

Sumário

D - DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS.....	6
1. ASPECTOS GERAIS.....	6
1.2. SISTEMA DE DRENAGEM.....	7
1.1.1. Microdrenagem.....	8
1.1.2. Macro-drenagem.....	9
1.2. MEDIDAS DE CONTROLE.....	9
1.2.1. Medidas Estruturais.....	10
1.2.2. Medidas não Estruturais.....	10
2. LEGISLAÇÃO EXISTENTE.....	11
3. LEVANTAMENTO E DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL.....	17
3.1. GESTÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA.....	17
3.1.1. Evolução da Implantação do Sistema de Drenagem.....	18
3.1.1.1. Plano Diretor de Drenagem.....	20
3.1.2. Procedimentos Relacionados à Drenagem Urbana.....	21
3.1.2.1. Avaliação de Projetos de Drenagem em Loteamentos de Terceiros.....	21
3.1.2.2. Vistoria na Execução de Obras de Drenagem nos Loteamentos de Terceiros.....	23
3.1.2.3. Serviços de Manutenção do Sistema.....	24
3.1.3. Gastos com o Sistema de Drenagem.....	29
3.1.4. Projetos e Obras em Desenvolvimento pela Secretaria de Obras.....	30
3.2. ESTUDO DAS UNIDADES TERRITORIAIS DE ANÁLISE E PLANEJAMENTO.....	43
3.2.1. Estudo Hidrográfico.....	43
3.2.1.1. Características Físicas das Sub-bacias.....	45
3.2.2. Estudo Pedológico.....	46
3.2.3. Exploração Mineral.....	49
3.2.4. Mapeamento das áreas sujeitas à inundações.....	51
3.2.5. Análise das UTAP`s.....	58
3.2.5.1. Análise da UTAP 1.....	58
3.2.5.2. Análise da UTAP 2.....	61
3.2.5.3. Análise da UTAP 3.....	65
3.2.5.4. Análise da UTAP 4.....	68
3.2.5.5. Análise da UTAP 5.....	69

3.2.5.6. Análise da UTAP 6	71
3.2.3.7. Análise da UTAP 7	73
3.3. CADASTRO DO SISTEMA DE DRENAGEM.....	76
3.3.1. Situação do Cadastro Atual.....	76
3.3.2. Sistema Corporativo de Geoprocessamento.....	79
3.3.2.1. Atualização e Manutenção do Cadastro Técnico de Drenagem Urbana.....	80
3.3.2.2. Principais Dificuldades Observadas no Cadastramento Técnico de Drenagem Urbana.....	84

Lista de Figuras

Figura 1: Modelo de Bacia de Contribuição fornecida pela Sec. de Obras (Fonte: Sec. de Obras).....	22
Figura 2: Vista geral das regiões de manutenção do sistema de drenagem e as UTAP's a qual elas estão inseridas (Fonte: Google Earth).....	25
Figura 3: Serviços de manutenção da rede de drenagem sendo executados (Fonte: Sec. de Obras).....	27
Figura 4: Caminhão Hidrojato, ano 2010 (Foto: Dezembro / 2010).....	27
Figura 5: Imagem de boca de lobo soldada implantada em Jaraguá do Sul (Foto: Dezembro/ 2010).....	28
Figura 6: Vista geral da fábrica de tubos, localizada no pátio da Secretaria de Obras (Foto: Dezembro/ 2010).	28
Figura 7: Obra sendo executada pela Secretaria de Obras (Fonte: http://portal.jaraguadosul.com.br).....	30
Figura 8: Locais com projetos e obras de drenagem em desenvolvimento.....	32
Figura 9: Croqui obra 1 (Fonte: Secretaria de Obras).....	34
Figura 10: Croqui obra 2 (Fonte: Secretaria de Obras).....	36
Figura 11: Croqui obra 3 (Fonte: Secretaria de Obras).....	38
Figura 12: Croqui obra 4 (Fonte: Secretaria de Obras).....	40
Figura 13: Tubos alocados próximo aos locais onde serão executadas obras de drenagem (Foto: Dezembro/ 2010).	42
Figura 14: Mapa com as Sub-bacias hidrográficas, exutórias e UTAP's.....	44
Figura 15: Estudo pedológico por UTAP.....	47
Figura 16: Processos minerários nos principais rios de Jaraguá do Sul.	50
Figura 17: Manchas de inundação e UTAP's (Fonte: Defesa Civil de Jaraguá do Sul).....	53
Figura 18: Percentual de mata ciliar nos rios urbanizados de Jaraguá do Sul (Fonte: AMVALI).....	54
Figura 19: Imagens das inundações de 2011 (Fonte: Defesa Civil).....	55
Figura 20: Mapa de inundação e Área de Preservação Permanente (APP) de leito de rio.	57
Figura 21: Imagem da UTAP 1.....	59
Figura 22: Imagem de satélite da SB-A4 (Fonte: Google Earth).	60

Figura 23: Vista geral da UTAP 1, detalhe: solos aluvionares (amarelo) e manchas de inundação (azul). (Fonte: Google Earth).	61
Figura 24: Imagem da UTAP 2.	62
Figura 25: Vista geral da UTAP 2, onde limite da sub-bacia é apresentado pela linha vermelha e limite da UTAP linha preta. (Fonte: Google Earth).	63
Figura 26: Locais (3 e 4) onde existem projeto de drenagem (Fonte: Google Earth).	64
Figura 27: Bairro Boa Vista, enchente janeiro de 2011 (Fonte: Defesa Civil).	65
Figura 28: Imagem da UTAP 3.	66
Figura 29: Locais (1 e 5) onde existem projeto de drenagem (Fonte: Google Earth)	67
Figura 30: Praça Martin Lutero, Bairro Amizade, enchente de janeiro de 2011 (Fonte: Defesa Civil)	67
Figura 31: Imagem da UTAP 4.	68
Figura 32: Vista geral da UTAP 4 (Fonte: Google Earth).	69
Figura 33: Imagem da UTAP 5.	70
Figura 34: Vista geral da SB-B2 e SB-B3. (Fonte: Google Earth).	71
Figura 35: Imagem da UTAP 6.	72
Figura 36: Vista geral da SB-C8 (Fonte: Google Earth).	73
Figura 37: Imagem da UTAP 6.	74
Figura 38: Imagem das inundações de janeiro de 2011 no bairro Santa Luzia, SB-C6.	75
Figura 39: Situação do cadastro atual de microdrenagem urbana.	78
Figura 40: Atributos associados à galeria pluvial.	83
Figura 41: Fluxograma da atividade de atualização cadastral.	85

Lista de Quadros

Quadro 1: Produção da fábrica de tubos (unidades) nos anos de 2009 e 2010 (Fonte: Sec. Obras).....	29
Quadro 2: Fase e área do processo de extração mineral (Fonte: DNMP).....	49
Quadro 3: Precipitação mensal (Fonte: SAMAE)	52
Quadro 4: Principais índices físicos das sub-bacias pertencentes a UTAP 1.	58
Quadro 5: Principais índices físicos das sub-bacias pertencentes a UTAP 2.	62
Quadro 6: Principais índices físicos das sub-bacias pertencentes a UTAP 3.	66
Quadro 7: Principais índices físicos das sub-bacias pertencentes a UTAP 4.	68
Quadro 8: Principais índices físicos das sub-bacias pertencentes a UTAP 5.	70
Quadro 9: Principais índices físicos das sub-bacias pertencentes a UTAP 6.	72
Quadro 10: Principais índices físicos das sub-bacias pertencentes a UTAP 7.	74
Quadro 11: Extensão de rede em função do diâmetro, apresentada por UTAP.	76
Quadro 12: Extensão total de rede por diâmetro da tubulação.	77
Quadro 13: Quantitativos dos dispositivos de drenagem por UTAP.....	77

D - 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.

1.2. 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.

Conduitos 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 conduzirem 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 Ítem 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 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 hidro-jato, 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^o1767/93 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. A 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 km². 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 (será detalhado no item 3.3), 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.

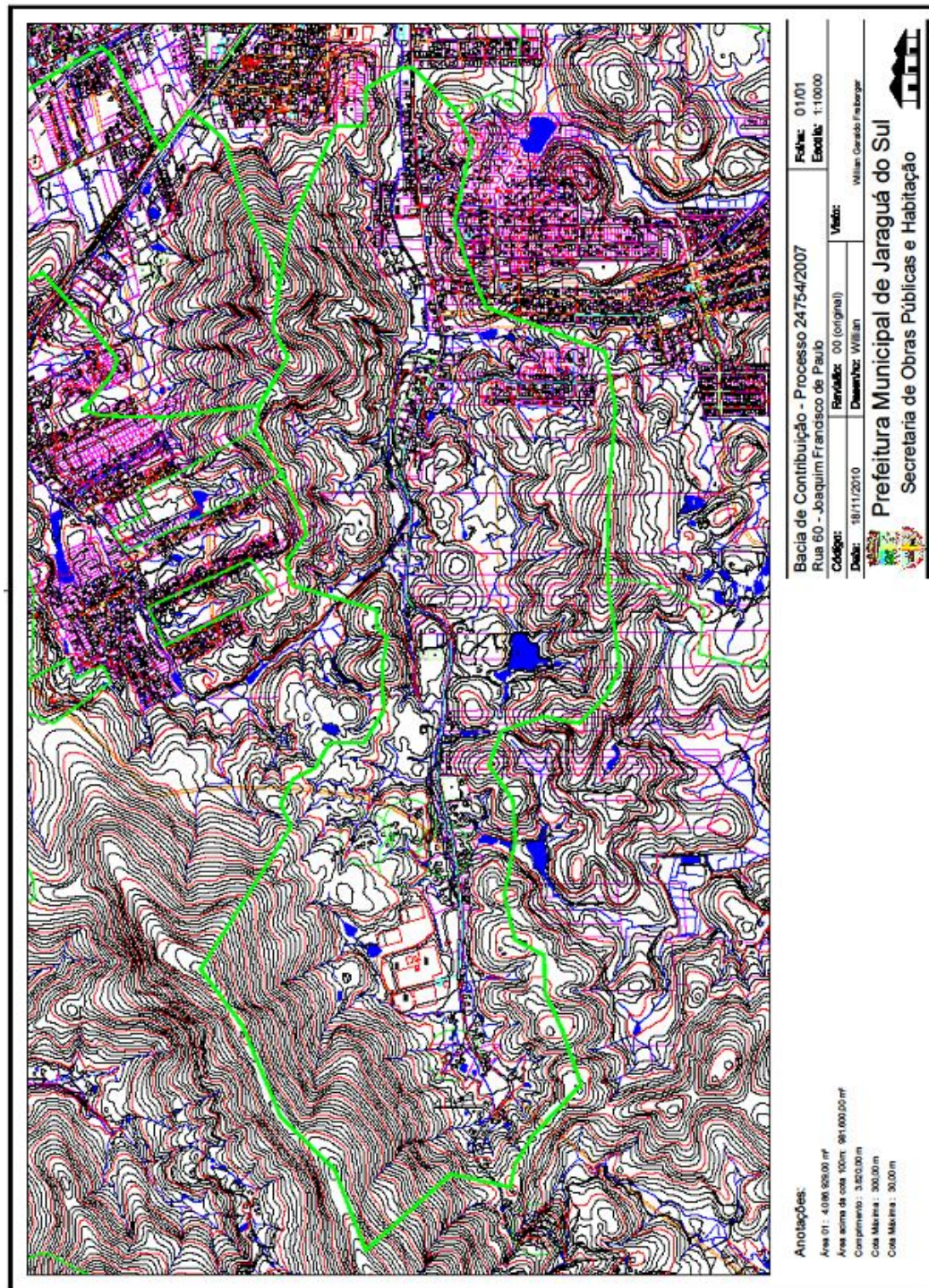


Figura 1: Modelo de Bacia de Contribuição fornecida pela Sec. de Obras (Fonte: Sec. de Obras).

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 hidrojetado,

retroescavadeira e caminhão basculante. Na Figura 2 apresenta-se uma vista geral das regiões e as Unidades de Análise e Planejamento a qual elas estão inseridas.

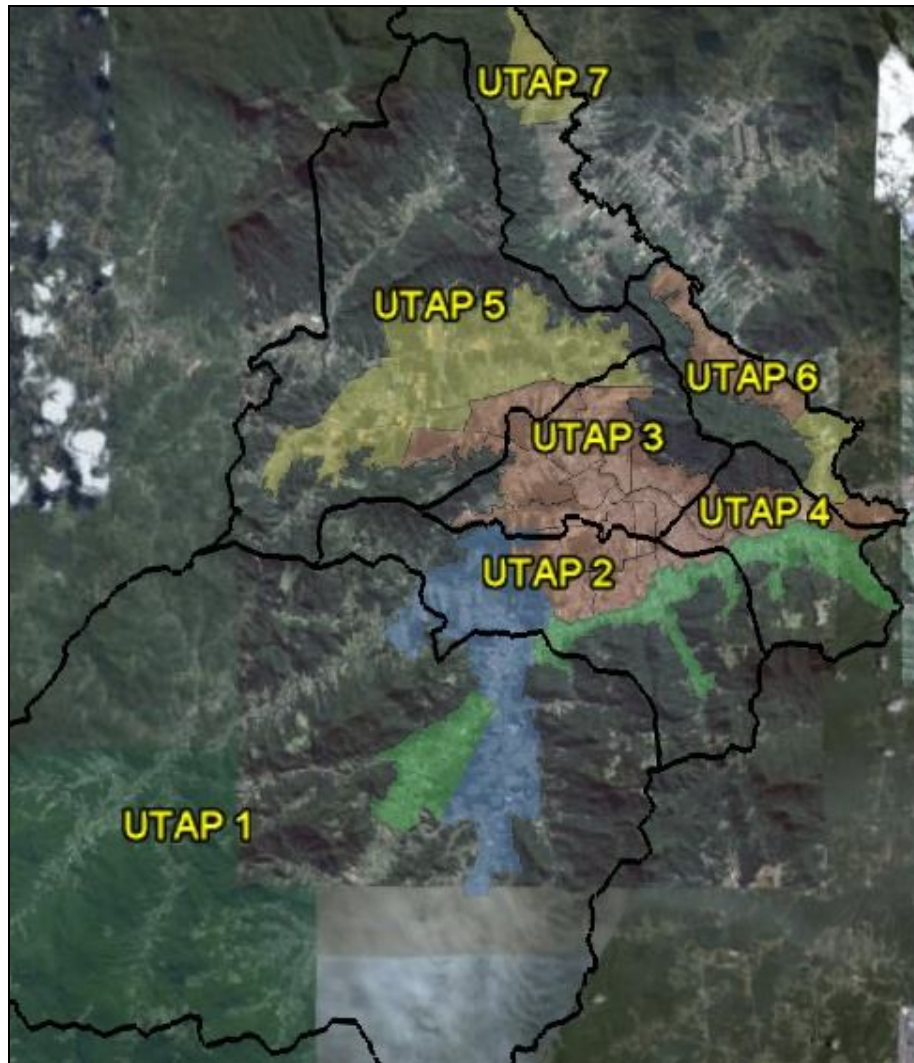


Figura 2: Vista geral das regiões de manutenção do sistema de drenagem e as UTAP's a qual elas estão inseridas (Fonte: Google Earth).

Observa-se, de acordo com a Figura 2 que as Regiões não apresentam uma continuidade espacial, por exemplo, a Região 1 (em verde) é cortada pela Região 2 (em azul), no entanto na divisão das Regiões de manutenção do sistema de drenagem buscou-se agrupar ao máximo bairros em sua totalidade, conforme mostrado a seguir.

Região 1 (Verde): Ilha da Figueira, Barra do Rio do Serro (parcial), Pedra Branca, Barra do Rio Molha, Rio Molha, Rio da Luz 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 Cerro 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 (parcial), Baependi, Vila Lalau, Centenário, João Pessoa (parcial).

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

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.

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 sendo executados (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, ano 2010 (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 carreados 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 foi gasto 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 este valor arcará com os custos de manutenção e investimentos do setor.

Apesar da Lei N^o 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.

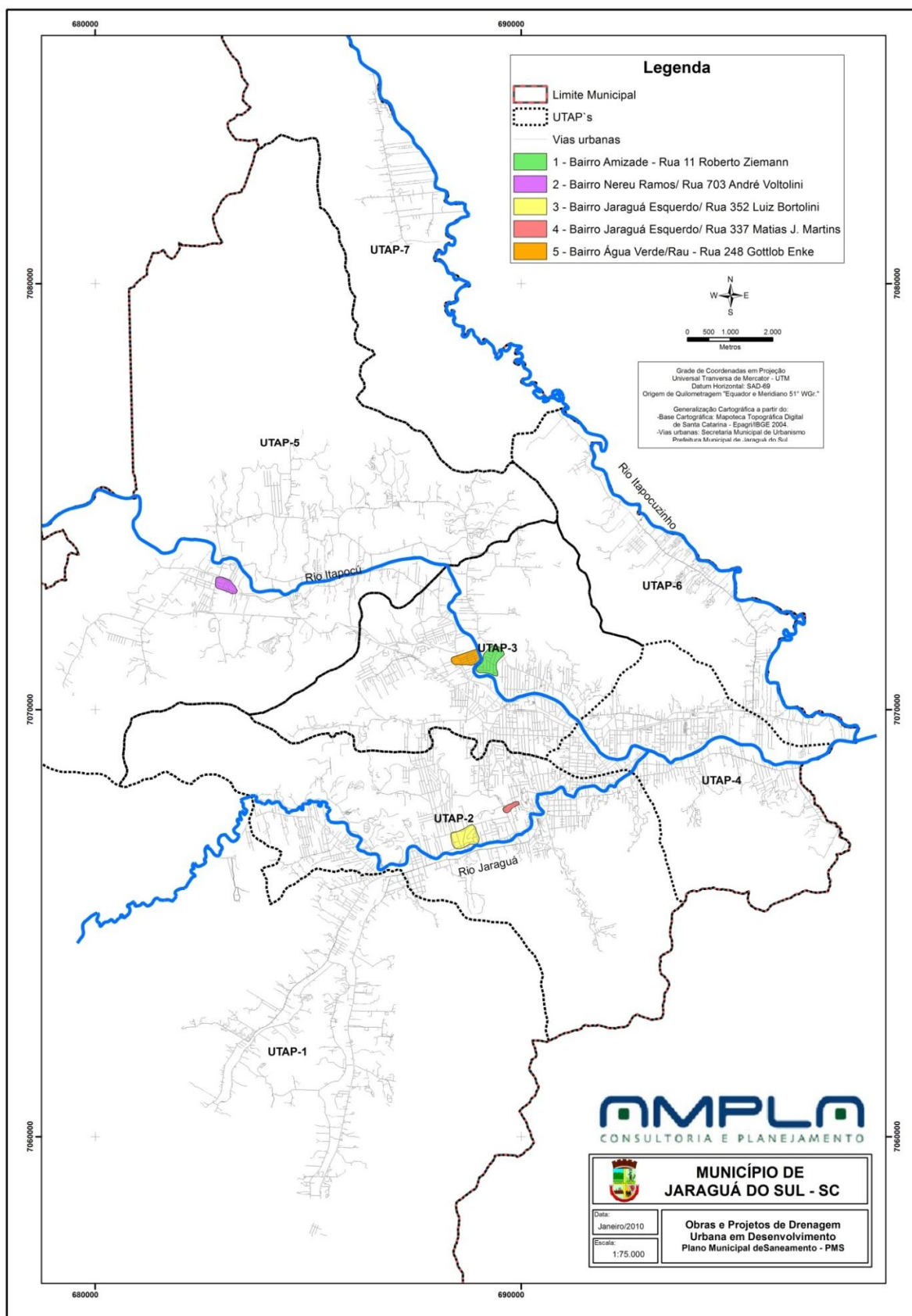


Figura 8: Locais com projetos e obras de drenagem em desenvolvimento.

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

www.consultoriaampla.com.br

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 Figura 10. Custo dos tubos R\$ 106.750,00

www.consultoriaampla.com.br

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 Bortolini 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 frequentes 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.



Simbologia	
	Tubulação existente, diâmetro indicado.
	Tubulação projetada, diâmetro indicado.
	Boca de Lixo existente.
	Boca de Lixo projetada.
	Caixa de Inspeção existente.
	Caixa de Inspeção projetada.
	Buena.
	Indicação da direção de escoamento.
80,30	Indicação do diâmetro de tubulação no trecho.

		PREFEITURA MUNICIPAL DE JARAGUÁ DO SUL	
		SECRETARIA DE OBRAS E URBANISMO	
Obra: DRENAGEM PLUVIAL			
Desenhado por: 337 - Matheus J. Martins		Tipo: Urbana	
Desenho: Matheus J. Martins		Folha: 01/01	
Escala: 1:1000		Data: 03/01/2011	

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 Estádio 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 Estádio através da rua Matias José Martins. Constata-se hoje que a tubulação dentro da área do estádio 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



Figura 12: Croqui obra 4 (Fonte: Secretaria de Obras).

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 14,41m³/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 10,65m³/seg, não mais comporta a vazão total que conforme referido acima é de 14,41 m³/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.

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 13 pode-se visualizar tubulações a espera da execução das obras.



Figura 13: 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 14, pode-se observar o mapa com as sub-bacias consideradas, suas exutórias e as respectivas Unidades de Análise e Planejamento UTAP's.

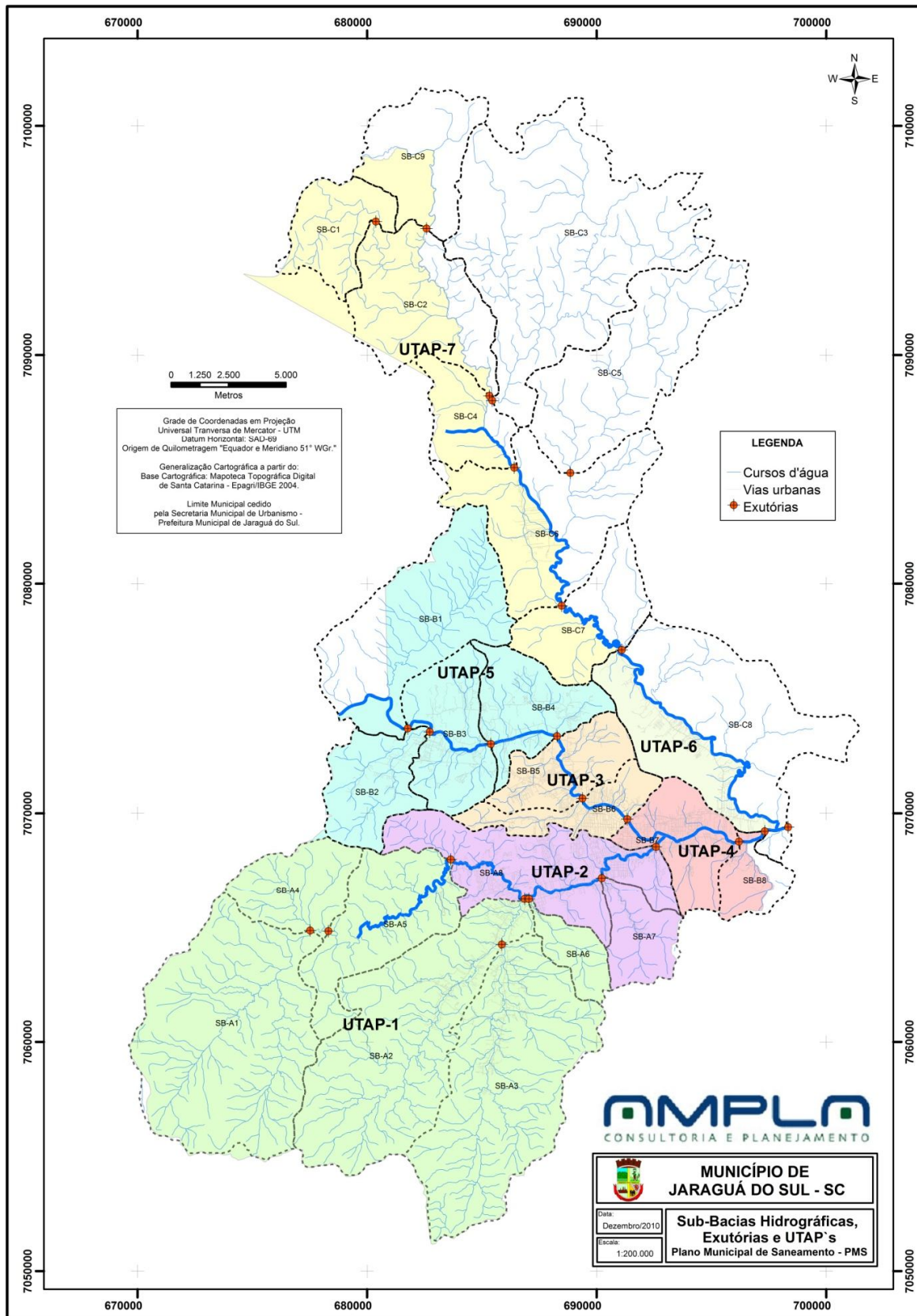


Figura 14: Mapa com as Sub-bacias hidrográficas, exutórias e UTAP's.

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 compactidade – 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 15.

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.

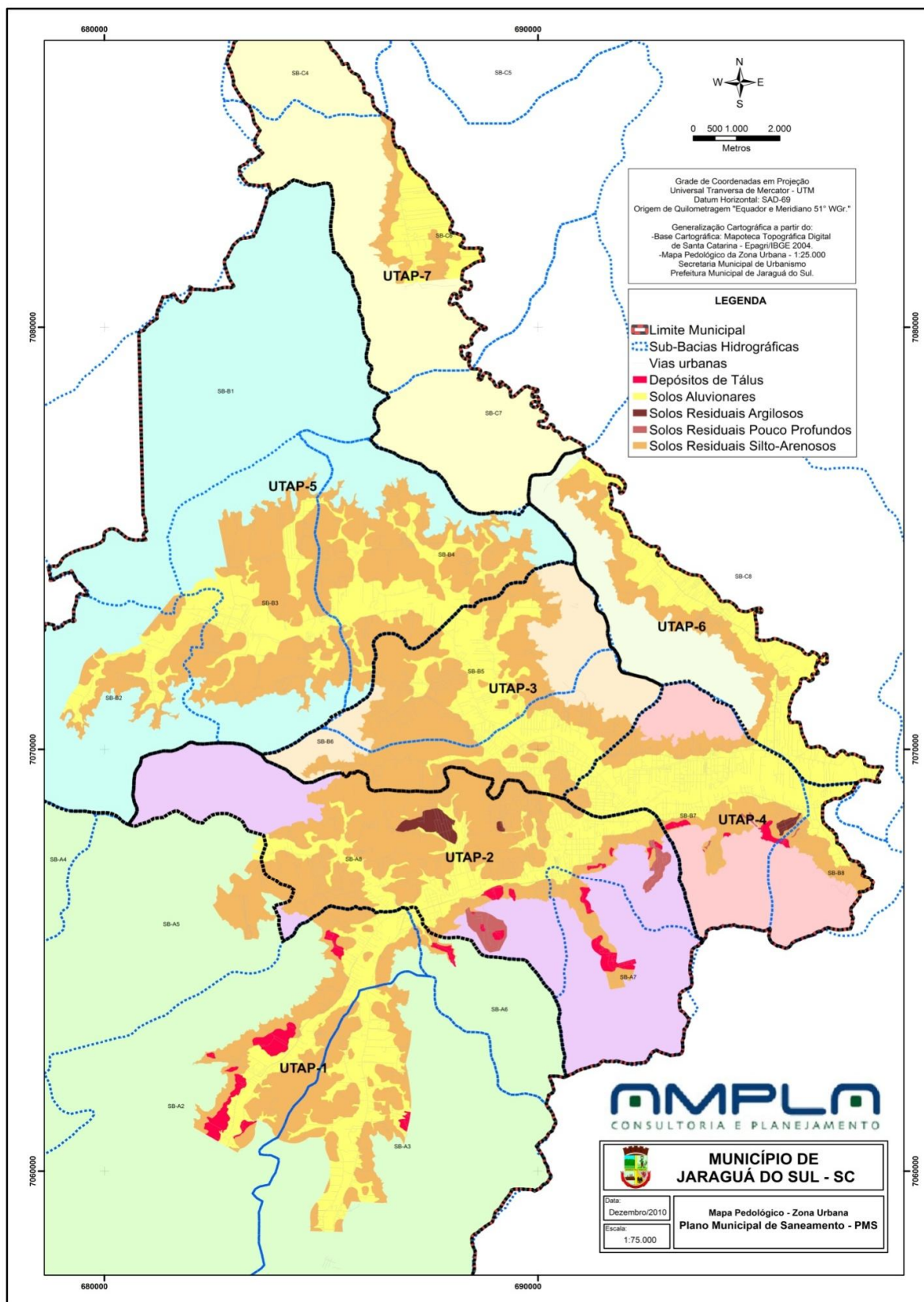


Figura 15: Estudo pedológico por UTAP.

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 inundação 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 16, 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: DNMP)

Fase	Área (ha)
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.

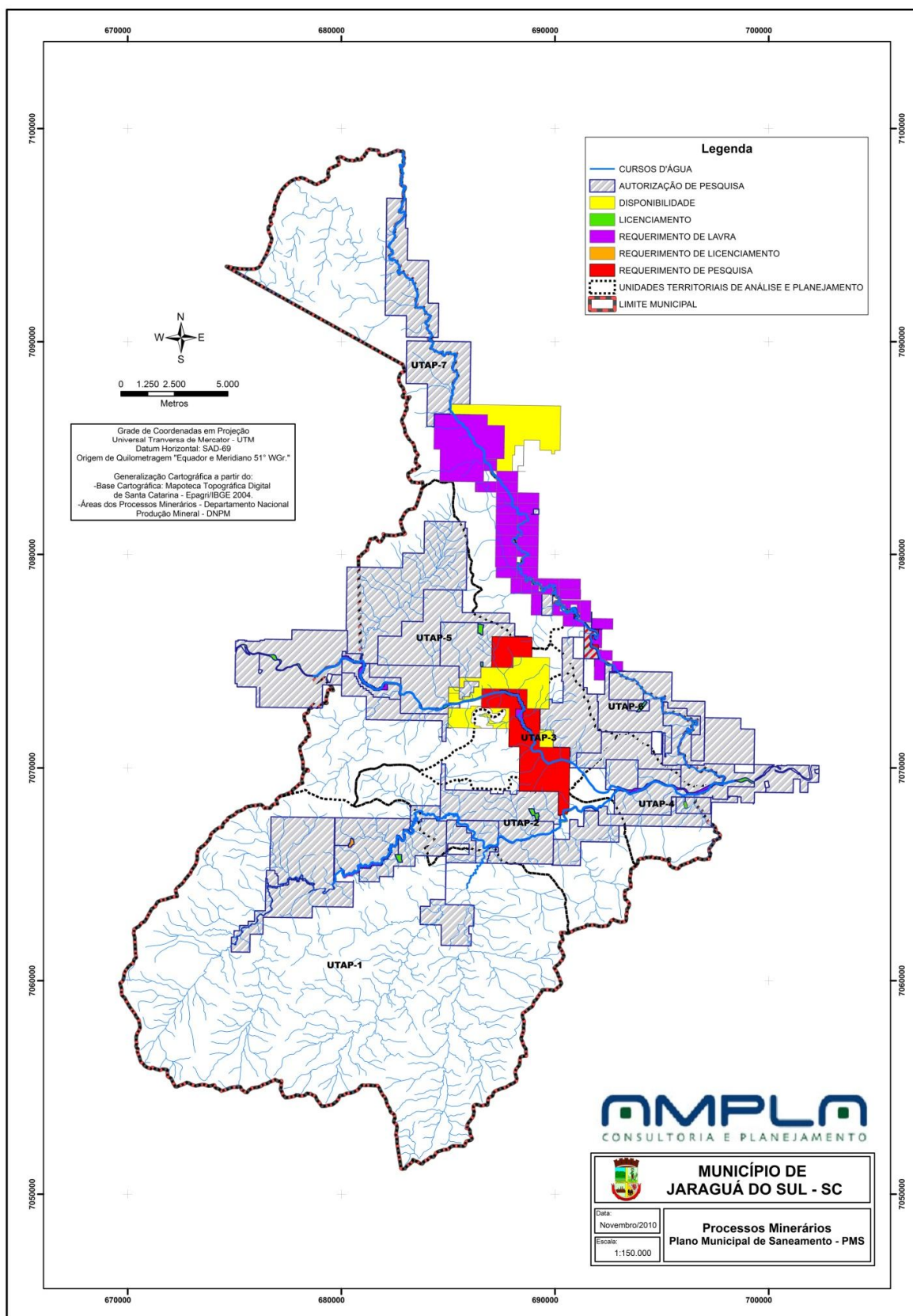


Figura 16: Processos minerários nos principais rios de Jaraguá do Sul.

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)

Precipitação Mensal (mm)				
	2008	2009	2010	2011
jan	xx	347,5	332,5	605
fev	xx	260,5	166	xx
mar	xx	347,5	376	xx
abr	xx	114,5	313	xx
mai	xx	89,5	166,5	xx
jun	Xx	53,5	118	xx
jul	Xx	222,5	210	xx
ago	Xx	161	95	xx
set	Xx	364	69	xx
out	356	106	171	xx
nov	752	79	150	xx
dez	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 17. As manchas de inundações referentes a 2011 ainda encontra-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.

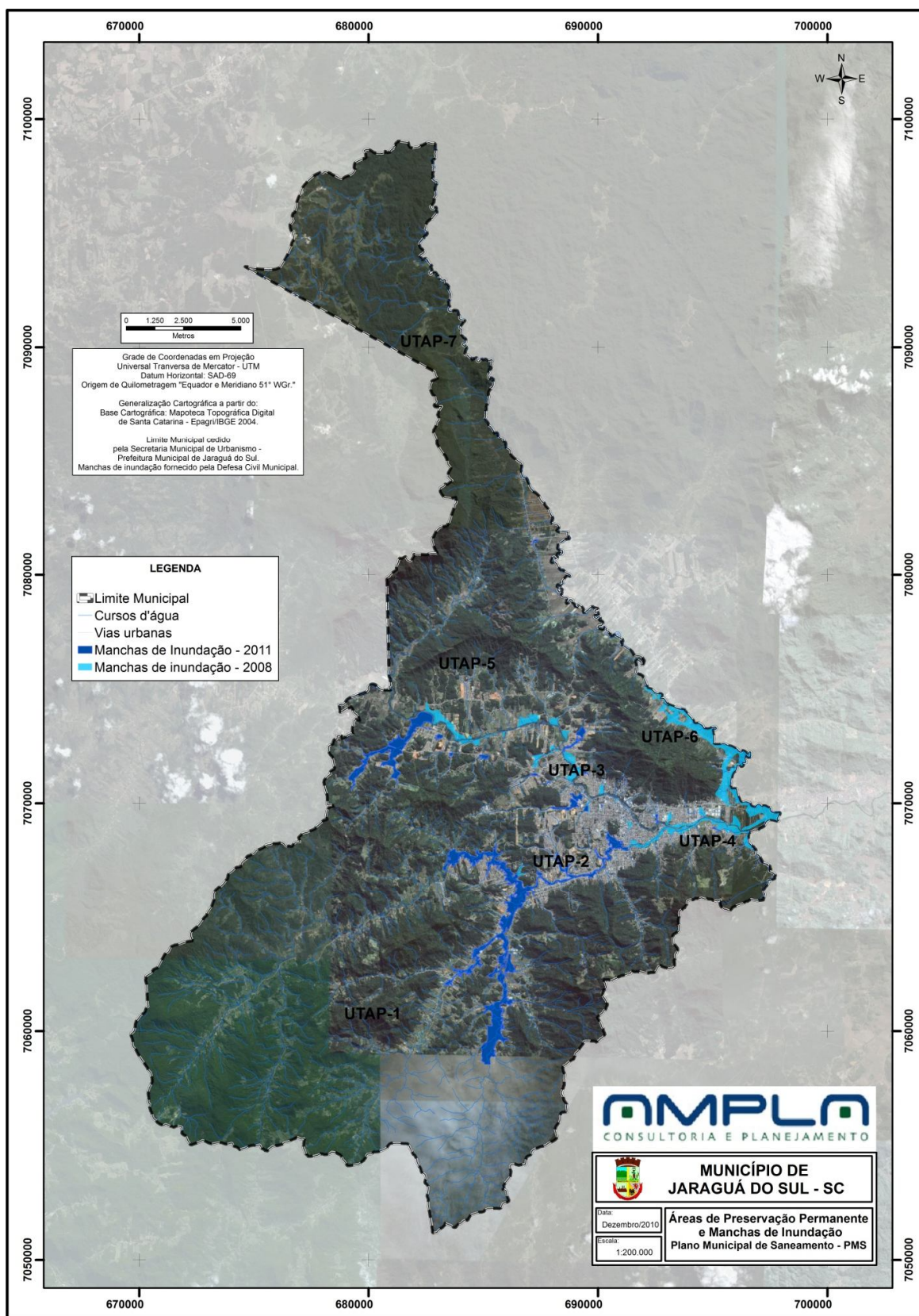


Figura 17: Manchas de inundação e UTAP's (Fonte: Defesa Civil de Jaraguá do Sul)

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 18. A cobertura vegetal das margens dos rios exerce grande influencia nos fenômenos de inundações.

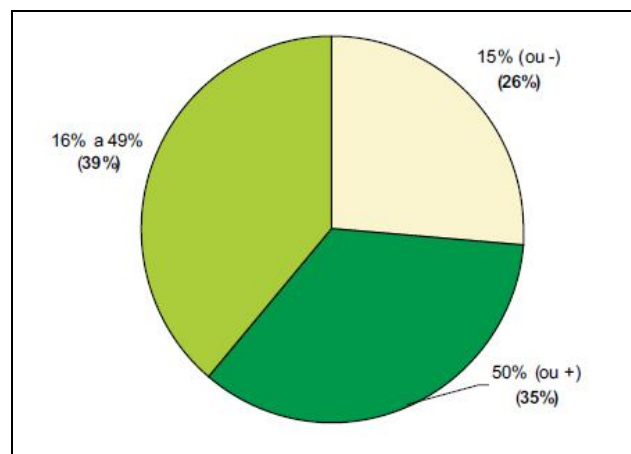


Figura 18: Percentual de mata ciliar nos rios urbanizados de Jaraguá do Sul (Fonte: AMVALI)

O trabalho desenvolvido pela AMVALI buscou realizar 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, desmonstrando, 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 trabalho 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 sobre as fotos 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 Km²) e, embora as ocupações destas áreas se deem 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 19. 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 19: 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 devem funcionar como filtros, retraindo 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 20, 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.

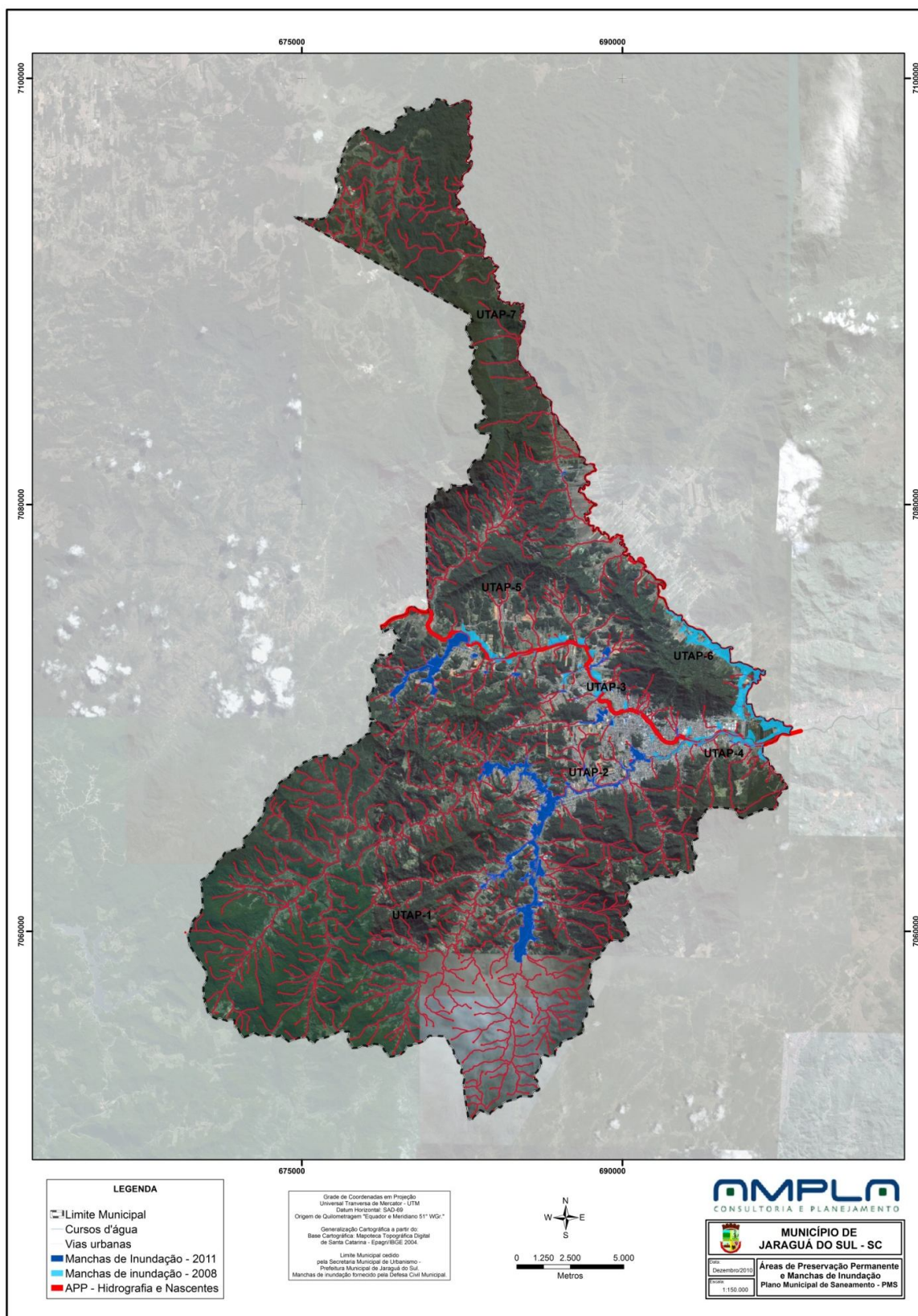


Figura 20: Mapa de inundação e Área de Preservação Permanente (APP) de leito de rio.

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 km², 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 21 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 ²
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	%

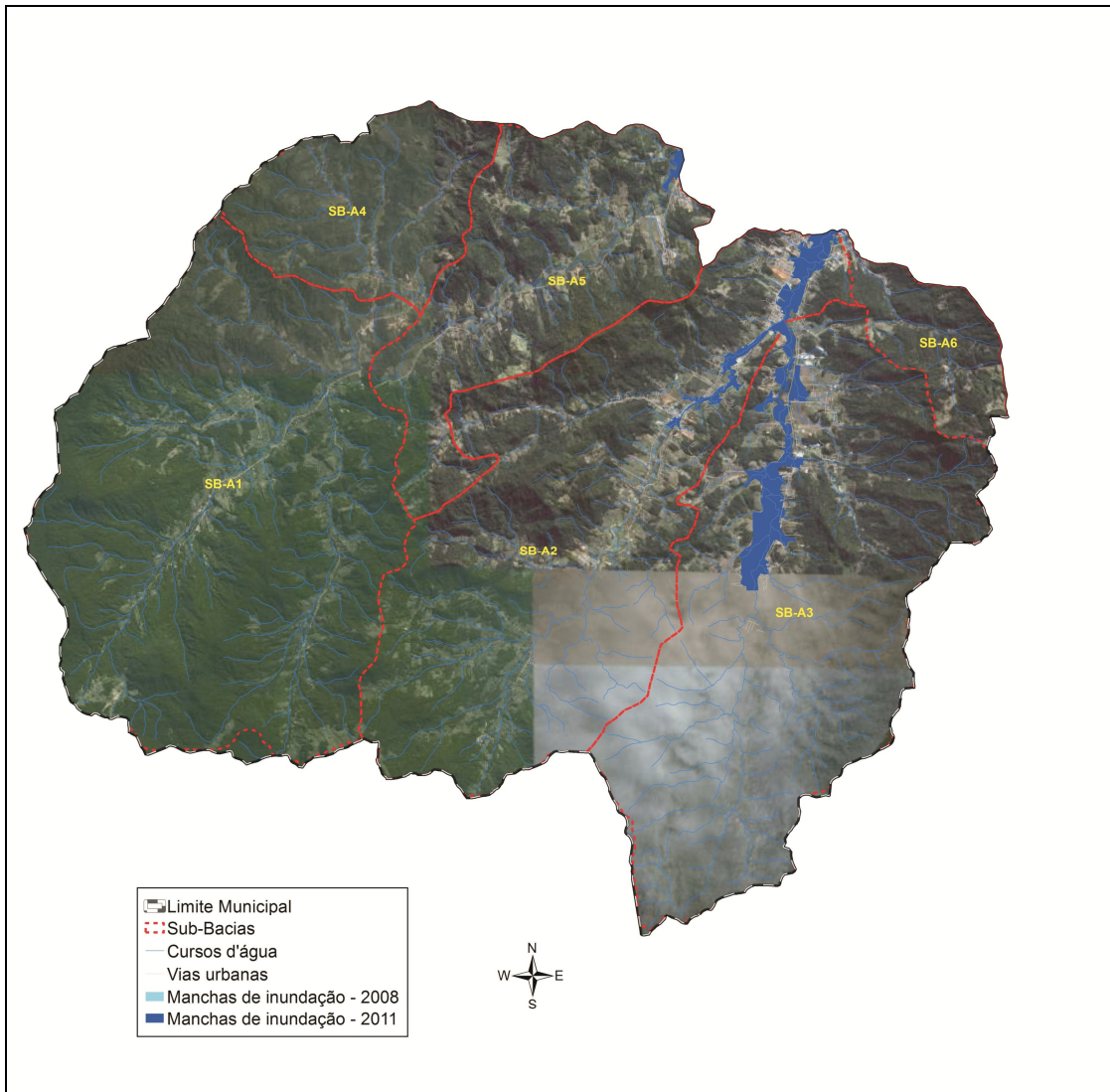


Figura 21: Imagem da UTAP 1.

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



Figura 22: Imagem de satélite da SB-A4 (Fonte: Google Earth).

De acordo com a Figura 23, 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.

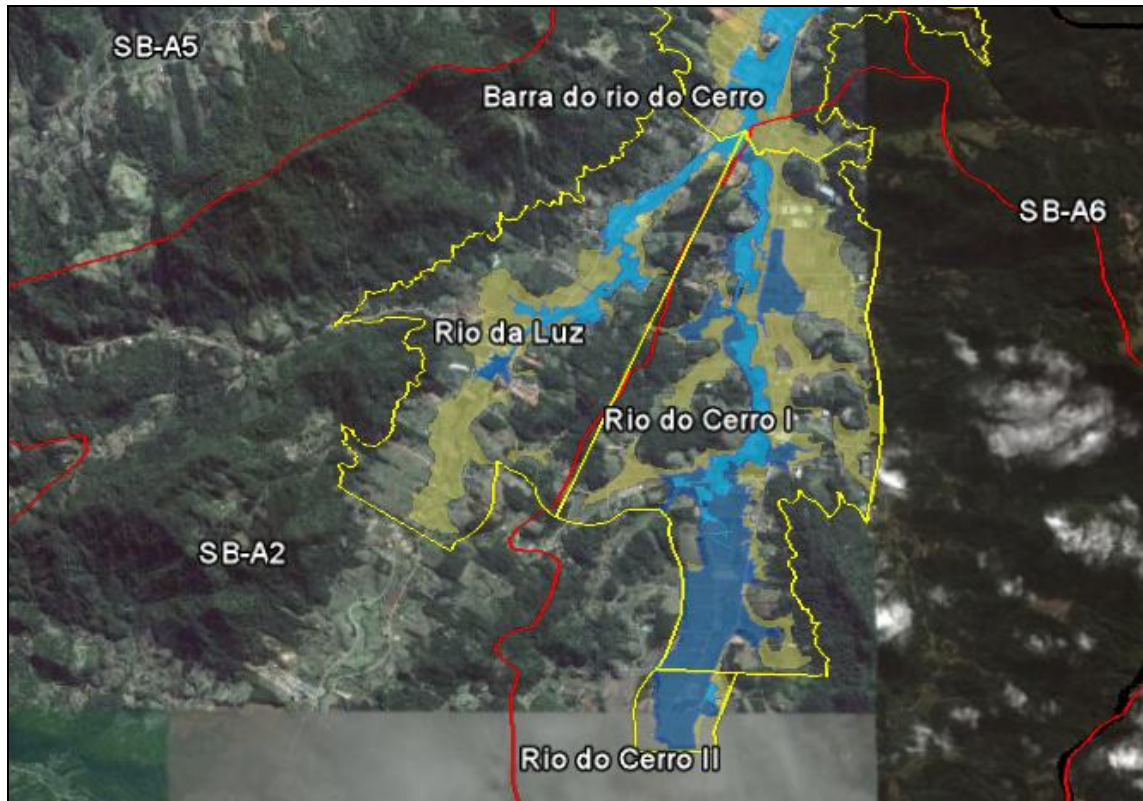


Figura 23: Vista geral da UTAP 1, detalhe: solos aluvionares (amarelo) e manchas de inundação (azul). (Fonte: Google Earth).

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 km², 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 24 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	%

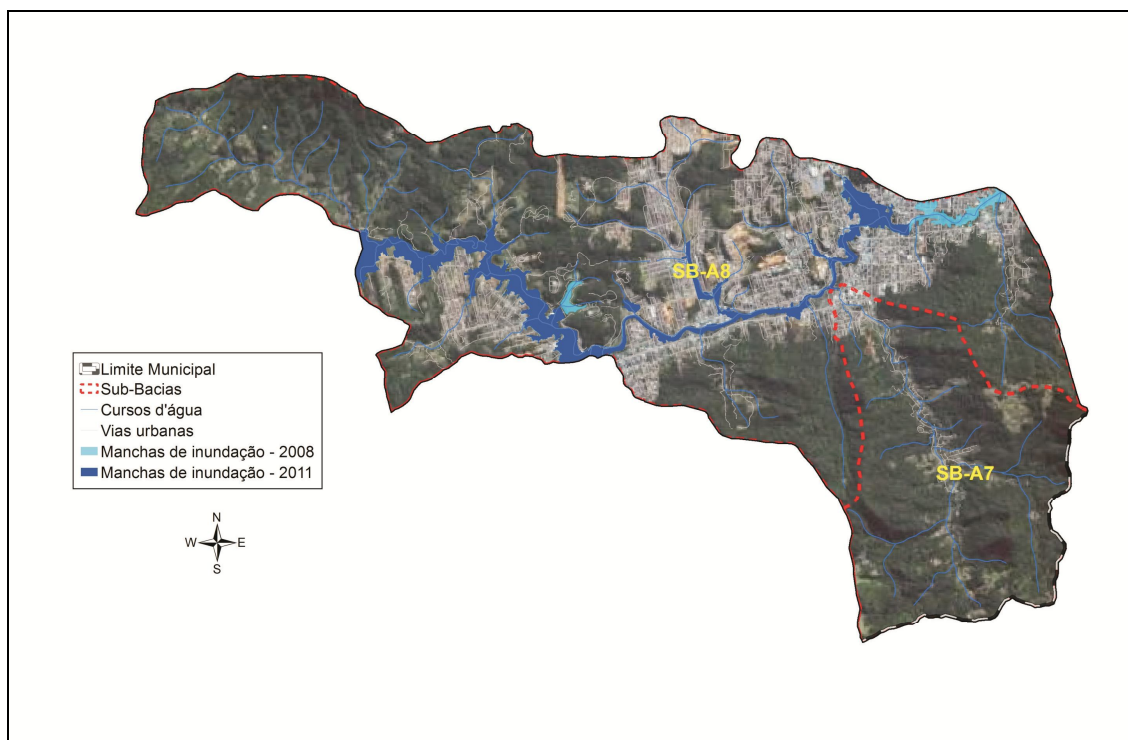


Figura 24: Imagem da UTAP 2.

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 25.



Figura 25: 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 26 pode-se observar os Locais 3 e 4, que foram citados anteriormente no item 3.1.4. Projetos e Obras em Desenvolvimento pela Secretaria de Obras, 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 26: 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.

Noa 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 extravassar levando tudo o que encontra pelo caminho, inclusive desviando leitos de rios. Nas Figuras

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



Figura 27: Bairro Boa Vista, enchente 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 km², 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 28 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	%

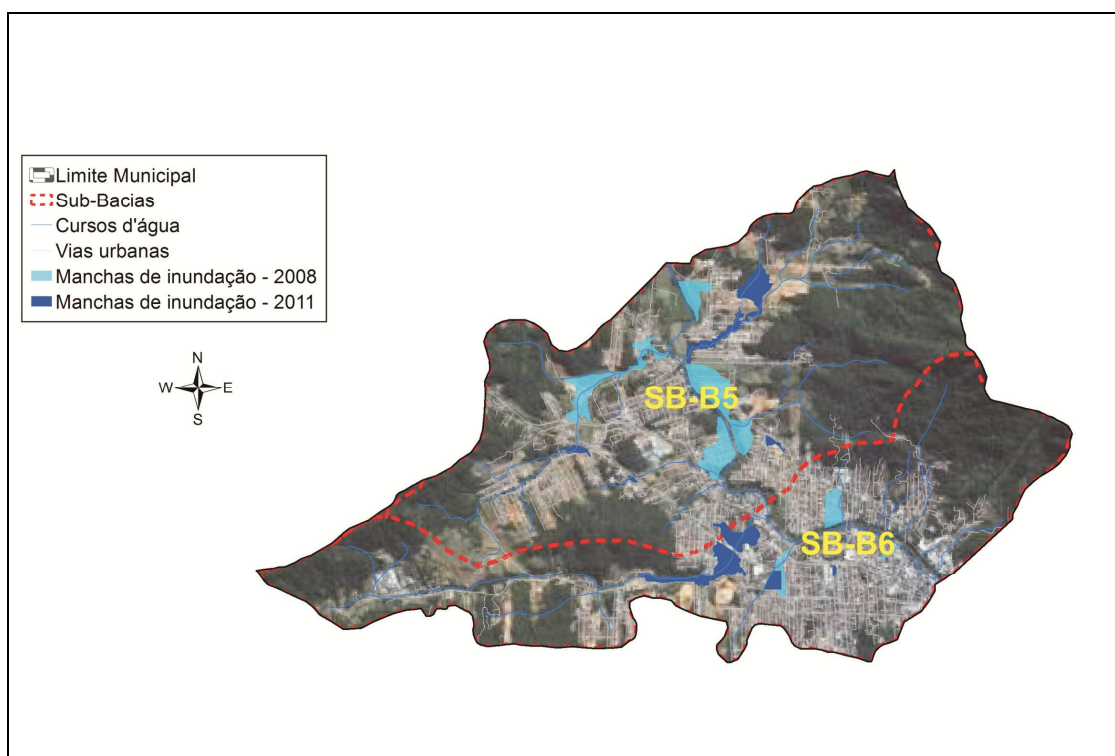


Figura 28: Imagem da UTAP 3.

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 29 pode-se observar os locais onde a Sec. de Obras possui projeto de drenagem, Locais 1 e 5, que foram citados anteriormente no item 3.1.4. Projetos e Obras em Desenvolvimento pela Secretaria de Obras, no bairro Amizade e Água verde/Rau, respectivamente.

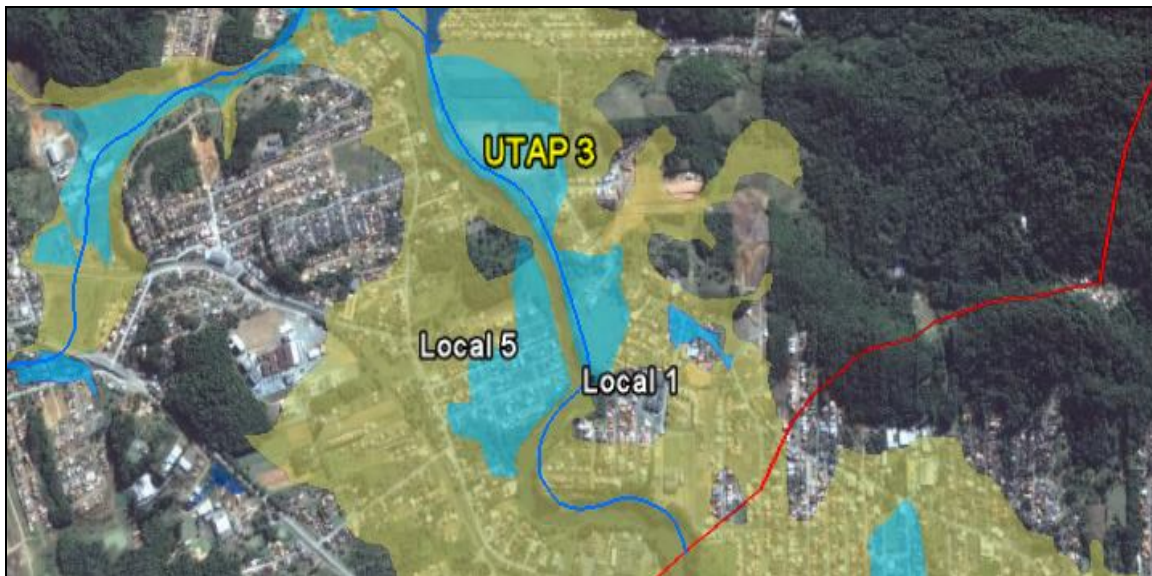


Figura 29: Locais (1 e 5) onde existem projeto de drenagem (Fonte: Google Earth)

Na Figura 30, pode-se observar alguns estragos ocorridos na inundação de janeiro de 2011, no Bairro Amizade.



Figura 30: Praça Martin Lutero, Bairro Amizade, enchente 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 km², 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 31 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 ²
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	%

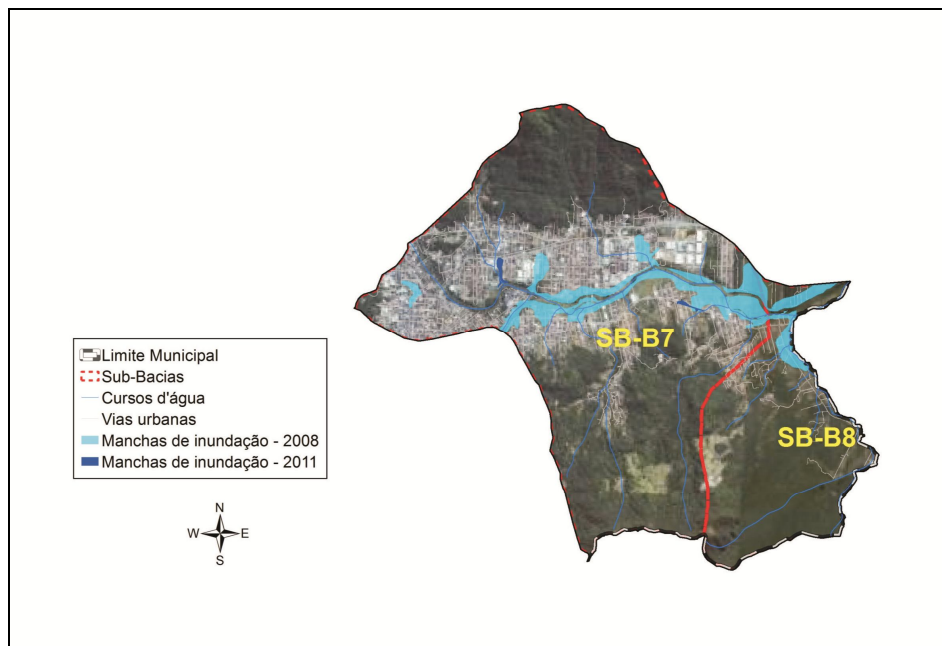


Figura 31: Imagem da UTAP 4.

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 32, a grande área de solos aluvionares e intenso processo de urbanização.

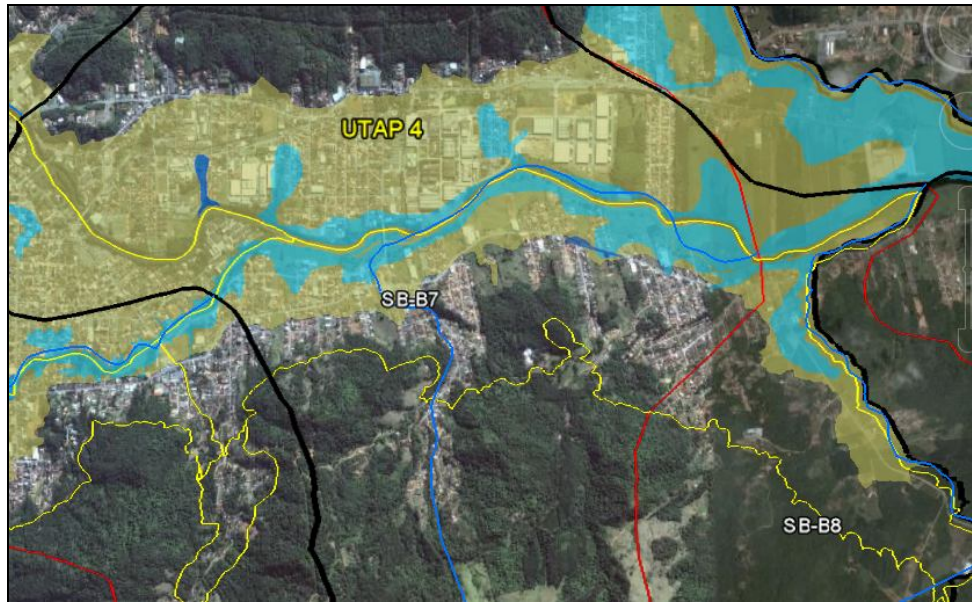


Figura 32: Vista geral da UTAP 4 (Fonte: Google Earth).

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 km², 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 33 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	%
Coefficiente 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	%

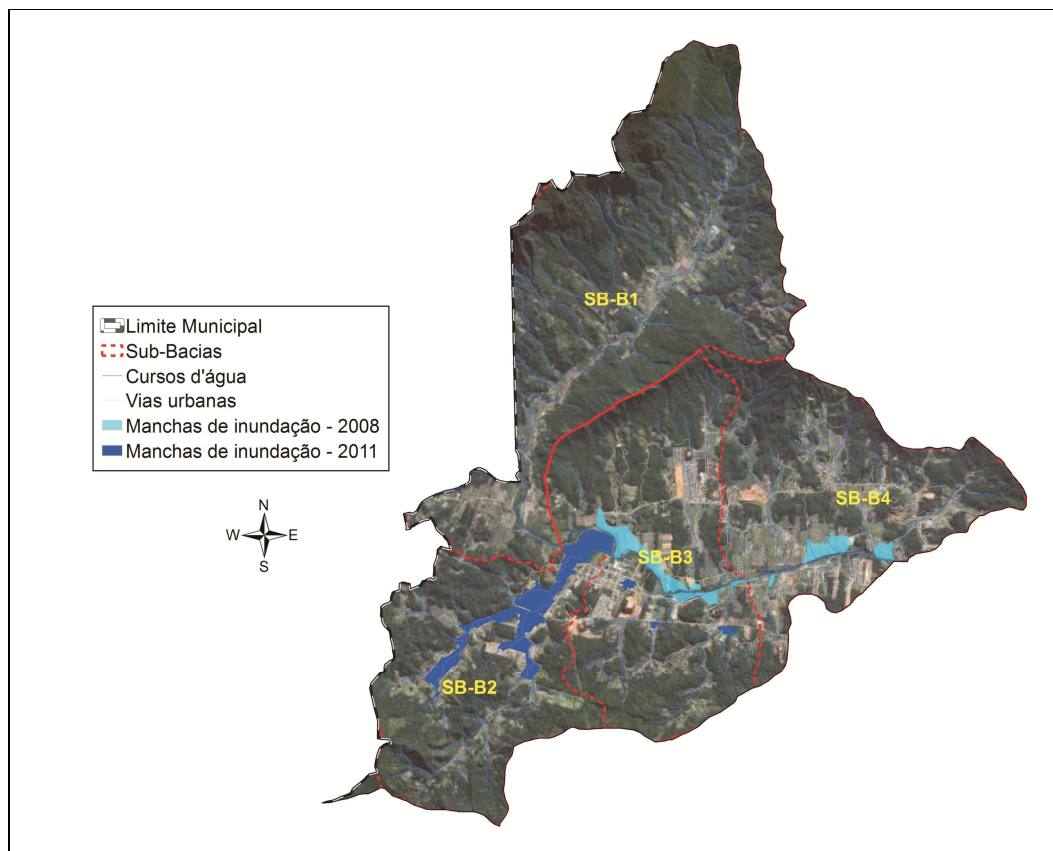


Figura 33: Imagem da UTAP 5.

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

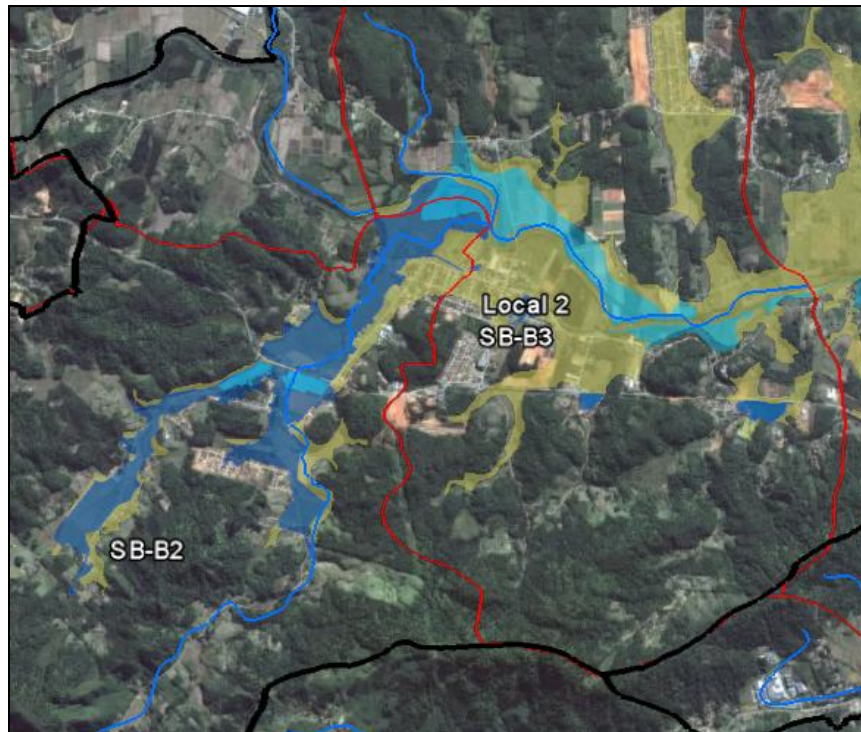


Figura 34: Vista geral da SB-B2 e SB-B3. (Fonte: Google Earth).

3.2.5.6. Análise da UTAP 6

A UTAP 6 possui apenas a sub-bacia SB-C8 sua área é de aproximadamente 18 km², 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 35 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 compactidade – Kc	1,42	
Fator de Forma – Kf	0,219	
Declividade do rio principal (nascente até arroio)	0,247	%

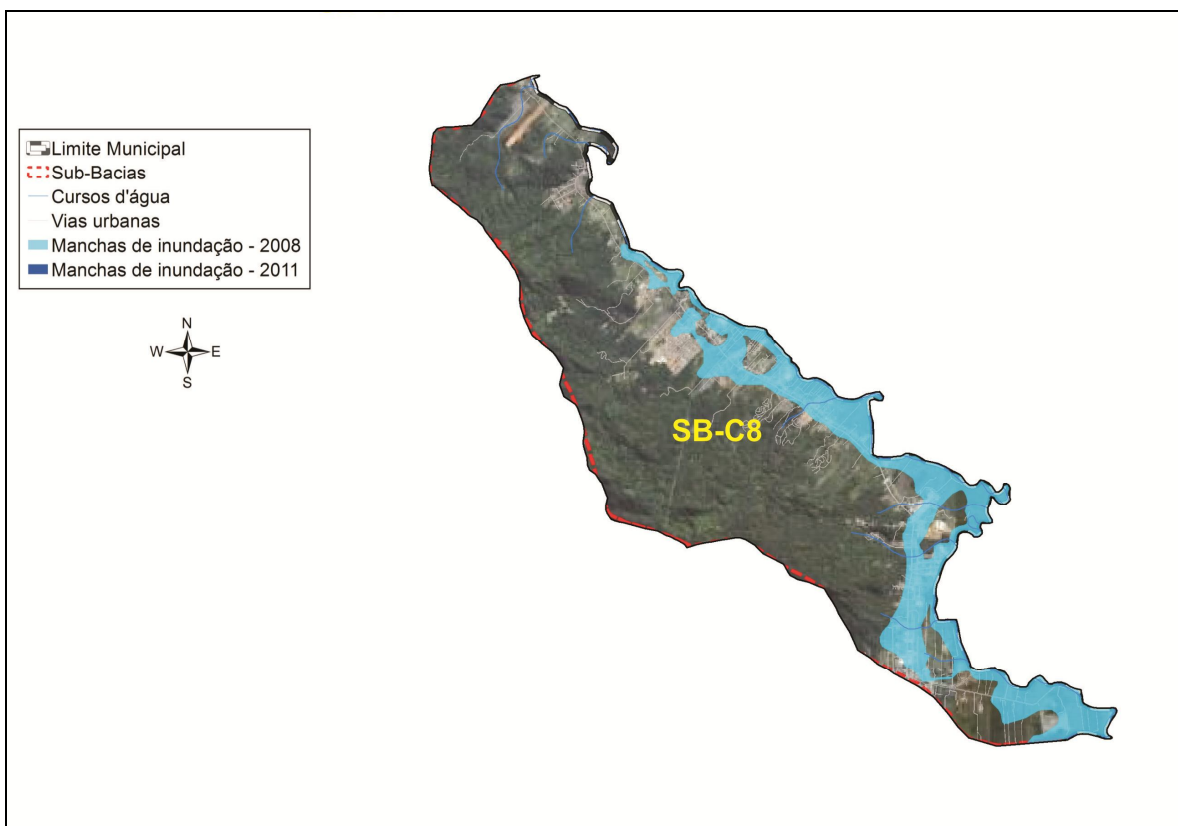


Figura 35: Imagem da UTAP 6.

As inundações mapeadas em 2008 nesta sub-bacia foram ao longo do rio Itapocuzinho, e em solos aluvionares, conforme mostra a Figura 36.

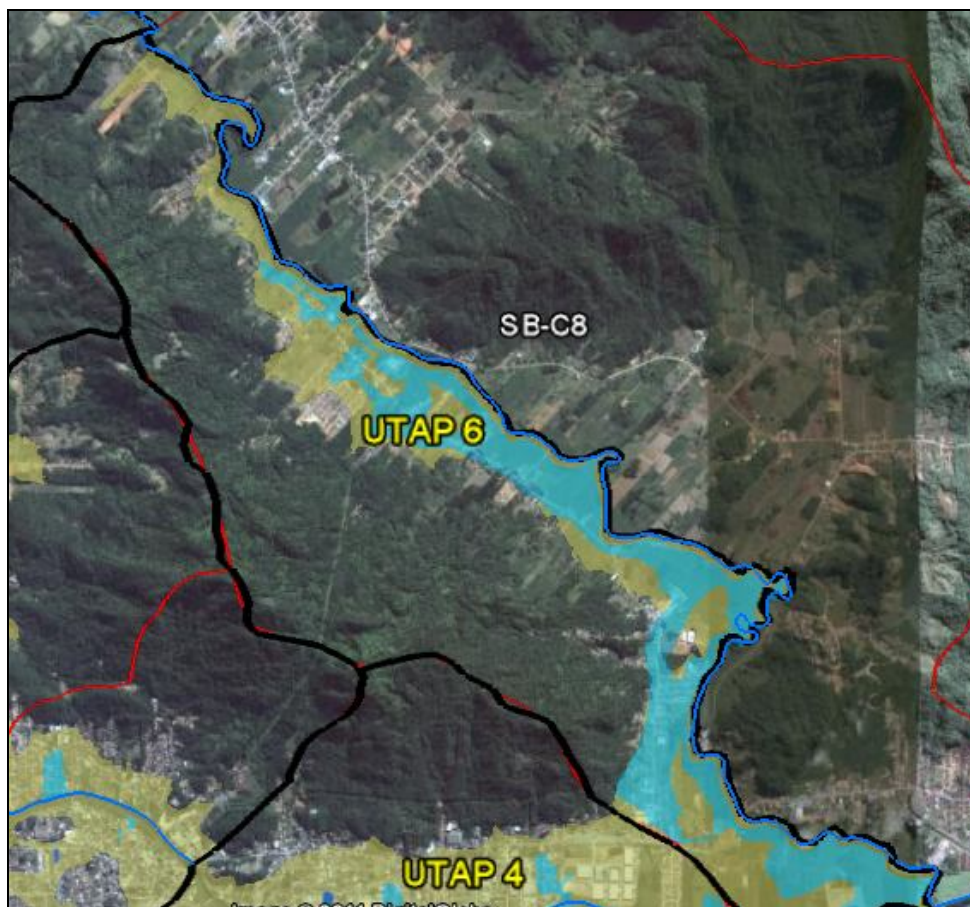


Figura 36: Vista geral da SB-C8 (Fonte: Google Earth).

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 km², 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 37 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	%

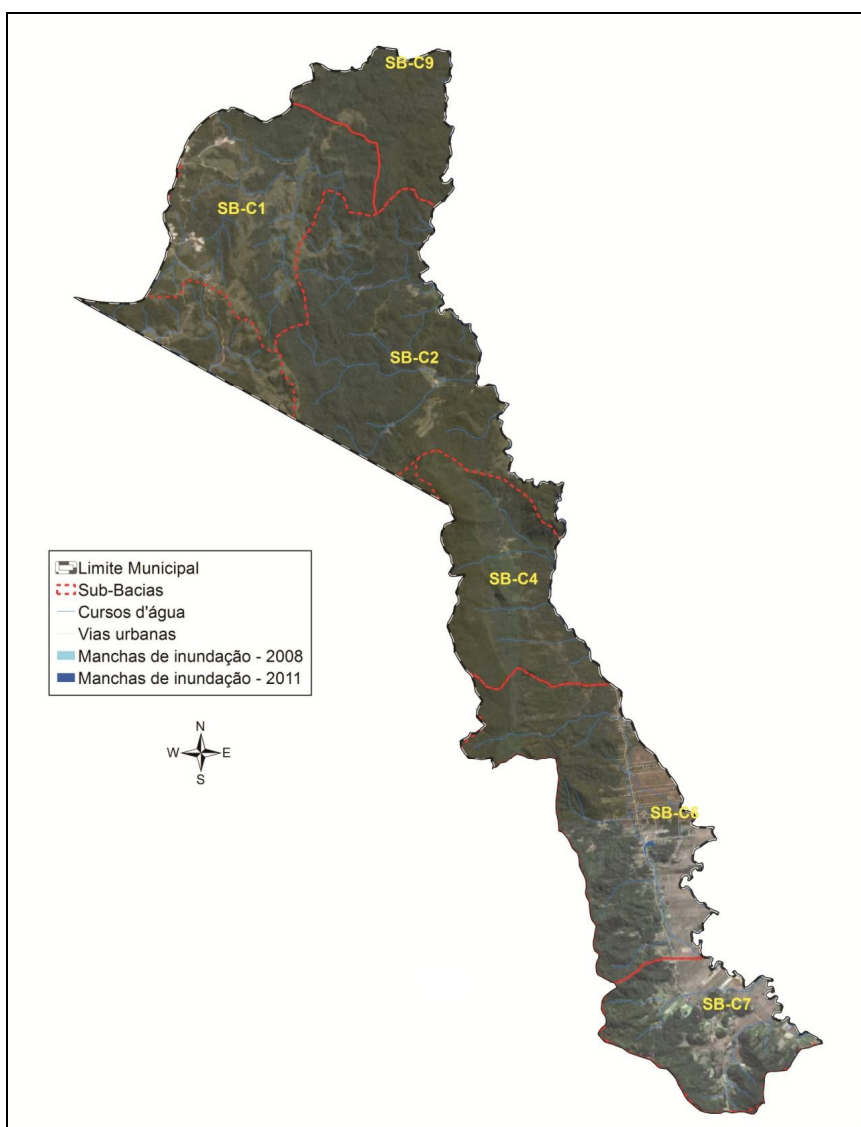


Figura 37: Imagem da UTAP 6.

O único bairro pertencente a esta UTAP encontra-se na sub-bacia SB-C6, o Santa Luzia, conforme apresentado na Figura 38. 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 38: 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 quilômetros, 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
300mm	462,4	6103,1	4304,0	2903,4	384,1	27,1	111,5
400mm	7122,5	60309,4	45328,9	31525,5	15876,6	4598,3	1399,5
600mm	1670,1	14296,9	15188,7	10107,9	1711,4	1310,8	36,4
800mm	1054,2	4461,0	5148,6	3337,3	687,8	471,7	0,0
1000mm	2098,5	9595,3	7696,6	7500,2	2263,9	1738,1	191,9
1200mm	27,6	413,8	1249,2	2516,1	128,0	20,2	0,0
1500mm	599,9	1828,5	2345,8	2174,9	139,4	269,8	0,0
2000mm	0,0	209,9	811,9	472,6	0,0	0,0	0,0
2500mm	0,0	0,0	0,0	0,0	247,3	0,0	0,0
s/dimensão	1395,1	2709,0	3121,9	2551,1	118,5	79,4	0,0
Total por UTAP	14430,3	99926,7	85195,7	63088,9	21556,9	8515,5	1739,4
Extensão total Cadastrada (km)	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	
Caixa de Ligação	1	43	64	65	2	2	0	177
Boca de Lobo	4	676	536	611	15	8	0	1850
Bueiros	667	381	429	424	494	466	141	3002

Na Figura 39 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.

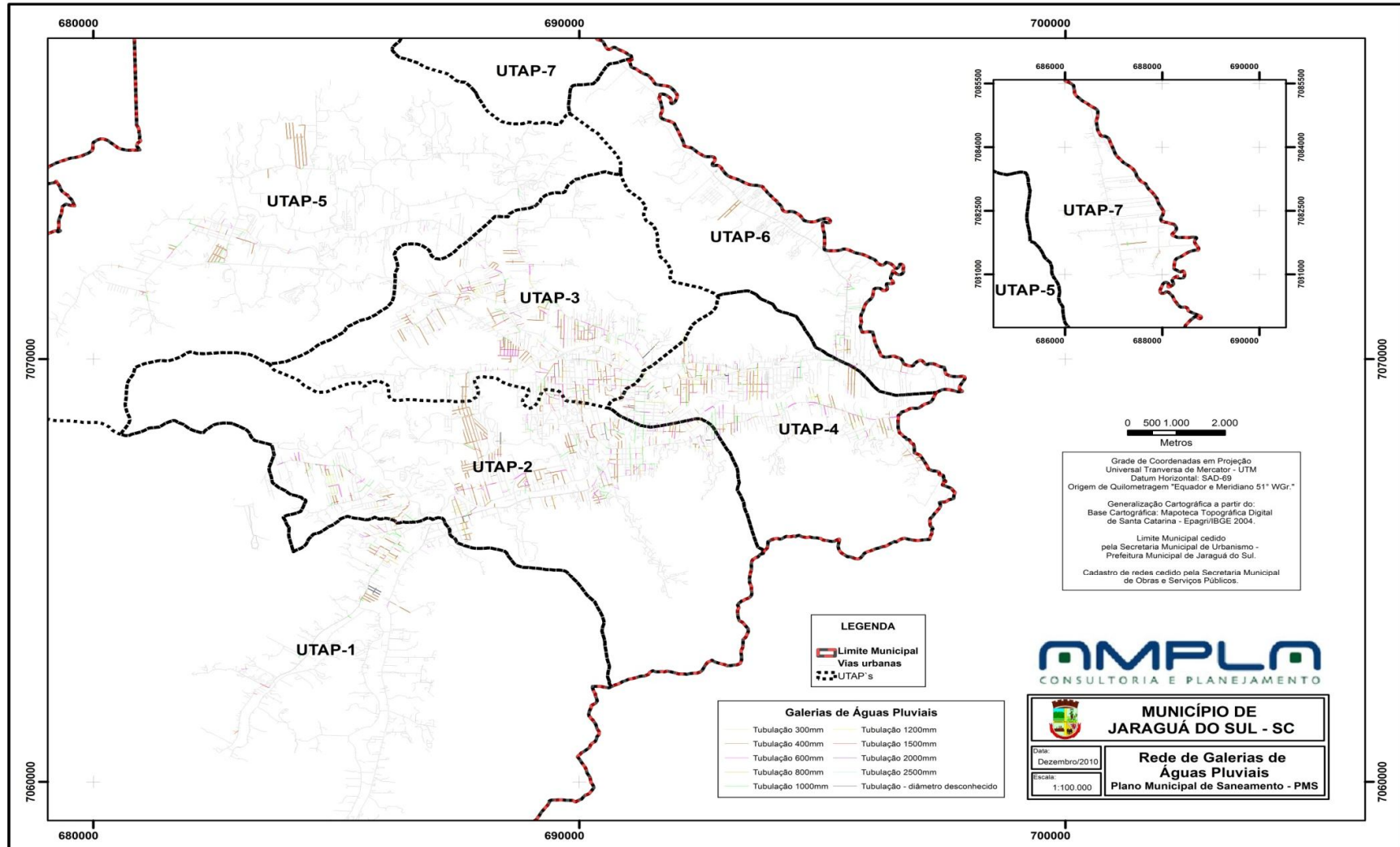


Figura 39: Situação do cadastro atual de microdrenagem urbana.

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, georeferenciadas 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 40 exemplifica este fato, pois para apenas um vetor representativo de uma galeria pluvial, temos acesso a inúmeras outras informações associadas.

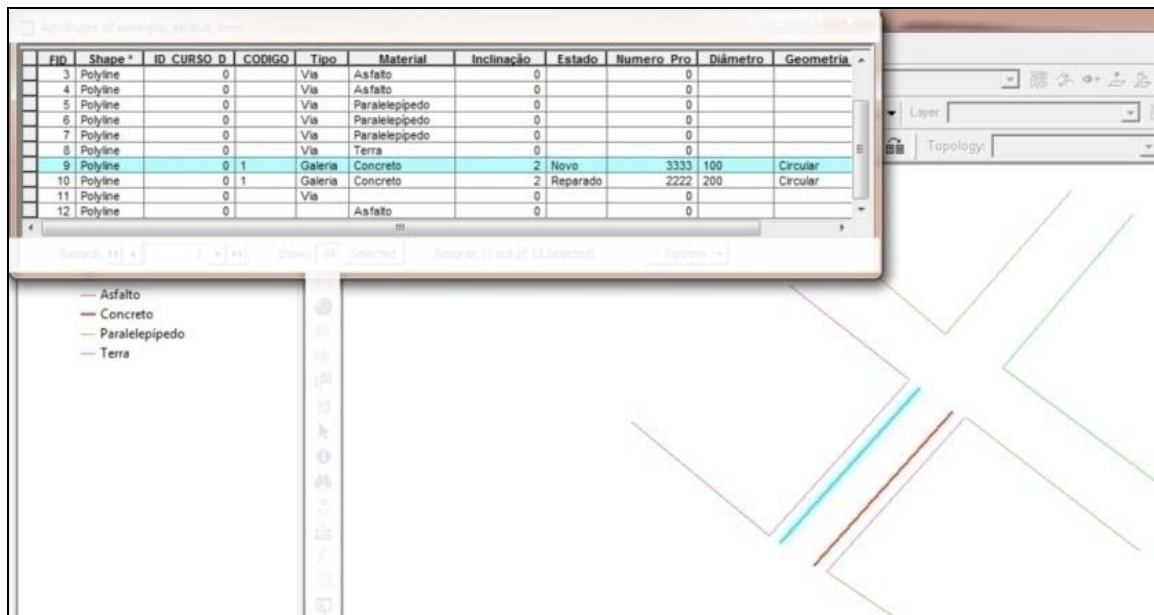


Figura 40: Atributos associados à galeria pluvial.

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 41 pode-se observar o fluxograma da atividade de atualização cadastral.

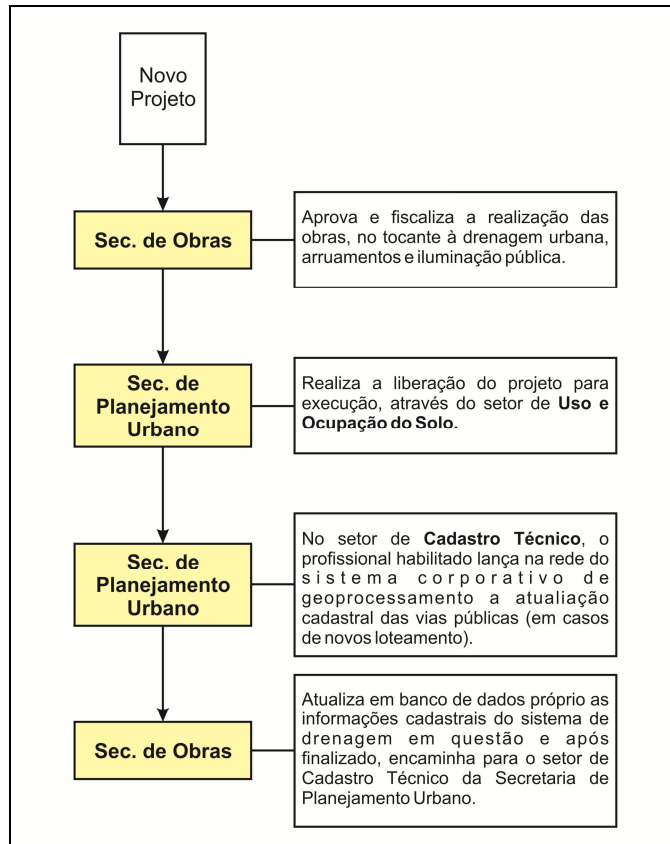


Figura 41: Fluxograma da atividade de atualização cadastral.

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.