pública nos abrigos;</p> <p>Montagem de ambulatório nos abrigos;</p> <p>Efetuar consultas médicas nos abrigos;</p> <p>Agir preventivamente no controle de epidemias;</p> <p>Proceder a vacinação do pessoal envolvido nas ações de resposta.</p>   |
| Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico e Meio Ambiente | <p>Efetuar a triagem sócio-econômica e cadastramento das famílias vulneráveis afetadas pelo desastre;</p> <p>Gerenciar os abrigos temporários;</p> <p>Coordenar campanhas de arrecadação e de distribuição de alimentos, roupas e outros;</p> <p>Promover ações de fortalecimento da cidadania;</p> <p>Fornecer alimentação para o pessoal operacional envolvido no evento.</p> |



|   |  |
|---|--|
| Secretaria de Educação,<br>Cultura e Esportes | <p>Dispor a estrutura das edificações da rede municipal de ensino para que, emergencialmente, sirvam de abrigos temporários;</p> <p>Disponibilizar servidores durante o período de anormalidade;</p> <p>Disponibilizar viaturas e outros materiais necessários ao atendimento da população atingida.</p> |
| Administração e Finanças                      | <p>Viabilizar o suporte financeiro para as ações de resposta.</p>  |
| Polícia Militar                               | <p>Articular junto aos órgãos estaduais de segurança, visando preservar a Lei e a Ordem nos abrigos.</p>   |
| Secretaria de Obras e<br>Serviços Urbanos     | <p>Disponibilizar servidores, durante o período de anormalidade, para o auxílio na retirada das famílias atingidas;</p> <p>Disponibilizar viaturas e outros materiais necessários ao atendimento da população atingida;</p> <p>Limpeza e conservação dos abrigos.</p>                                    |
| Assessoria de Imprensa                        | <p>Campanha informativa;</p> <p>Divulgação das ações do poder público municipal voltado para a minimização dos danos e prejuízos.</p>  |
| Comissão Municipal de Esportes                | <p>Articular e colaborar nas ações de resposta aos afetados residentes na zona rural do Município.</p>   |

A elaboração de um plano de contingência ou emergência exige um real reconhecimento das suas vulnerabilidades. Este reconhecimento proporcionará uma análise dos riscos listados, enquadrando a probabilidade de ocorrência e seu respectivo impacto para a comunidade. A minimização da perda só será ocasionada com a projeção das dificuldades a serem enfrentadas.

Assim, considerando a necessidade de estabelecer um plano preventivo para o gerenciamento de riscos ou de períodos críticos, por meio do estabelecimento de um conjunto de ações preventivas e de procedimentos emergenciais a serem adotados a fim de minimizar a possibilidade de eventuais acidentes, cabe ao poder

concedente estabelecer o prazo mínimo para que as concessionárias e/ou operadoras dos sistemas apresentem o plano de ação de emergência e contingência, contemplando aspectos técnicos e legais e fazendo incluir também, que qualquer ocorrência que configure potencial de alcance de repercussão pública, mesmo que não afete pessoas ou propriedades, implicará no acionamento do Plano de Contingências.

## **7. COMPATIBILIZAÇÃO COM AS POLÍTICAS E OS PLANOS NACIONAL E ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS**

O Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB do Município de Jaraguá do Sul/SC foi elaborado, na parte que se relaciona com os recursos hídricos, em observância aos seguintes instrumentos legais:

- Lei Estadual Nº 9.748 de 30 de Novembro de 1994 que instituiu a *“Política Estadual de Recursos Hídricos”*;
- Lei Federal Nº 9.433 de 08 de Janeiro de 1997 que instituiu a *“Política Nacional de Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina”*;
- Decreto Estadual Nº 2.919 de 04 de Setembro de 2001 que criou o *“Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocú”*;
- Decreto Nº 58 de 30 de Janeiro de 2006 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos que instituiu o *“Plano Nacional de Recursos Hídricos”*;
- Lei Estadual Nº 14.675 de 30 de Novembro de 1994 que instituiu o *“Código Estadual de Meio Ambiente”*, e
- Documentos existentes na Secretaria de Estado de Desenvolvimento Sustentável – SDS/SC que tratam da elaboração, ora em andamento, do Plano Estadual de Recursos Hídricos.

Desta forma, na parte que toca aos recursos hídricos, merece destaque os seguintes tópicos inseridos no PMSB no item Drenagem Urbana:

- a) Adotado como unidade de planejamento a bacia hidrográfica, chamada de UTAP – Unidade Territorial de Análise e Planejamento, objeto de relatório específico elaborado pela Consultora AMPLA, e que foi aprovado pela

Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul e pela Caixa Econômica Federal, esta última na qualidade de financiadora dos trabalhos de elaboração do PMSB;

- b) Necessidade da proteção ambiental da bacia hidrográfica dos mananciais abastecedores de água, tendo como instrumento básico para tal o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocú;
- c) Necessidade de um programa de identificação dos focos poluidores no sistema de drenagem;
- d) Proteção das matas ciliares dos rios através de Programas de recuperação de áreas de Proteção Ambiental APP de leito de rios;
- e) Proteção das áreas de solos aluvionares passíveis de inundações;