

**PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA  
DO  
MUNICÍPIO DE TATUÍ  
RELATÓRIO TÉCNICO FINAL**



**Empreendimento n.º 2013 - SMT - 383**

**Contrato FEHIDRO n.º 154/2014**

**Tomada de Preço n.º 011/2014**



**AGOSTO 2018**



**PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA  
DO  
MUNICÍPIO DE TATUÍ**

---



**RELATÓRIO TÉCNICO R07  
VERSÃO CONSOLIDADA  
DO  
“PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DO MUNICÍPIO  
DE TATUÍ”**





**PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA  
DO  
MUNICÍPIO DE TATUÍ**



**Equipe Técnica**

Gentil Balzan  
*Responsável Técnico*

Márcio Lucio Gonzaga  
*Coordenação Geral*

**Equipe Técnica de Apoio**

Abner Kurt da Silva

Alessandra D. Rasoppi Marassatto

Alisson Kurt da Silva

Clayton Bendo da Silva

Cyntia Goto de Paula

Dagoberto Mariano Cesar

Elisabete R. Pessoa Gonzaga

Felipe Rodrigues Gonzaga

Marcel Rodrigues Gonzaga

Paulo Eduardo Esteves de Camargo

Vanessa Mariano Rosa



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVO.....	1
3. CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO .....	2
3.1. Aspectos Sociais e Econômicos .....	4
3.1.1. Demografia .....	4
3.1.2. Indicadores Sociais.....	6
3.1.3. Economia .....	7
3.1.4. Energia .....	9
3.1.5. Educação .....	11
3.1.6. Saúde .....	12
3.2. Aspectos do Meio Físico Regional .....	13
3.2.1. Aspectos Geológicos .....	13
3.2.1.1. Depósitos Aluviais .....	14
3.2.1.2. Depósitos Coluviais .....	15
3.2.1.3. Grupo São Bento .....	15
3.2.1.4. Formação Serra Geral .....	15
3.2.1.5. Grupo Passa Dois .....	16
3.2.1.6. Formação Corumbataí .....	17
3.2.1.7. Formação Irati .....	17
3.2.1.8. Grupo Tubarão .....	17
3.2.1.9. Formação Tatuí .....	18
3.2.1.10. Subgrupo Itararé .....	19
3.2.2. Aspectos Geomorfológicos .....	19
3.2.2.1. Planícies Aluviais.....	21
3.2.2.2. Colinas Amplas.....	21
3.2.2.3. Colinas Médias .....	21
3.2.2.4. Morrotes Alongados e Espigões .....	22
3.2.3. Aspectos Pedológicos.....	22
3.2.4. Mapa Base Digital.....	25
3.2.5. Mapa de Declividades.....	26
3.2.6. Uso e Ocupação do Solo .....	29
3.2.6.1. Categorias de Uso e Ocupação das Terras.....	32
3.2.6.2. Distribuição das Categorias de Uso e Ocupação das Terras .....	37



**PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA**  
**DO**  
**MUNICÍPIO DE TATUÍ**



3.2.7. Climatologia .....	38
4. ASPECTOS DO SANEAMENTO AMBIENTAL .....	39
4.1. Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário.....	39
4.2. limpeza Urbana e Resíduos Sólidos .....	42
4.3. sistema de Drenagem Urbana .....	42
4.3.1. Demanda .....	42
5. LEVANTAMENTO DO QUADRO JURÍDICO E INSTITUCIONAL E MACROZONEAMENTO .....	47
5.1. Lei Municipal n.º 1.963, de 11 de Outubro de 1988 - Código de Obras.....	47
5.2. Lei Municipal n.º 3.885, de 18 de Outubro de 2006 - Plano Diretor Municipal .....	48
6. CRITÉRIOS BÁSICOS PARA ESTUDOS E PROJETOS DE MACRODRENAGEM.....	50
6.1. Critérios Básicos de Estudos .....	51
7. CRITÉRIOS DE ANÁLISE E ELABORAÇÃO DE PROJETO .....	52
7.1. Objetivos e Princípios .....	52
7.2. Padrões e Critérios de Projeto .....	54
7.3. Vazões de Projeto .....	54
7.4. Restrições de Projeto.....	55
7.4.1. Contribuição ao Canal Principal.....	55
7.4.2. Identificação dos Pontos Baixos .....	55
7.4.3. Obstruções por Pontes .....	56
7.4.4. Travessias de Tubulações e Outros .....	56
7.4.5. Estrangulamento da Calha ou Seção do Canal .....	56
7.4.6. Sistema de Drenagem Lateral .....	57
7.4.7. Benfeitorias e Edificações Importantes.....	57
7.4.8. Restrições à Jusante .....	57
7.5. Principais Dispositivos e Obras Empregados em Drenagem Urbana.....	57
7.5.1. Canais Abertos .....	57
7.5.2. Galerias e Tubulações Fechadas .....	59
7.5.3. Reservatórios de Detenção .....	60
7.6. Aspectos Hidrológicos .....	62
8. ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DO SISTEMA ATUAL DE DRENAGEM DE TATUÍ.....	66
8.1. Sistema de Microdrenagem .....	66
8.1.1. Análise do Desempenho Atual do Sistema de Microdrenagem .....	68
8.1.1.1. Estudos Hidrológicos.....	68
8.1.1.2. Estudos Hidráulicos.....	69





**PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA**  
**DO**  
**MUNICÍPIO DE TATUÍ**



8.1.2. Diagnóstico do Sistema de Microdrenagem .....	71
8.1.3. Levantamento das Áreas de Criticidade .....	77
8.2. Sistema de Macrodrenagem.....	92
8.2.1. Caracterização das Bacias Hidrográficas .....	92
8.2.2. Bacia Hidrográfica do Córrego Manduca (ou Matadouro Velho).....	94
8.2.3. Análise do Desempenho Atual do Sistema de Macrodrenagem .....	100
8.2.3.1. Estudos Hidrológicos .....	100
8.2.3.1.1. Determinação da Curva do Escoamento Superficial (CN) .....	102
8.2.3.1.2. Parâmetros Hidrológicos da Bacia do Córrego Manduca .....	104
8.2.3.1.3. Resultados dos Estudos Hidrológicos .....	105
8.2.3.2. Estudos Hidráulicos .....	106
8.2.4. Diagnóstico do Sistema de Macrodrenagem .....	110
8.2.5. Documentação Fotográfica do Sistema de Macrodrenagem .....	111
9. PROGNÓSTICOS DO SISTEMA DE DRANGEM DE TATUÍ .....	114
9.1. Considerações Iniciais.....	114
9.2. Causas das Enchentes Urbanas.....	115
9.3. Prejuízos Causados por Inundações Urbanas.....	118
10. PLANEJAMENTO DA GESTÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	119
11. MEDIDAS DE CONTROLE DE ENCHENTES.....	120
11.1. Medidas Estruturais .....	121
11.2. Medidas Não Estruturais.....	121
11.3. Técnicas Compensatórias .....	122
12. DIRETRIZES BÁSICAS DE AÇÕES PARA O MUNICÍPIO DE TATUÍ .....	124
12.1. Proposta de Intervenções no Sistema de Macrodrenagem .....	124
12.1.1. Medidas Estruturais .....	125
12.1.1.1. Proposta de Substituição das Travessias Hidraulicamente Insuficientes .....	125
12.1.1.2. Proteção das Margens do Córrego Manduca Contra Erosão .....	128
12.1.2. Medidas Não Estruturais e Técnicas Compensatórias .....	130
12.1.2.1. Proteção da Vegetação Ciliar Remanescente .....	130
12.1.2.2. Medidas de Controle de Poluição dos Corpos D'água.....	133
12.1.3. Ações Sistemáticas.....	133
12.2. Proposta de Intervenções no Sistema de Microdrenagem .....	136
12.2.1. Medidas Estruturais .....	136
12.2.2. Custos e Quantitativos das Medidas Estruturais de Microdrenagem.....	141
12.2.3. Medidas Não Estruturais.....	142





**PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA**  
**DO**  
**MUNICÍPIO DE TATUÍ**



12.2.3.1. Programas de Educação Ambiental.....	143
12.2.3.2. Sistemas Descentralizados de Tratamento de Esgoto Doméstico.....	143
12.2.3.3. Regulamentação do Uso e Ocupação do Solo para Novas Edificações.....	143
12.2.4. Técnicas Compensatórias .....	144
12.2.4.1. Coleta e Armazenamento de Águas Pluviais em Escala Residencial .....	144
12.2.4.2. Incentivo ao Uso de Pavimentos Permeáveis.....	145
12.2.4.3. Trincheiras de Infiltração.....	148
12.3. Programas Complementares .....	149
12.3.1. Programa de Manutenção e Drenagem.....	149
12.3.2. Programa de Complementação do Cadastro do Sistema de Micro e Macrodrenagem.....	149
12.4. Plano Municipal de Drenagem .....	150
12.4.1. Objetivos e Prioridades do Plano Diretor de Drenagem .....	150
13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	155
ANEXO I - DIRETRIZES PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS DE MICRO E MACRODRENAGEM .....	158



## SUMÁRIO DE FIGURAS, FOTOS, GRÁFICOS E QUADROS

### FIGURAS

Figura 01 - Localização do Município de Tatuí na Bacia Hidrográfica dos Rios Sorocaba e Médio Tietê - CBH / SMT .....	2
Figura 02 - Localização do Município de Tatuí no Estado .....	3
Figura 03 - Imagem Via Satélite do Município de Tatuí .....	3
Figura 04 - Mapa geológico do município de Tatuí .....	14
Figura 05 - Geomorfologia regional no entorno do Município de Tatuí .....	20
Figura 06 - Mapa Pedológico do Município de Tatuí .....	23
Figura 07 - Base Cartográfica Planialtimétrica e Hidrográfica do Município de Tatuí. ....	26
Figura 08 - Mapa de Declividades Município de Tatuí .....	27
Figura 09 - Mapa de Uso e Ocupação das Terras do Município de Tatuí, a partir de imagens Landsat-5/TM e CBERS-2/CCD, cenas de 2011.....	31
Figura 10 - Delimitação das Sub-Bacias de Microdrenagem sobre Mancha de Inundação no Jardim Santa Emília.....	73
Figura 11 - Delimitação das Sub-Bacias de Microdrenagem sobre Mancha de Inundação na Região Central, Próxima à Área de Várzea do Ribeirão Manduca .....	74
Figura 12 - Delimitação das Sub-Bacias de Microdrenagem sobre Mancha de Inundação na Região Central.....	75
Figura 13 - Delimitação das Sub-Bacias de Microdrenagem sobre Mancha de Inundação na Vila Santa Elena .....	76
Figura 14 - Delimitação das Sub-Bacias de Microdrenagem sobre Mancha de Inundação nas Imediações da Av. Coronel Firmo de Camargo, na Região entre Jardim São Paulo e Vila Minguini. ....	77
Figura 15 - Mapa das Principais Bacias Hidrográficas do Município de Tatuí .....	93
Figura 16 - Bacia Hidrográfica do Córrego Manduca.....	95
Figura 17 - Bacia Hidrográfica do Córrego Manduca - Uso Do Solo .....	96
Figura 18 - Imagem da Bacia Hidrográfica do Córrego Manduca .....	97
Figura 19 - Imagem das Travessias do Córrego Manduca .....	99
Figura 20 - Subdivisões da Bacia Hidrográfica do Córrego Manduca de Acordo com as Travessias Existentes .....	107
Figura 21 - Caminhos da Água de Chuva em um Ambiente Urbanizado.....	115
Figura 22 - Exemplo de Ocupações em Área de Várzea.....	116
Figura 23 - Aplicação de Grama Armada em Talude.....	129
Figura 24 - À Imagem 01, Zona Urbana de Tatuí em 2006. À Imagem 02, Zona Urbana de Tatuí em 2017 .....	131
Figura 25 - Mini cisterna Urbana Residencial .....	145

Figura 26 - Pavimento de Bloquetes, Intertravados sem Rejunte com Blocos de Concreto Vazados Permeáveis .....	148
Figura 27 - Trincheira de Infiltração .....	149

**FOTOS**

Foto 01 - Vista de porção de terreno coberta por Mata no Município .....	33
Foto 02 - Outra vista de porção de terreno coberta por Mata .....	33
Foto 03 - Vista de área de pastagem associada a manchas de "Mata" .....	34
Foto 04 - Vista de área de pastagem associada a manchas de "Mata" e ao fundo culturas e reflorestamento .....	34
Foto 05 - Vista de área de reflorestamento com pinus para exploração comercial .....	35
Foto 06 - Vista de plantação de Laranja, no Município de Tatuí SP .....	35
Foto 07 - Vista de plantação de Cana de Açúcar, no Município de Tatuí SP .....	35
Foto 08 - Vista de plantação de Feijão, no Município de Tatuí .....	36
Foto 09 - Vista da ocupação urbana do Município de Tatuí em meio manchas de árvores	36
Foto 10 - Vista de lago existente, no Município de Tatuí .....	37
Foto 11 - Vista de uma represa, Município de Tatuí .....	37
Foto 12 - Alagamento de Residências na Rua Ind. Camilo Vanni, Jardim Palmira .....	43
Foto 13 - Alagamento de residências na Rua Ind. Camilo Vanni, Jardim Palmira, vista frontal da residência .....	43
Foto 14 - Centro, Rua XI de Agosto, alagamento de residência .....	43
Foto 15 - Transbordamento do Ribeirão Manduca (principal 'Córrego' que corta a cidade, causando inúmeros alagamentos) .....	43
Foto 16 - Alagamento da Marginal Manduca, causado pelo transbordamento Ribeirão Manduca, e ainda com o agravante de receber fortes enxurradas do Centro do Município, vindas das ruas Santo Antonio, Tamandaré, 07 de Abril e Mal. Deodoro da Fonseca .....	44
Foto 17 - Bairro Boqueirão/Curtume: Foto do interior de uma das residências alagadas em Dezembro de 2010; Perda total dos móveis e bens de 06 (seis) residências .....	44
Foto 18 - Jardim Tomaz Guedes; Alagamento causado pelo transbordamento do Rio Tatuí .....	44
Foto 19 - Bairro Boqueirão/Curtume: Máquinas trabalhando para a desobstrução da tubulação que causou o alagamento das 06 residências .....	44
Foto 20 - Bairro Boqueirão: Vista da área alagada .....	45
Foto 21 - Marginal Manduca, Rua Terezinha J. P. Camargo .....	45
Foto 22 - Marginal Manduca, Rua Santo Antônio até a Rua Tamandaré. ....	45
Foto 23 - Marginal Manduca, outra visão: Rua Santo Antônio com a Tamandaré .....	45
Foto 24 - Córrego da Ponte Preta: Erosão atingindo uma residência, fundo da Rua	

Florindo Antunes Machado, Vila Esperança .....	46
Foto 25 - Marginal do Manduca, Ponte da Rua José Bonifácio.. ..	46
Foto 26 - Marginal do Manduca: Forte erosão atingindo uma das residências da Rua São Martinho .....	46
Foto 27 - Centro, Rua XI de Agosto, próximo à firma Apllauso Veículos: Imensa cratera, gerada pelas fortes enxurradas e deficiência de drenagem das águas pluviais .....	46
Foto 28 - Travessia da Rua Benedito Faustino da Rosa sobre o Córrego do Manduca ....	78
Foto 29 - Vista geral da Rua Dr. Olávo Ribeiro de Souza seguindo paralelamente ao Córrego do Manduca.....	78
Foto 30 - Vista geral das ruas Benedito Faustino Rosa e Dr. Francisco de Camargo Penteado. Nota-se o pavimento deteriorado pelo acúmulo de água .....	78
Foto 31 - Vista geral da Rua Benedito Faustino Rosa na embocadura Rua Lázaro J.S de Almeida .....	79
Foto 32 - Vista geral da Rua Benedito Faustino Rosa. Ao fundo a Rua Mamede José Coelho, que atua como divisor da área.. ..	79
Foto 33 - Vista geral do prédio da APAE.....	79
Foto 34 - Vista geral da Rua Juvenal de Campos .....	80
Foto 35 - Vista geral do Cruzamento da Rua Juvenal de Campos e Teófilo Andrade Gama .....	80
Foto 36 - Vista geral da Praça Anita Costa.....	80
Foto 37 - Vista geral do Cruzamento da Rua Santa Cruz e Teófilo Andrade Gama.....	81
Foto 38 - Vista geral da Rua Teófilo Andrade Gama .....	81
Foto 39 - Vista geral da Rua Quinze de Novembro .....	81
Foto 40 - Vista geral da Rua Quinze de Novembro no sentido do Mercado Municipal.....	81
Foto 41 - Vista geral do trecho final da Rua Tamandaré na travessia do Córrego do Manduca .....	82
Foto 42 - Vista em detalhe da travessia da Rua Tamandaré na travessia do Córrego do Manduca .....	82
Foto 43 - Vista geral da Rua Coronel Lúcio Seabra....	82
Foto 44 - Vista em detalhe da travessia da Rua Tamandaré na travessia do Córrego do Manduca, no cruzamento das vias Otávio de Moraes e São Manuel .....	83
Foto 45 - Vista geral da Rua Otávio de Moraes.....	83
Foto 46 - Vista geral da crista do talude rompido .....	84
Foto 47 - Vista geral do talude com paliçadas rompidas .....	84
Foto 48 - Vista geral do talude rompido .....	84
Foto 49 - Vista geral do talude rompido. Nota-se que apesar de nem todo o talude haver desmoronado, as paliças restantes já demonstra sinais de movimentação e desgaste ....	84
Foto 50 - Vista lateral da travessia da Rua Natalino Turriano.....	85



Foto 51 - Vista frontal da travessia da Rua Natalino Turriano. Nota-se grande quantidade de resíduos e turbidez pelo lançamento inadequado de esgoto.....	85
Foto 52 - Vista frontal da travessia da Rua Antônio Pereira Fiuz.....	86
Foto 53 - Trecho do Canal do Córrego da Ponte Preta. Em detalhe emissário de esgoto em ferro-fundido .....	86
Foto 54 - Vista geral da Rua Osvaldo Oliveira Porciúncula .....	87
Foto 55 - Vista geral da Rua Alfonso Lencione.....	87
Foto 56 - Processo erosivo às margens do Córrego da Ponte Preta.....	87
Foto 57 - Vista Geral Do Cruzamento Entre As Ruas Laurindo Marquês E Joaquim Lourenço .....	88
Foto 58 - Vista Geral da Rua Joaquim Lourenço.....	88
Foto 59 - Vista Geral da Rua José Marquês.....	88
Foto 60 - Ponto de Lançamento de Galeria de Águas Pluviais. Identificado Assoreamento das Tubulações. Local: Endereço: Rua José Picchi. Coordenadas Geográficas: UTM 7.418.155 S; 215.600 E .....	89
Foto 61 - Boca de Lobo Dupla Existente. Local: Rua Isabel Lobo Martins. Coordenadas Geográficas: UTM 7.420.805 S; 212.472 E .....	89
Foto 62 - Boca de Leão Dupla Existente. Identificado Assoreamento do Dispositivo de Captação. Local: Rua José Orsi. Coordenadas Geográficas: UTM 7.417.575 S; 206.893 E.....	89
Foto 63 - Boca de Leão Simples Existente. Local: Rua José Orsi. Coordenadas Geográficas: UTM 7.417.575 S; 206.893 E .....	89
Foto 64 - Assoreamento no Entorno Da Tubulação De Lançamento De Rede De Águas Pluviais. Local: Rua João Batista Corrêa Campos. Coordenadas Geográficas: UTM 7.415.923 S; 209.441 E .....	90
Foto 065 - Assoreamento Junto Ao Lançamento Das Águas Pluviais. Local: Rua João Batista Corrêa Campos. Coordenadas Geográficas: UTM 7.415.923 S; 209.441 E.....	90
Foto 66 - Avaria Verificada em Boca de Leão Simples Existente. Local: Rua Prof. Oracy Gomes. Coordenadas Geográficas: UTM 7.414.127 S; 209.144 E .....	90
Foto 67 - Dispositivo de Captação de Águas Pluviais Junto à PV Existente. Local: Rua Moreira da Silva. Coordenadas Geográficas: UTM 7.414.121 S; 209.662 E .....	90
Foto 68 - Boca de Leão Dupla Existente. Dispositivo de Captação Completamente Assoreado. Local: Rua Prof. Godói Moreira. Coordenadas Geográficas: UTM 7.415.319 S; 208.212 E .....	91
Foto 69 - Boca de Lobo Simples Existente. Verificado Entupimento do Dispositivo, Devido a Assoreamento por Falta de Limpeza e Desobstrução. Local: Av. Jorn. Júlio de Mesquita Filho. Coordenada Geográfica: UTM 7.415.950 S; 209.939 E.....	91
Foto 70 - Erosão Identificada no Entorno de Tubulação de Lançamento de Águas Pluviais. Local: Rua Joaquim Toni. Coordenadas Geográficas: UTM 7.416.148 S; 209.968 E.....	91
Foto 71 - Contribuição de Águas Pluviais e Esgoto Doméstico em Canal a Céu Aberto.	



Coordenadas Geográficas: UTM 7.414.154 S; 208.607 E.....	91
Foto 72 - Erosão no Entorno de Ramal de Deságue de Águas Pluviais. Local: Rua Saladino Simões de Almeida. Coordenadas Geográficas: UTM 7.412.784 S; 207.753 E	92
Foto 73 - Ponte de Concreto Armado Existente Próximo à Rua Domingos Bassi (Travessia 17). Assoreamento das Margens do Canal. Coordenadas Geográficas: UTM 7.415.930 S; 209.366 E .....	111
Foto 74 - Trecho de Canal com Instabilidade de Talude na Margem Direita do Córrego Manduca. Local: Rua Bento Correia Antunes, Altura do Número 583 (Próximo à Travessia 15). Coordenadas Geográficas: UTM 7.415.818 S; 208.647 E.....	111
Foto 75 - Detalhe da Instabilidade de Talude em Trecho de Canal do Córrego Manduca. Deslizamento de Terra Verificado. Rua Bento Correia Antunes, Altura do Número 230 (Próximo à Travessia 14). Coordenadas Geográficas: UTM 7.415.813 S; 208.569 E.....	111
Foto 76 - Travessia 15 - Rua Capitão Lisboa Recém Implantada. Ponte de Concreto Armado com Muro de Ala e Enrocamento para Dissipação de Energia no Córrego Manduca. Coordenadas Geográficas: UTM 7.415.837 S; 208.651 E.....	112
Foto 77 - Obras de Contenção de Margem do Córrego Manduca - Rua Profa. Maria Aparecida Santi. Detalhe da Chegada de Rede de Microdrenagem. Trecho de Montante da Travessia 16. Coordenadas Geográficas: UTM 7.415.921 S; 208.732 E .....	112
Foto 78 - Obras de Contenção de Margem do Córrego Manduca - Rua Profa. Maria Aparecida Santi. Detalhe da Chegada de Rede de Microdrenagem. Trecho de Montante da Travessia 16. Coordenadas Geográficas: UTM 7.415.921 S; 208.732 E .....	112
Foto 79 - Ponte em Concreto Armado Recém Implantada Sobre o Córrego Manduca e Obras de Reconfiguração do Greide da Via - Rua Profa. Maria Aparecida Santi - Travessia 16. Coordenadas Geográficas: UTM 7.415.894 S; 208.897 E .....	112
Foto 80 - Ponte em Concreto Armado Recém Implantada Sobre o Córrego Manduca - Rua Profa. Maria Aparecida Santi - Travessia 16. Coordenadas Geográficas: UTM 7.415.894 S; 208.897 E .....	113
Foto 81 - Detalhe da Ponte em Concreto Armado Recém Implantada Sobre o Córrego Manduca - Rua Profa. Maria Aparecida Santi - Travessia 16. Verificada a Necessidade de Contenção de Margens. Coordenadas Geográficas: UTM 7.415.894 S; 208.897 E.....	113
Foto 82 - Trecho Canalizado (Canal Aberto em Concreto Armado) à Montante da Bacia do Córrego Manduca, Rua Dr. Olavo Ribeiro de Souza Altura do nº 200, Próximo à Travessia 03. Coordenadas Geográficas: UTM 7.414.633 S; 206.921 E.....	113
Foto 83 - Obras de Implantação de Ponte de Concreto Armado Sobre o Córrego Manduca na Rua Jornalista Julio de Mesquita Filho - Travessia 18. Coordenadas Geográficas: UTM 7.415.993 S; 209.930 E .....	113

## GRÁFICOS

Gráfico 01 - Distribuição Etária da População - (2014).....	4
Gráfico 02 - Distribuição de Rendimentos por Chefe de Família - (2010).....	5
Gráfico 03 - Educação - Taxa de Analfabetismo da População de 15 Anos e Mais - 2010	



- Estadual, Regional e Municipal .....	11
Gráfico 04 - Educação - População de 18 a 24 Anos com Ensino Médio Completo - 2010 - Estadual, Regional e Municipal .....	11
Gráfico 05 - Distribuição das Classes de Declividades no Município de Tatuí .....	29
Gráfico 06 - Distribuições das Categorias de Uso no Município de Tatuí .....	38
Gráfico 07 - Curvas I-D-F Em Função do Período T .....	64
Gráfico 08 - Curvas I-D-F Em Função da Duração .....	65

## QUADROS

Quadro 01 - Índice Paulista De Responsabilidade Social – IPRS - Posição No Estado Em 2008 E 2010 ..	7
Quadro 02 - Distribuição dos Vínculos Empregatícios por Ramo de Atividade (2013) .....	8
Quadro 03 - Características Econômicas do Município de Tatuí... ..	9
Quadro 04 - Município de Tatuí - Receita Municipal - 2007 a 2011.....	9
Quadro 05 - Consumo de Energia Elétrica no Município de Tatuí - 2005 a 2013.....	10
Quadro 06 - Consumo de Energia Elétrica no Estado de São Paulo - 2005 a 2013.....	10
Quadro 07 - Taxas Anuais Médias de Crescimento do Consumo de Energia Elétrica, para o Município de Tatuí e o Estado de São Paulo - Período de 2005 a 2013 .....	10
Quadro 08 - Características da Saúde do Município de Tatuí .....	12
Quadro 09 - Terceiro nível de classificação dos Argissolos Vermelho-Amarelos .....	24
Quadro 10 - Descrição das associações pedológicas que ocorrem no Município de Tatuí.....	24
Quadro 11 - Área (em km <sup>2</sup> e %) ocupado por cada classe de declividade que predominam nas terras do Município de Tatuí .....	29
Quadro 12 - Grupos e Categorias de Uso e Ocupação o Solo e suas Respectivas Áreas	32
Quadro 13 - Temperatura e Pluviosidade do Município de Tatuí .....	39
Quadro 14 - Previsão de máximas intensidades de chuvas, em mm/h .....	63
Quadro 15 - Previsão de máximas alturas de chuvas, em mm/h.....	63
Quadro 16 - Redes de Microdrenagem Cadastradas .....	66
Quadro 17 - Pontos de Lançamento das Galerias de Águas Pluviais Existentes .....	67
Quadro 18 - Verificação do Sistema de Microdrenagem nas Manchas de Inundação .....	70
Quadro 19 - Área das Principais Sub-Bacias Hidrográficas.....	94
Quadro 20 - Usos do Solo na Bacia do Manduca.....	96
Quadro 21 - Características das Travessias do Córrego Manduca .....	98
Quadro 22 - Valores de CN para a Condição de Umidade II em Áreas Urbanas .....	102



**PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA**  
**DO**  
**MUNICÍPIO DE TATUÍ**



Quadro 23 - Valores de CN para a Condição de Umidade II Em Áreas Rurais .....	103
Quadro 24 - Dados Topográficos da Bacia Hidrográfica do Córrego Manduca .....	105
Quadro 25 - Resultados dos Cálculos de Verificação Hidrológica da Bacia Hidrográfica do Córrego Manduca .....	106
Quadro 26 - Cálculos Hidráulicos das Travessias Existentes ao Longo do Córrego Manduca .....	109
Quadro 27 - Resumo das Consequências Hidrológicas da Urbanização .....	117
Quadro 28 - Síntese das Perdas Causadas por Inundações.....	119
Quadro 29 - Travessias Identificadas nos Estudos como Insuficientes Hidraulicamente	126
Quadro 30 - Travessias Propostas - Córrego Manduca .....	126
Quadro 31 - Custos e Quantitativos Macrodrenagem Pluvial .....	127
Quadro 32 - Resumo das Redes de Microdrenagem Propostas .....	136
Quadro 33 - Dimensionamento das Galerias de Águas Pluviais .....	137
Quadro 34 - Custos e Quantitativos Microdrenagem Pluvial Tatuí .....	141



## RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

**Natureza do Trabalho:** Plano Diretor de Drenagem Urbana Município de Tatuí  
**Interessado:** Agente Técnico DAEE / FEHIDRO - Eng.º Marco Antônio Garcia de Almeida.

### 1. INTRODUÇÃO

A TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP, devidamente inscrita no Cadastro Geral de Contribuintes do Ministério da Fazenda CNPJ/MF sob N° 10.245.713/0001-79, com sede na Rua Diogo Ribeiro, n.º 126 - Jardim Virginia Bianca, Capital - São Paulo vencedora do Processo Licitatório Tomada de Preço N.º 011/2014 - Processo N.º 239/2014, apresenta este Relatório Técnico Final - R07, que refere-se a Versão Consolidada do Plano Diretor de Drenagem Urbana Município de Tatuí - SP, referente às atividades previstas no Termo de Referência, do Empreendimento 2013-SMT-383 - Contrato FEHIDRO 154/2014, encaminhada ao Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Sorocaba e Médio Tietê - UGRHI 10.

### 2. OBJETIVO

O Plano Diretor de Drenagem Urbana Município de Tatuí tem como objetivo caracterizar as causas das inundações e definir as diretrizes a serem consideradas na elaboração de medidas, que visem reduzir progressivamente a frequência, intensidade e a gravidade das ocorrências de enchentes.

Os estudos e dados contidos neste Plano Diretor de Drenagem Urbana objetivam formar o conjunto de diretrizes que deverão determinar a gestão do sistema de drenagem e manejo de águas pluviais no município de Tatuí. Sendo assim, ele deve ser o instrumento orientador da gestão de águas pluviais urbanas no contexto do município, orientando intervenções na micro e macrodrenagem, encostas, cabeceiras e áreas de inundação.

O Plano Diretor de Drenagem Urbana, portanto, faz parte das ferramentas de gestão de águas dentro do contexto do município. Esse instrumento é importante para que se possa diagnosticar os problemas relacionados à drenagem urbana e propor soluções a fim de melhorar a qualidade de vida da população e a manutenção dos recursos hídricos

disponíveis.

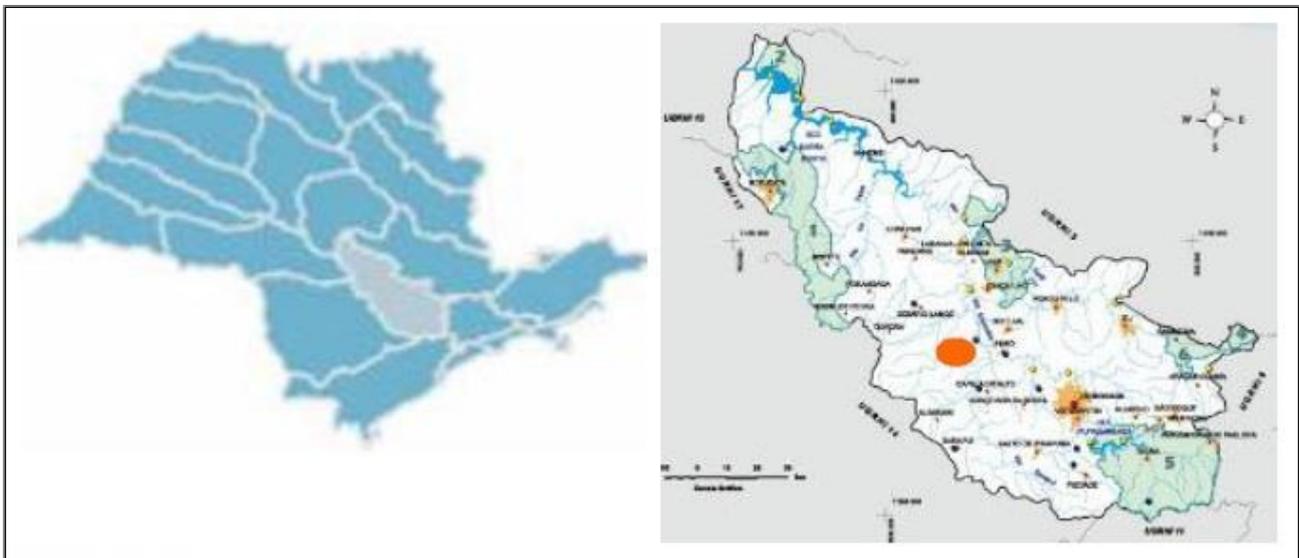
Assim, os objetivos do Plano Diretor de Drenagem Urbana do município de Tatuí consistem principalmente em criar mecanismos de gestão da infraestrutura urbana voltadas para as questões de escoamento superficial e de galerias de águas pluviais.

O foco principal é a melhoria da qualidade de vida da população, garantindo condições melhores de saúde, evitando a veiculação de doenças pela água contaminada; evitar perdas econômicas, riscos ao patrimônio público e privado, além de melhorias no ambiente urbano e nas condições de saneamento. Esses mecanismos incluem medidas estruturais e não estruturais para controle de inundações.

### 3. CARATERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

O Município de Tatuí tem sua sede localizada na Bacia Hidrográfica dos Rios Sorocaba e Médio Tietê - CBH / SMT. A **Figura 01** ilustra a localização da Bacia no Estado de São Paulo e de Tatuí na Bacia.

**Figura 01 - Localização do Município de Tatuí na Bacia Hidrográfica dos Rios Sorocaba e Médio Tietê - CBH / SMT.**



Fonte: SIGRH (2015).

Tatuí é um Município pertencente à Região Sudeste do Estado de São Paulo, sendo sua Região Administrativa de Sorocaba e sua Região de Governo de Itapetininga.

Localiza-se a aproximadamente 131 quilômetros da capital paulista e seus Municípios vizinhos são: Cesário Lange, Cerquilha, Itapetininga, Alambari, Boituva, Iperó e Capela do Alto; e possui uma extensão territorial de 523,75 km<sup>2</sup>, a uma altitude de 645 m.

**Figura 02 - Localização do Município de Tatuí no Estado.**



Fonte: Wikipédia, (2015).

**Figura 03 - Imagem Via Satélite do Município de Tatuí.**



Fonte: Google Earth, (2015).

### 3.1. Aspectos Sociais e Econômicos

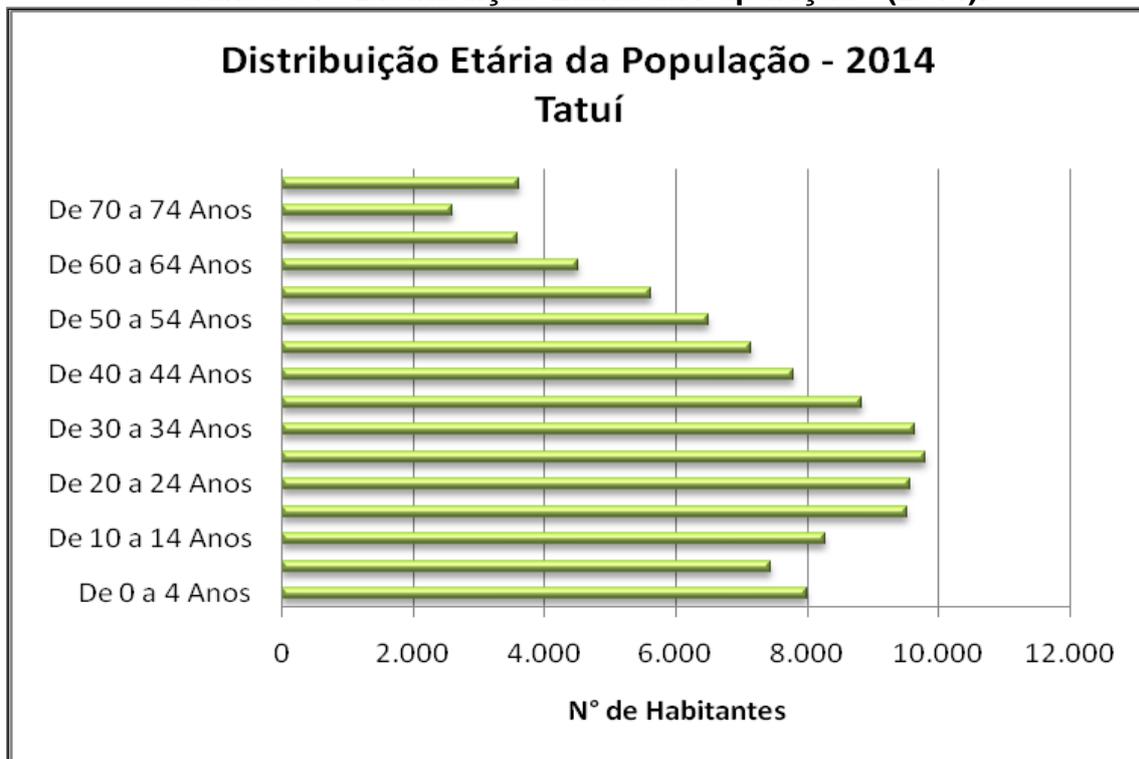
#### 3.1.1. Demografia

A população residente em Tatuí em 2014, segundo a Fundação SEADE é de 112.459 habitantes, sendo 56.970 mulheres e 55.489 homens.

A densidade demográfica em Tatuí é de 214,83 habitantes por km<sup>2</sup> (Fundação SEADE), sendo a ocupação predominantemente urbana.

No **Gráfico 01** pode-se observar a distribuição da população por faixas etárias:

**Gráfico 01 - Distribuição Etária da População - (2014).**



Fonte: Fundação SEADE, 2015.

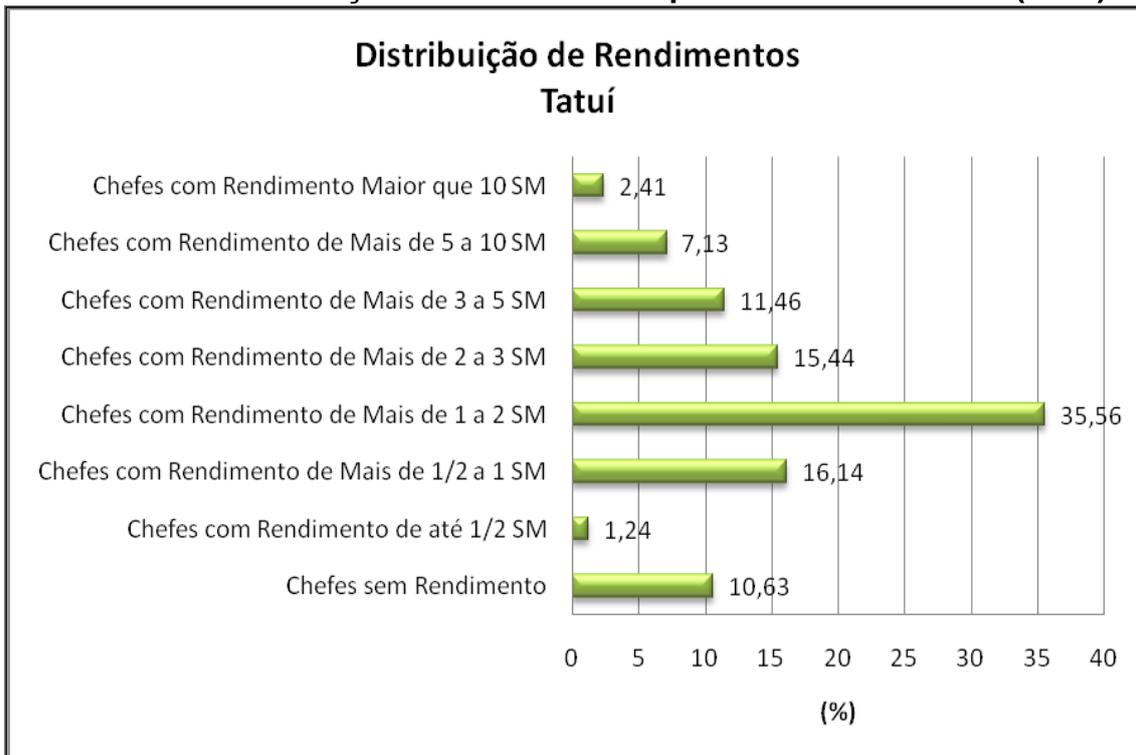
Em relação ao Estado de São Paulo, Tatuí é um município de baixa representatividade populacional (o Estado conta com aproximadamente 43 milhões de habitantes e a capital paulistana com quase 12 milhões); no entanto, para a região a que pertence é Município de porte baixo para médio, no que tange à quantidade populacional.

A população de Tatuí é, predominantemente, urbana (cerca de 96,18%). Quase 57,70% dos tatuienses são adultos (com idade de 20 a 59 anos); em torno de 13,74% da

população encontra-se na faixa de até 9 anos de idade; 15,83%, na faixa dos 10 aos 19 anos; e 12,73%, com 60 anos e mais.

A distribuição do rendimento dos habitantes de Tatuí esta apresentado no **Gráfico 02** com dados para o ano de 2010:

**Gráfico 02 - Distribuição de Rendimentos por Chefe de Família - (2010).**



Fonte: Fundação SEADE, 2015.

Ao lado da baixa idade média da população e das características já expostas, o nível de rendimento da população concentra-se em patamares baixos: quase 67,14% dos tatuienses têm rendimentos acima de 1/2 a 3 salários mínimos, 11,46% entre 3 e 5 SM, 7,13% entre 5 e 10 SM, e apenas 2,41% com mais de 10 SM. O restante da população apresenta-se com rendimentos abaixo de 1/2 salário mínimo, sem rendimentos ou sem declaração.

Em linhas gerais, pode-se destacar como informação relevante, que mais de 79,01% dos habitantes de Tatuí apresenta rendimento abaixo de 3 salários mínimos.

### 3.1.2. Indicadores Sociais

O IPRS (Índice Paulista de Responsabilidade Social) é um indicador de desenvolvimento social e econômico que foi atribuído aos 645 Municípios do Estado de São Paulo, com intuito de reavaliar as políticas públicas já existentes e corrigir os rumos, quando necessário, classificando-os em 5 grupos:

- Grupo 1  
Alta riqueza, alta longevidade e média escolaridade;  
Alta riqueza, alta longevidade e alta escolaridade;  
Alta riqueza, média longevidade e média escolaridade; e  
Alta riqueza, média longevidade e alta escolaridade.
- Grupo 2  
Alta riqueza, baixa longevidade e baixa escolaridade;  
Alta riqueza, baixa longevidade e média escolaridade;  
Alta riqueza, baixa longevidade e alta escolaridade;  
Alta riqueza, média longevidade e baixa escolaridade; e  
Alta riqueza, alta longevidade e baixa escolaridade.
- Grupo 3  
Baixa riqueza, alta longevidade e alta escolaridade;  
Baixa riqueza, alta longevidade e média escolaridade;  
Baixa riqueza, média longevidade e alta escolaridade; e  
Baixa riqueza, média longevidade e média escolaridade.
- Grupo 4  
Baixa riqueza, baixa longevidade e média escolaridade;  
Baixa riqueza, baixa longevidade e alta escolaridade;  
Baixa riqueza, média longevidade e baixa escolaridade; e  
Baixa riqueza, alta longevidade e baixa escolaridade.
- Grupo 5  
Baixa riqueza, baixa longevidade e baixa escolaridade.

Tatuí, que em 2008 pertencia ao Grupo 3, em 2010 foi classificado no Grupo 3, que agrega os municípios com baixos níveis de riqueza e indicadores de longevidade e

escolaridade insatisfatórios, dados apresentado no **Quadro 01**. O município de Tatuí teve em seus indicadores entre 2008 e 2010 uma variação negativa, com os seguintes pontos levantados; no *indicador de riqueza* mesmo somando um ponto a mais com relação ao índice anterior ele ainda se encontra abaixo da média estadual, no *indicador de escolaridade* Tatuí acrescentou pontos no período e está acima da média estadual e no *indicador de longevidade* Tatuí somou pontos no seu escore, mas continua abaixo da média estadual.

**Quadro 01 - Índice Paulista de Responsabilidade Social - IPRS - Posição no Estado em 2008 e 2010.**

Índice Paulista de Responsabilidade Social - IPRS do Município de Tatuí			
Dados	Ano	Município	Estado
Índice Paulista de Responsabilidade Social IPRS – Dimensão Riqueza	2008	36	42
	2010	37	45
Índice Paulista de Responsabilidade Social IPRS – Dimensão Longevidade	2008	65	68
	2010	68	69
Índice Paulista de Responsabilidade Social IPRS – Dimensão Escolaridade	2008	45	40
	2010	53	48
Índice Paulista de Responsabilidade Social IPRS	2008	Grupo 3 - Municípios com nível de riqueza baixo, mas com bons indicadores nas demais dimensões.	
	2010	Grupo 3 - Municípios com nível de riqueza baixo, mas com bons indicadores nas demais dimensões.	

Fonte: Fundação SEADE, 2015.

O IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal) tem como objetivo avaliar o desenvolvimento dos municípios brasileiros, ele adequa a metodologia global do IDH Global ao contexto brasileiro e à disponibilidade de indicadores nacionais.

O IDHM do município de Tatuí foi de 0,752, em 2010, tendo um crescimento de 11,90% com relação ao IDHM de 2000 que foi de 0,672.

O município está situado na faixa de Desenvolvimento Humano Alto (IDHM entre 0,7 e 0,799), ocupando a 508ª posição, em relação aos 5.565 municípios brasileiros.

No período entre 2000 e 2010, o indicador que mais cresceu foi Educação (com crescimento de 0,160), seguida por Longevidade e por Renda.

No período entre 1991 e 2000, o indicador que mais cresceu foi Educação (com crescimento de 0,205), seguida por Longevidade e por Renda.

### 3.1.3. Economia

Dentre as variáveis relativas à atividade econômica de Tatuí, algumas podem ser

destacadas, como: distribuição do pessoal ocupado, consumo de energia, nível de receita municipal e principais atividades econômicas, de modo a permitir a caracterização do Município neste sentido.

Do pessoal ocupado em Tatuí, a distribuição por ramo de atividade se dá de acordo com o **Quadro 02** (dados relativos a 2013).

**Quadro 02 - Distribuição dos Vínculos Empregatícios por Ramo de Atividade (2013).**

Atividade	Município	Estado
Agropecuária (Em %)	4,31	2,39
Indústria (Em %)	33,25	2,15
Construção Civil (Em %)	3,25	5,33
Comércio (Em %)	20,32	19,56
Serviços (Em %)	38,88	52,57

Fonte: Fundação SEADE, 2015.

Tendo em vista conhecer os segmentos econômicos mais representativos do Município, em termos de sua estrutura produtiva e o peso dessa produção no total do Estado, foi realizada uma breve análise comparativa entre as unidades territoriais, privilegiando a participação dos setores econômicos no que tange ao Valor Adicionado Setorial (VA) na totalidade do Produto Interno Bruto (PIB), sua participação no Estado e o PIB *per capita*.

O município de Tatuí é classificado com Perfil Econômico de Serviços, pois tem uma participação de 38,88% (valor que a atividade das empresas de serviços agregam aos bens e serviços consumidos no seu processo produtivo), sendo que o Setor Industrial participa com 33,25% e com menor expressividade, aparece o Setor Construção Civil (3,25%). Sendo assim, Tatuí apresenta tendências semelhantes as da Região Geográfica e do Estado.

No cenário estadual e regional a participação do Setor de Serviços no valor adicionado, é, também, a mais expressiva, seguido do Setor Industrial e, por último Setor Agropecuário, o, dados apresentados no **Quadro 03**.

O PIB *per capita*, que representa o total dos bens e serviços produzidos pelas unidades produtoras, ou seja, a soma dos valores gerados, acrescidos dos impostos, dividido pela população da respectiva agregação geográfica, no município de Tatuí é de R\$ 23.610,37, inferior a Região de Governo (R\$ 25.864,54) e inferior ao Estado (R\$ 33.593,32). Em se tratando da participação do PIB no Estado o município de Tatuí, com 0,184%, demonstra uma participação pouca expressiva em relação aos demais municípios. A Região de Governo participa com 0,871%.

**Quadro 03 - Características Econômicas do Município de Tatuí.**

Dados	Ano	Município	Reg. Gov.	Estado
Participação da Agropecuária no total do valor adicionado (Em %)	2012	1,81	8,75	1,89
Participação da Indústria no total do valor adicionado (Em %)	2012	37,47	38,42	24,99
Participação dos Serviços no total do valor adicionado (Em %)	2012	60,72	52,83	73,12
PIB (Em milhões de reais correntes)	2012	2.592,39	12.273,79	1.408.903,87
PIB per capita (Em reais correntes)	2012	23.610,37	25.864,54	33.593,32
Participação no PIB do Estado (Em %)	2012	0,184	0,871	100,00

Fonte: Fundação SEADE, 2015.

Pode-se observar, segundo dados da Fundação Seade, que a receita do município, 2007 e 2011, também apresentou crescimento. A receita total do município cresceu a uma taxa média de 11,28% a.a., resultado dos seguintes crescimentos dos seus componentes:

- Receita municipal própria: 15,96% a.a.;
- Receita municipal por transferências correntes da União: 6,18% a.a.; e
- Receita municipal corrente: 9,74% a.a.

O **Quadro 04** traz os valores relativos a cada ano do período.

**Quadro 04 - Município de Tatuí – Receita Municipal - 2007 a 2011.**

*(Em reais de 2014)*

	2007	2008	2009	2010	2011
Total da Receita Municipal	R\$ 159.749.500,00	R\$ 207.704.796,00	R\$ 220.770.082,00	R\$ 233.474.838,00	R\$ 240.626.121,00
Total de Receitas Municipais Correntes	R\$ 171.547.233,00	R\$ 196.340.145,00	R\$ 205.043.600,00	R\$ 242.695.397,00	R\$ 246.847.048,00
Total da Receita Municipal por Transferências Correntes da União	R\$ 46.170.594,00	R\$ 51.849.221,00	R\$ 53.203.687,00	R\$ 55.397.506,00	R\$ 58.543.238,00
Total de Receitas Municipais de Capital	R\$ 768.312,00	R\$ 3.264.489,00	R\$ 19.426.288,00	R\$ 3.139.723,00	R\$ 5.781.871,00
Receita Municipal Própria	R\$ 40.193.441,00	R\$ 51.541.766,00	R\$ 50.101.500,00	R\$ 70.155.304,00	R\$ 69.003.258,00

Fonte: Fundação SEADE, 2015.

### 3.1.4. Energia

No transcorrer do século XX, o município de Tatuí apresentou notável aumento no consumo de energia elétrica.

Os **Quadros 05 e 06** permitem a visualização da evolução desse consumo no município de Tatuí e no Estado de São Paulo e a **Quadro 07** mostra a taxa anual média de

crescimento do consumo de energia elétrica no período, para cada um dos subitens (Industrial, Comércio e Serviços, Residencial, Rural, Outros), tanto para Tatuí como para o Estado, de modo a se comparar o comportamento do consumo energético (eletricidade) no Município frente aos dados do Estado.

**Quadro 05 - Consumo de Energia Elétrica no Município de Tatuí - 2005 a 2013.**

(em MWh)

Consumo de Energia Elétrica em Tatuí - 2005 a 2013									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Industrial	141.539	136.226	120.602	131.865	156.808	186.546	191.419	188.495	192.307
Comércio e Serviços	28.544	28.506	30.346	31.925	33.373	37.975	42.522	49.722	54.719
Residencial	58.013	59.122	60.834	63.906	67.700	72.052	75.624	78.326	83.659
Rural	14.735	15.441	16.064	15.615	15.577	16.768	16.948	17.206	16.638
Outros	19.094	20.483	22.116	22.129	23.036	24.922	25.078	24.862	24.457

Fonte: Fundação SEADE, 2015.

**Quadro 06 - Consumo de Energia Elétrica no Estado de São Paulo - 2005 a 2013.**

(em MWh)

Consumo de Energia Elétrica no Estado de São Paulo - 2005 a 2013									
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Industrial	47.964.008	49.931.088	53.141.496	54.076.681	50.598.914	54.466.229	55.720.841	55.595.101	55.442.155
Comércio e Serviços	17.867.412	18.879.132	19.938.304	20.783.199	21.753.135	22.869.695	24.260.610	25.874.010	27.259.114
Residencial	26.099.284	27.678.599	29.361.325	31.307.909	32.877.689	34.220.748	35.931.029	37.693.863	38.752.362
Rural	2.516.588	2.638.838	2.763.374	2.637.629	2.475.212	2.790.429	2.835.766	2.978.175	3.011.663
Outros	9.289.938	9.585.617	9.873.488	10.118.688	10.354.038	10.679.546	11.129.571	11.506.151	11.573.864

Fonte: Fundação SEADE, 2015.

**Quadro 07 - Taxas Anuais Médias de Crescimento do Consumo de Energia Elétrica, para o Município de Tatuí e o Estado de São Paulo - Período de 2005 a 2013.**

Atividade	Município	Estado
Industrial	4,39	1,91
Comércio e Serviços	8,60	5,42
Residencial	4,70	5,07
Rural	1,59	2,42
Outros	3,22	2,79

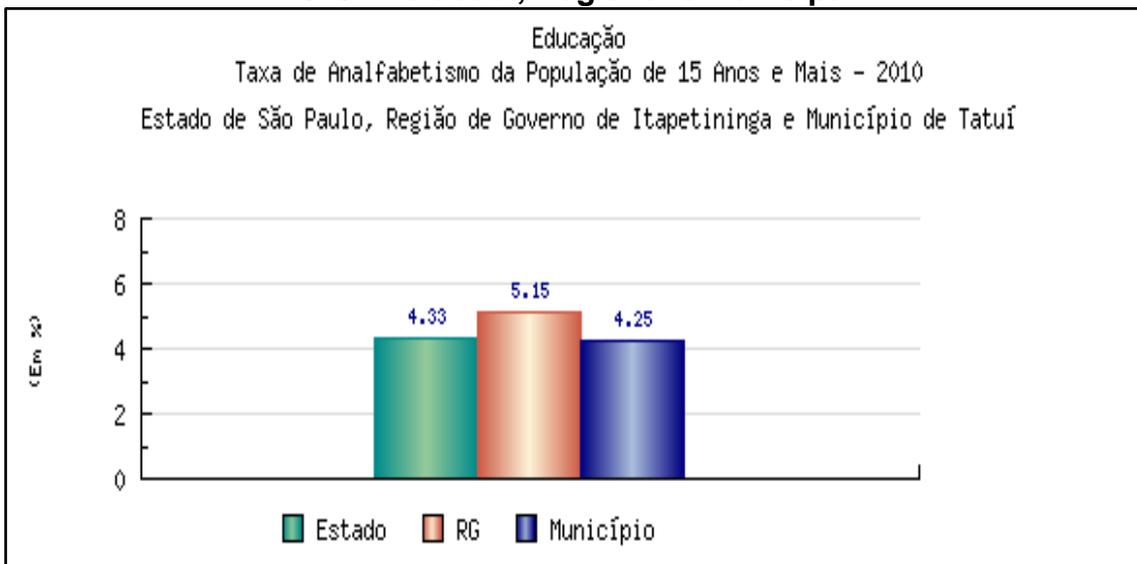
Fonte: Fundação SEADE, 2015.

Os dados acima mostram que os subitens Comércio e Serviços, Residencial e Outros, do município de Tatuí apresentaram crescimento no consumo de energia elétrica maior que o Estado de São Paulo, tendo os outros subitens abaixo que o Estado, no período de 2005 a 2013. Destaca-se o consumo do Comércio e Serviços que apresentou uma taxa de 8,60% ao ano enquanto no Estado de São Paulo esta taxa foi de somente 5,42% ao ano.

### 3.1.5. Educação

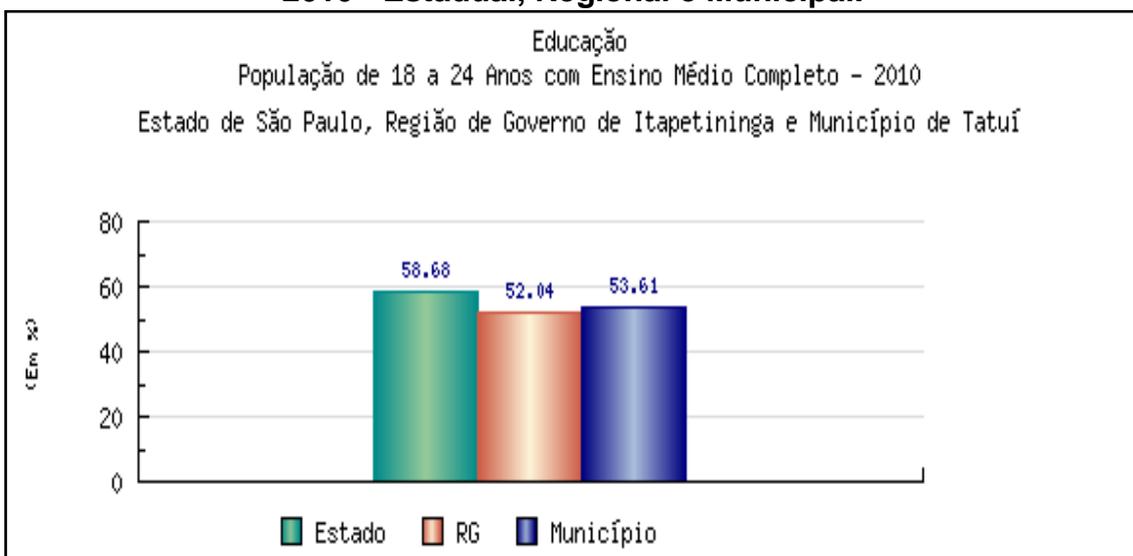
O município de Tatuí tem uma taxa de Analfabetismo de 4,25%, estando acima da taxa média da Região de Governo (5,15%) e a do Estado (4,33%), e apresentou sua taxa de conclusão de ensino médio (53,61%) inferior à verificada na média da Regional (52,04%) e a do Estado (58,68%).

**Gráfico 03 - Educação - Taxa de Analfabetismo da População de 15 Anos e Mais - 2010 - Estadual, Regional e Municipal.**



Fonte: Fundação SEADE, 2015.

**Gráfico 04 - Educação - População de 18 a 24 Anos com Ensino Médio Completo - 2010 - Estadual, Regional e Municipal.**



Fonte: Fundação SEADE, 2015.

O município de Tatuí possui uma estrutura física na área da educação composta por:

- 48 Escolas de Ensino Fundamental;
- 19 Escolas de Ensino Médio; e
- 43 Escolas de Ensino Pré-Escolar.

Fonte: Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais - INEP - Censo Educacional 2012.

### 3.1.6. Saúde

Ao longo dos anos o índice de mortalidade infantil no Brasil decresceu. Este cenário descendente, tem como umas de suas principais causas, a adoção de políticas públicas voltadas a gestantes e crianças na primeira infância, bem como o aumento e acesso às estruturas de saneamento básico.

No Estado de São Paulo essa queda na mortalidade não foi diferente, mas ainda as taxas continuam altas para os padrões internacionais, as causas relacionadas às enfermidades infecciosas e parasitárias, má nutrição e os problemas relacionados à saúde reprodutiva, que historicamente afetavam a mortalidade infantil e de menores de 5 anos, vêm perdendo sua predominância anterior, particularmente nas áreas mais desenvolvidas do Estado, e sendo substituídas pelas enfermidades não transmissíveis e causas externas devido à falta de implementação de programas preventivos na área de saúde pública e a ampliação dos serviços de saneamento básico, cuja ausência é um item importante na prevalência ainda elevada das mortes por doenças infecciosas e parasitárias.

Apresentam-se no **Quadro 08** os índices de saúde pública no Município.

**Quadro 08 - Características da Saúde do Município de Tatuí.**

Dados	Ano	Município	Reg. Gov.	Estado
Taxa de Natalidade (Por mil habitantes)	2012	15,87	14,45	14,71
Taxa de Fecundidade Geral (Por mil mulheres entre 15 e 49 anos)	2012	57,33	53,24	51,88
Taxa de Mortalidade Infantil (Por mil nascidos vivos)	2013	13,67	12,61	11,48
Taxa de Mortalidade na Infância (Por mil nascidos vivos)	2012	14,35	15,9	13,16
Taxa de Mortalidade da População entre 15 e 34 Anos (Por cem mil habitantes nessa faixa etária)	2012	134,78	103,04	121,73
Taxa de Mortalidade da População de 60 Anos e Mais (Por cem mil habitantes nessa faixa etária)	2012	4.028,79	3.760,02	3.507,81

Fonte: Fundação SEADE, 2015.

O município de Tatuí, com uma taxa de Natalidade 15,87%, encontra-se acima da taxa da Região Administrativa (14,45%) e do Estado (14,71%), e apresentou sua taxa de mortalidade infantil de 13,67%, acima das verificadas na média da Regional e a do Estado, mostrando um a deficiência neste Setor.

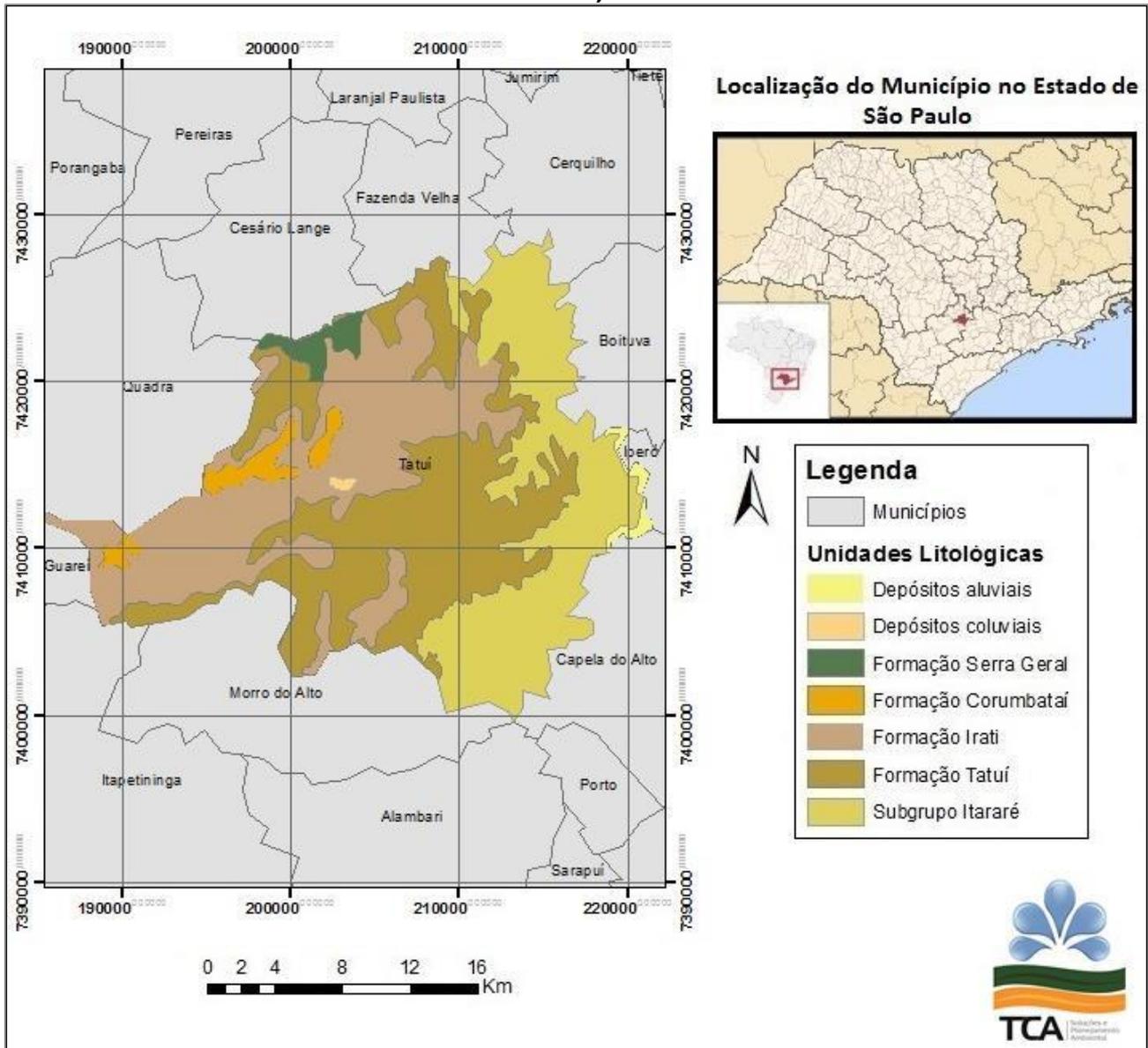
### 3.2. Aspecto do Meio Físico Regional

Neste capítulo apresenta-se uma descrição, obtida na literatura, quanto aos aspectos relacionados à aspectos geológicos, geomorfológico, pedológico declividade, uso e ocupação e recursos hídricos superficiais, que dizem respeito a Município de Tatuí SP. O diagnóstico das condições físicas prevalentes permite realizar uma avaliação preliminar das características do meio físico e, em consequência, da Potencialidade das Terras do Município de Tatuí quanto à suscetibilidade às erosões.

#### 3.2.1. Aspectos Geológicos

De acordo com o Mapa Geológico do Estado de São Paulo (DAEE/UNESP, 1984), **Figura 04**, é possível observar que o município de Tatuí está inserido no contexto geológico dos depósitos sedimentares da Bacia do Paraná. Sobrepostos a esses sedimentos estão os sedimentos inconsolidados recentes (cenozoicos), das planícies aluvionares. Na porção norte do município, próximo à divisa com Cesário Lange, ocorrem rochas básicas da Formação Serra Geral.

**Figura 04 - Mapa Geológico do Município de Tatuí (modificado de DAEE/UNESP, 1984).**



### 3.2.1.1. Depósitos Aluviais

Os sedimentos aluvionares têm ocorrência restrita à porção Leste do Município (**Figura 04**). Estão relacionados à planície de posicionada do Rio Sorocaba.

Estes depósitos são constituídos por aluviões, incluindo areias inconsolidadas de granulação variável, argilas e cascalheiras fluviais subordinadas, em depósitos de calha e/ou terraços. São depósitos holocênicos (Quaternário).

### 3.2.1.2. Depósitos Coluviais

Os sedimentos coluviais ocorrem unicamente na porção centro-oeste do município (**Figura 04**). Segundo Côrrea *et al.* (2008) esses depósitos são caracterizados como qualquer depósito sedimentar que se acumule ao longo de uma encosta em consequência do transporte gravitacional, a despeito do conteúdo original de água nesses materiais. Essa unidade é representada por depósitos coluviais de espigão, areias com matriz argilosa, cascalhos de limonita e quartzo na base. São depósitos pliocênico-pleistocênicos (Quaternário).

### 3.2.1.3. Grupo São Bento

Nesta unidade estão agrupadas as rochas de idade mesozóica da Bacia do Paraná, representadas na base por um pacote de sedimentos continentais predominantemente arenosos e, no topo, pelas rochas basálticas oriundas do intenso vulcanismo ocorrido no Cretáceo, na sequência dos processos tectônicos que culminaram com a separação dos continentes Sul-Americano e Africano e a abertura do Oceano Atlântico. Incluem-se, ainda, no Grupo São Bento, as soleiras e diques de diabásio, que ocorrem intercaladas nos sedimentos da Bacia do Paraná.

O pacote sedimentar é individualizado em duas unidades: a Formação Pirambóia, na base, cuja deposição se deu, embora em ambiente bastante árido, com grande presença de lagoas temporárias, e a Formação Botucatu, no topo, esta depositada em ambiente francamente eólico.

Os basaltos e intrusivas associadas compõem, por sua vez, a Formação Serra Geral, que ocorre na porção norte do município, na divisa com o município de Cesário Lange.

### 3.2.1.4. Formação Serra Geral

É representada pelas rochas oriundas dos derrames de lavas basálticas e pelos diabásios, intrusivos tanto na forma de soleiras (sills) como de diques nas unidades sedimentares da Bacia do Paraná. Incluem-se também corpos de gabro de granulação fina.

Os basaltos são toleíticos e apresentam espessura individual dos derrames bastante

variável, desde poucos metros a mais de 50 m e extensão também individual que pode ultrapassar a dez quilômetros. Neles intercalam-se arenitos com as mesmas características dos arenitos da Formação Botucatu, a maioria com estruturas típicas de dunas e outros indicando deposição subaquosa. Os diabásios são em geral de granulação fina, cinza escuro a negros, maciços, e neles destacam-se ripas de plagioclásio.

Os derrames são constituídos por rochas de coloração cinza escura a negra, em geral afaníticas. Naqueles mais espessos, a zona central é maciça, microcristalina e apresenta-se fraturada por juntas de contração subverticais (disjunção colunar). Na parte superior dos derrames aparecem vesículas e amígdalas (estas parcial ou totalmente preenchidas por calcedônia, quartzo, calcita, zeólitas e nontronita), além de grandes geodos que podem ocorrer na sua parte mais profunda.

A espessura máxima da Formação foi medida em sondagem em Cuiabá Paulista (Pontal do Paranapanema, Estado de São Paulo), indicando 1.700 m de derrames (ALMEIDA, 1986). Tal pacote adelgaça-se para as bordas do Planalto Ocidental, onde as serras basálticas possivelmente não alcançam um terço desse valor (IPT, 1981a).

Tanto a base como o topo dos grandes derrames apresentam juntas horizontais, o que deve ser resultado, pelo menos em parte, do escoamento laminar da lava no seu interior.

O contato superior da Formação com as unidades mais recentes é discordante, marcado por uma importante superfície erosiva (Superfície Japi de ALMEIDA, 1964, apud RICCOMINI, 1995), cujo desenvolvimento resultou na destruição dos aparelhos vulcânicos e a exposição de diques e outras estruturas subvulcânicas (ALMEIDA, 1986).

Em termos de idade, o vulcanismo Serra Geral ocorreu há 133 milhões de anos, num exíguo intervalo de um milhão de anos (RENNE et al., 1992, apud FERNANDES, 1998).

### 3.2.1.5. Grupo Passa Dois

O Grupo Passa Dois compreende as formações Rio do Rastro (ou Corumbataí, no topo), Teresina, Serra Alta, Irati (base). No município ocorrem apenas a Formação Irati e a Formação Irati, como se pode observar na **Figura 04**.

A morfologia de moluscos bivalves encontrados nas formações Serra Alta, Teresina e Rio do Rastro, de idade Neopermiana, indicam ambiente deposicional marinho, com algumas incursões de água doce, para esse Grupo (Ghilardi & Simões, 2002).

No município de Tatuí ocorrem apenas a Formação Corumbataí e a Formação Irati.

#### **3.2.1.6. Formação Corumbataí**

A Formação Corumbataí, como definida em 1916 pela Comissão Geográfica e Geológica do Estado de São Paulo, deve seu nome ao Rio Corumbataí que atravessa sua localidade tipo, o Vale do Rio Corumbataí, e se estende desde a fronteira entre os Estados do Paraná e de São Paulo até o Estado de Minas Gerais. Em sua seção inferior apresenta argilitos, siltitos e folhelhos, além de níveis coquinóides, e na superior, argilitos e arenitos finos de coloração geralmente avermelhada.

A Formação Corumbataí situa-se acima (estratigraficamente) da Formação Irati, constituindo a camada superior do Grupo Passa Dois, a última da Era Paleozóica.

#### **3.2.1.7. Formação Irati**

Schneider et al. (1974) subdividiram essa unidade em dois membros: Taquaral e Assistência. O Membro Taquaral, segundo os autores (op. cit.), consiste de siltitos e folhelhos cinza-claros e azulados, representando deposição em ambiente marinho de águas calmas, abaixo do nível das ondas.

O Membro Assistência é constituído por folhelhos cinza-escuros nos quais se intercalam folhelhos pretos pirobetuminosos associados a horizontes de calcários creme e cinza-escuros, dolomíticos. Seu conteúdo fossilífero compreende os répteis *Mesosaurus Brasiliensis* e *Stereosternum Tumidum*, restos de vegetais, de peixes e de crustáceos, além de palimorfos. Segundo Schneider et al. (op. cit.) estas litologias representam um ambiente marinho de águas calmas. Petri & Fúlfaro (1983) discordam dessa afirmação por falta de fósseis tipicamente marinhos, atribuindo para deposição deste membro um ambiente lagunar.

#### **3.2.1.8. Grupo Tubarão**

O Grupo Tubarão é constituído pela Formação Tatuí (topo) e pelo Subgrupo Itararé (base).

As rochas dessa unidade assentam-se em discordância erosiva tanto sobre os

sedimentos da Formação Furnas como sobre as rochas cristalinas do embasamento, atravessando o Estado em forma de arco com concavidade voltada para E-SE. Sua sedimentação é predominantemente marinha ou glácio-marinha, tem início no Carbonífero Superior e estende-se até o Permiano.

### 3.2.1.9. Formação Tatuí

A Formação Tatuí representa o registro da sedimentação pós-glacial na porção nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná, como parte da sequência sedimentar do Grupo Tubarão, de idade Permiana. Esta unidade correlaciona-se às formações Palermo e Rio Bonito (Grupo Guatá), que representam o início do ciclo pós-glacial nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.

Soares (1972) reconheceu quatro descontinuidades nessa Formação. A basal (L1), foi considerada pelo autor como a superfície erosiva mais expressiva, separando o ciclo glacial (Subgrupo Itararé) do pós-glacial (Formação Tatuí). A descontinuidade L2 serviu de base para a separação da Formação Tatuí em dois membros:

- 1) O inferior, constituído por lamitos de coloração marrom-arroxeadas;
- 2) O superior, constituído por lamitos cinza-esverdeados, arenitos e calcários, com uma descontinuidade interna L3. A descontinuidade superior (L4) define então o limite entre a Formação Tatuí e a Formação Irati (unidade base do Grupo Passa Dois).

Steveaux *et al.* (1986) apresentaram um modelo de trato deposicional para a porção superior da unidade, composto por leques deltaicos, a norte, passando lateralmente para depósitos litorâneos (barras de maré) até depósitos de plataforma com sedimentação pelito-carbonática, a sul.

Do ponto de vista descritivo, Assine *et al.* (2003) buscando interpretar a paleogeografia e as paleocorrentes da região centro-leste do Estado de São Paulo, descreveram 5 fácies sedimentares para o membro superior da Formação Tatuí (uma vez que o membro inferior é basicamente caracterizado por uma sequência monótona de lamitos): Arenitos finos com estratificação cruzada *hummocky*; Conglomerados; Arenitos seixosos com estratificação cruzada planar; Arenitos com gradação normal; e Arenitos com

estratificação cruzada sigmoide.

### 3.2.1.10. Subgrupo Itararé

O Subgrupo Itararé, unidade base do Grupo Tubarão, possui idades de deposição entre o Carbonífero Superior e o Permiano Inferior, representando um dos mais duradouros eventos glaciais do Fanerozóico.

Segundo IPT (1981), o Subgrupo Itararé é caracterizado por depósitos glaciais continentais, glacio-marinhos, fluviais, deltaicos, lacustres e marinhos, compreendendo principalmente arenitos de granulações variadas, imaturos, passando a arcósios, conglomerados, diamictitos, tilitos, siltitos, folhelhos e ritmitos. Ocorrem raras camadas de carvão.

De origem glacial, os diamictitos são a litologia mais característica da unidade, sendo observados em corpos de dimensões e espessuras variadas, caracterizando-se por matriz siltico-argilosa a arenosa, heterogênea, onde se encontram dispersos caoticamente clastos de diversas litologias e de várias formas e tamanhos.

Os clastos mais comuns são de granitos, gnaisses, migmatitos, quartzitos e outras rochas do embasamento, podendo ocorrer também clastos de arenitos e siltitos na maioria com formas arredondadas que denotam transporte aquoso anterior ao de geleira.

Os tilitos podem ser encontrados localmente, sendo caracterizados por uma matriz maciça, homogênea e com abundância de finos. Outras litologias desta unidade são os varvitos, reconhecidos através de sedimentos rítmicos, estratificados plano-paralelamente, alternando arenitos finos, siltitos cinza-claros e folhelhos cinza-escuros.

Camadas de significativas espessuras e continuidade horizontal de siltitos, argilitos e folhelhos de cores cinza-claro a escuro, também podem ser observadas com certa frequência.

Com ocorrência mais restrita, são registradas camadas métricas de conglomerados e arenitos conglomeráticos, que exibem estratificação cruzada como também graduada. Ainda podem ser encontradas nessa unidade, camadas de carvão mineral.

### 3.2.2. Aspectos Geomorfológicos

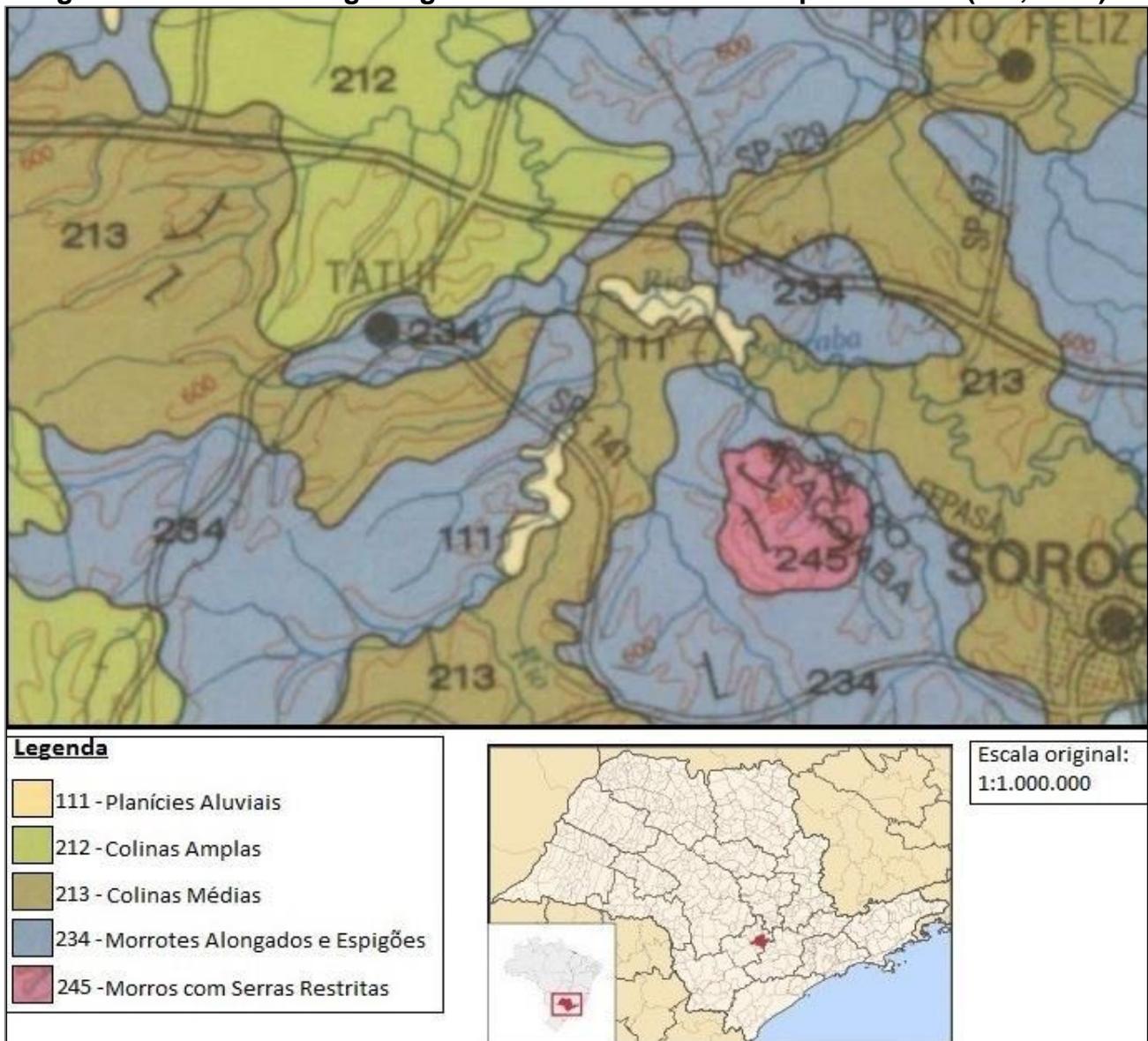
O município de Tatuí, de acordo com a Divisão Geomorfológica de São Paulo realizado

pelo IPT (1981), se encontra no domínio geomorfológico da Depressão Periférica do Estado de São Paulo, na Zona do Médio Tietê.

A Geomorfologia da região é decorrente das rochas sedimentares paleozóicas a mesozóicas da Bacia do Paraná, além dos depósitos inconsolidados aluvionares cenozoicos.

A **Figura 05** mostra a geomorfologia regional, no entorno do município de Tatuí, de acordo com o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981), na escala 1:1.000.000.

**Figura 05 - Geomorfologia regional no entorno do Município de Tatuí (IPT, 1981).**



Na área do município de Tatuí, ocorrem apenas as Planícies Aluviais, as Colinas Amplas,

as Colinas Médias e os Morrotes Alongados e Espigões. As três últimas com ocorrência mais expressiva. Essas unidades estão mais bem caracterizadas a seguir:

### **3.2.2.1. Planícies Aluviais**

Essa unidade é um tipo de relevo de agradação continental, caracterizada por terrenos baixos e relativamente planos, juntos às margens dos rios, sujeitos periodicamente a inundações. É gerada pela deposição de sedimentos aluviais provenientes da erosão a montante dos cursos d'água.

Em Tatuí, as planícies aluviais possuem ocorrência restrita às proximidades do Rio Sorocaba.

### **3.2.2.2. Colinas Amplas**

As Colinas Amplas são um tipo de relevo de degradação, em planaltos dissecados, em que predominam baixas declividades (até 15%) e amplitudes locais inferiores a 100 metros.

São características dessa unidade interflúvios com área superior a 4 km<sup>2</sup>, topos extensos e aplainados, vertentes com perfis retilíneos a convexos. Possuem drenagem de baixa intensidade com padrão subdendrítico, vales abertos, planícies aluviais interiores restritas, presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes.

### **3.2.2.3. Colinas Médias**

Assim como as Colinas Amplas, esse é um tipo de relevo de degradação em planaltos dissecados em que predominam as baixas declividades (até 15%), com amplitudes locais inferiores a 100 m.

Possuem interflúvios de 1 a 4 km<sup>2</sup>, topos aplainados e vertentes com perfis convexos a retilíneos. São caracterizadas por drenagem de média a baixa intensidade com padrão subretangular, vales abertos a fechados, planícies aluviais interiores restritas e presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes.

#### 3.2.2.4. Morrotes Alongados e Espigões

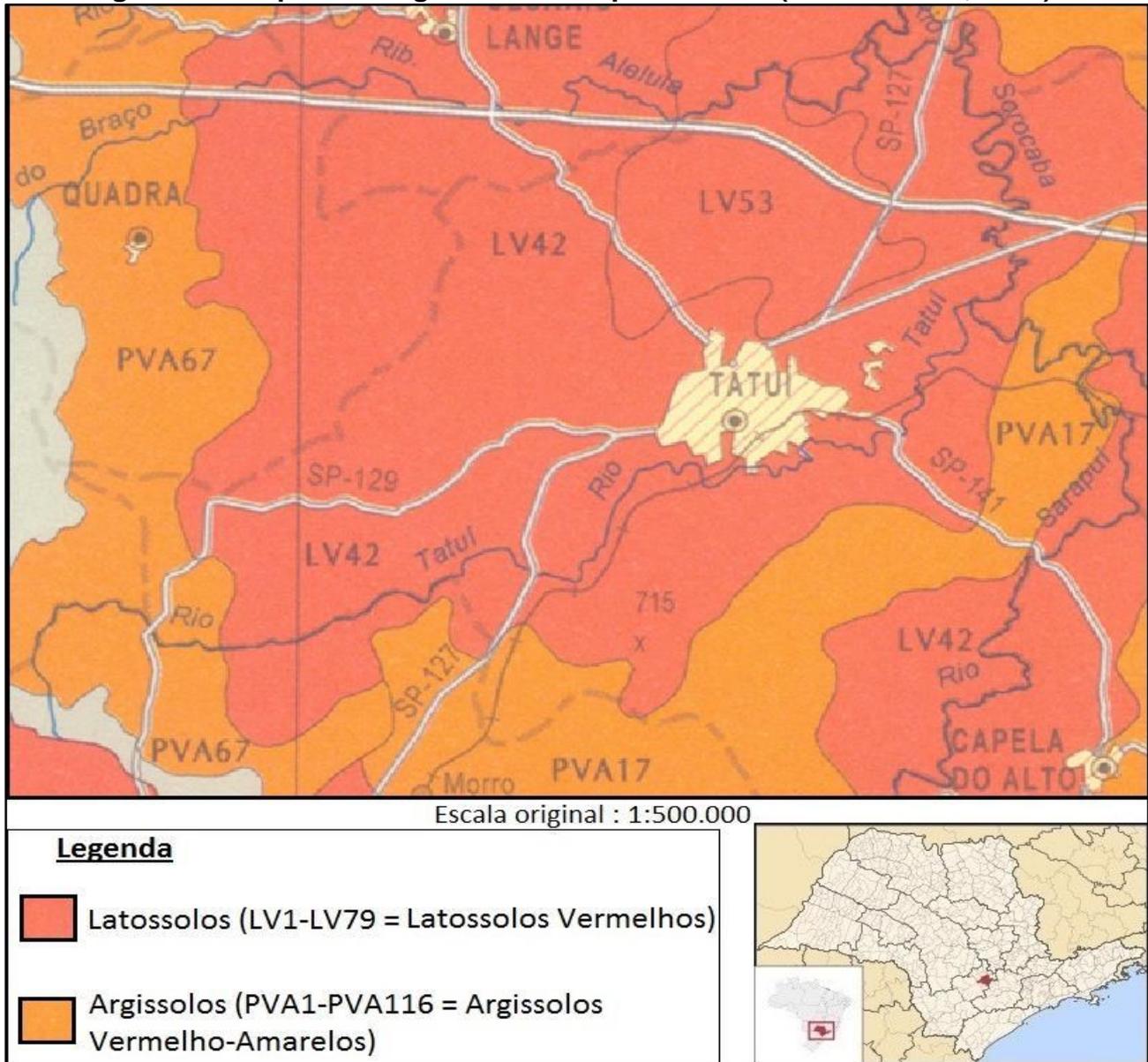
Os Morrotes Alongados e Espigões ocorrem na porção central e sul do município. Fazem parte de um tipo de relevo onde predominam declividades médias a altas (acima de 15%), com amplitudes locais inferiores a 100 metros.

Nessa unidade predominam os interflúvios sem orientação preferencial, topos angulosos a achatados com vertentes ravinadas com perfis retilíneos. Possuem drenagem de média a alta intensidade, com padrão dendrítico e vales fechados.

#### 3.2.3. Aspectos Pedológicos

Os solos predominantes no município de Tatuí são os Latossolos Vermelhos (LV) e os Argissolos Vermelho-Amarelos (PVA), como é possível observar na **Figura 06**.

Figura 06 - Mapa Pedológico do Município de Tatuí (Oliveira et al., 1999).



Os Latossolos Vermelhos apresentam cores vermelhas acentuadas (**Figura 06**), devido aos teores mais altos e à natureza dos óxidos de ferro presentes no material originário em ambientes bem drenados, e características de cor, textura e estrutura uniformes em profundidade (EMBRAPA, 1999).

Por serem profundos e porosos ou muito porosos, apresentam condições adequadas para um bom desenvolvimento radicular em profundidade, principalmente se forem eutróficos (de fertilidade alta). No entanto, o potencial nutricional dos solos será bastante reduzido se forem álicos, pois existe a "barreira química" do alumínio que impede o desenvolvimento radicular em profundidade. Se o solo for ácido, existe também uma "barreira química", mas neste caso, sendo mais relacionados aos baixos valores da soma

de bases (especialmente cálcio) do que à saturação por alumínio, que não é alta nos solos ácidos. Além destes aspectos, são solos que, em condições naturais, apresentam baixos níveis de fósforo (EMBRAPA, *op. cit.*).

A classe dos Argissolos Vermelho-Amarelos está presente em todo o território nacional, do Amapá ao Rio Grande do Sul, constituindo a classe de solo das mais extensas no Brasil, ao lado dos Latossolos. Ocorrem em áreas de relevos mais acidentados e dissecados do que os relevos nas áreas de ocorrência dos Latossolos.

Os Argissolos Vermelho-Amarelos podem ser classificados no terceiro nível categórico do SiBCS como demonstrado no **Quadro 09**, onde são relacionadas as características destas classes de solo e as implicações para uso e manejo.

**Quadro 09 - Terceiro Nível de Classificação dos Argissolos Vermelho-Amarelos.**

Terceiro nível	Características
Alíticos	Solos de baixa fertilidade; Teores muito elevados de alumínio no solo afetando significativamente o desenvolvimento de raízes; atividade de argila igual ou maior do que 20 cmolc/kg de argila.
Alumínicos	Teores muito elevados de alumínio no solo afetando significativamente o desenvolvimento de raízes; atividade de argila menor do que 20 cmolc/kg de argila.
Ta Distróficos	Solos com argila de alta atividade e de baixa fertilidade.
Distróficos	Solos de baixa fertilidade.
Eutróficos	Solos de alta fertilidade.

Dentre essas unidades (LV e PVA) ocorrem diversas subdivisões, mas no Município de Tatuí ocorrem apenas as associações LV-42, LV-53, PVA-17 e PVA-67, de acordo com o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (**Figura 06**), que estão caracterizadas abaixo (**Quadro 10**).

**Quadro 10 - Descrição das Associações Pedológicas que Ocorrem no Município.**

Solo Predominante	Associação Pedológica	Descrição
LV	LV-42	Latossolos Vermelhos distróficos A moderado textura argilosa relevo suave ondulado e ondulado.
	LV-53	Latossolos Vermelhos distróficos + Latossolos Vermelhos distroféricos ambos A moderado textura argilosa relevo suave ondulado.
PVA	PVA-17	Argissolos Vermelhos-Amarelos distróficos A moderado textura arenosa/média e média/argilosa relevo ondulado e forte ondulado.
	PVA-67	Argissolos Vermelhos-Amarelos distróficos + Argissolos Vermelhos distróficos ambos A moderado textura argilosa e média/argilosa relevo suave ondulado e ondulado.

### 3.2.4. Base Cartográfica

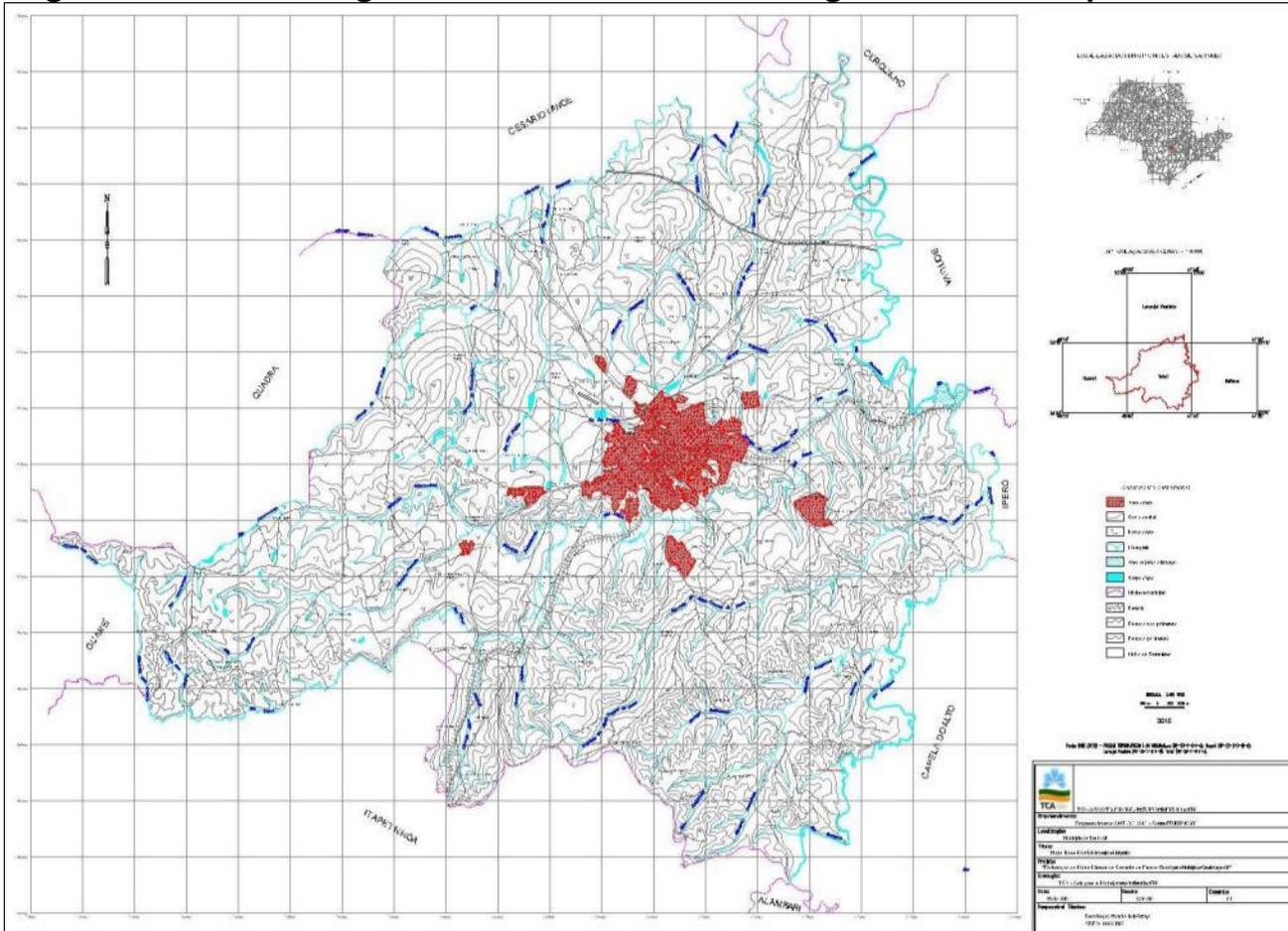
Foi elaborada a Base Cartográfica Planialtimétrica e Hidrográfica, **Figura 07**, em função das cartas temáticas na escala 1:50.000, que são compostas pelas Folhas Topográficas de Boituva, Guareí, Laranjal Paulista e Tatuí. Para elaboração da base planialtimétrica, foram utilizados os programas CAD: MicroStation com os módulos IrasB (para o georreferenciamento), IGeovec (para a vetorização), e SIG: ArcView.

Para conversão dos produtos cartográficos impressos em papel, para o formato digital raster (ou matricial), foi realizada a escanerização, ou varredura de dados, via scanner monocromático, formato A0, com planejamento dos valores utilizados, com alguns testes para definição dos parâmetros ideais e gravação de cópia de segurança (back-up) dos arquivos raster.

Para geração da grade, foi utilizada a tecnologia CAD, de grade vetorial, na projeção UTM, para auxiliar no georreferenciamento dos arquivos raster gerados, que passam a ter imagens com uma projeção e escala. O controle de qualidade do georreferenciamento verificado obedeceu ao Padrão de Exatidão Cartográfica - PEC, definido nas Normas da Cartografia Nacional. Na migração para ambiente SIG, onde os dados vetoriais foram convertidos do ambiente CAD para o ambiente SIG, o principal cuidado foi respeitar a projeção original do dado. Foi associação aos dados alfanuméricos aos dados vetoriais e verificado a articulação desses dados na junção das folhas topográficas que abrangem a área de estudo.

- Folha IBGE Boituva - SF-23-Y-C-I-4, de 1973;
- Folha IBGE Guareí - SF-22-Z-D-III-4, de 1973;
- Folha IBGE Laranjal Paulista - SF-23-Y-C-I-3, de 1973; e
- Folha IBGE Tatuí - SF-23-Y-C-I-4, de 1973.

**Figura 07 - Base Cartográfica Planialtimétrica e Hidrográfica do Município de Tatuí.**



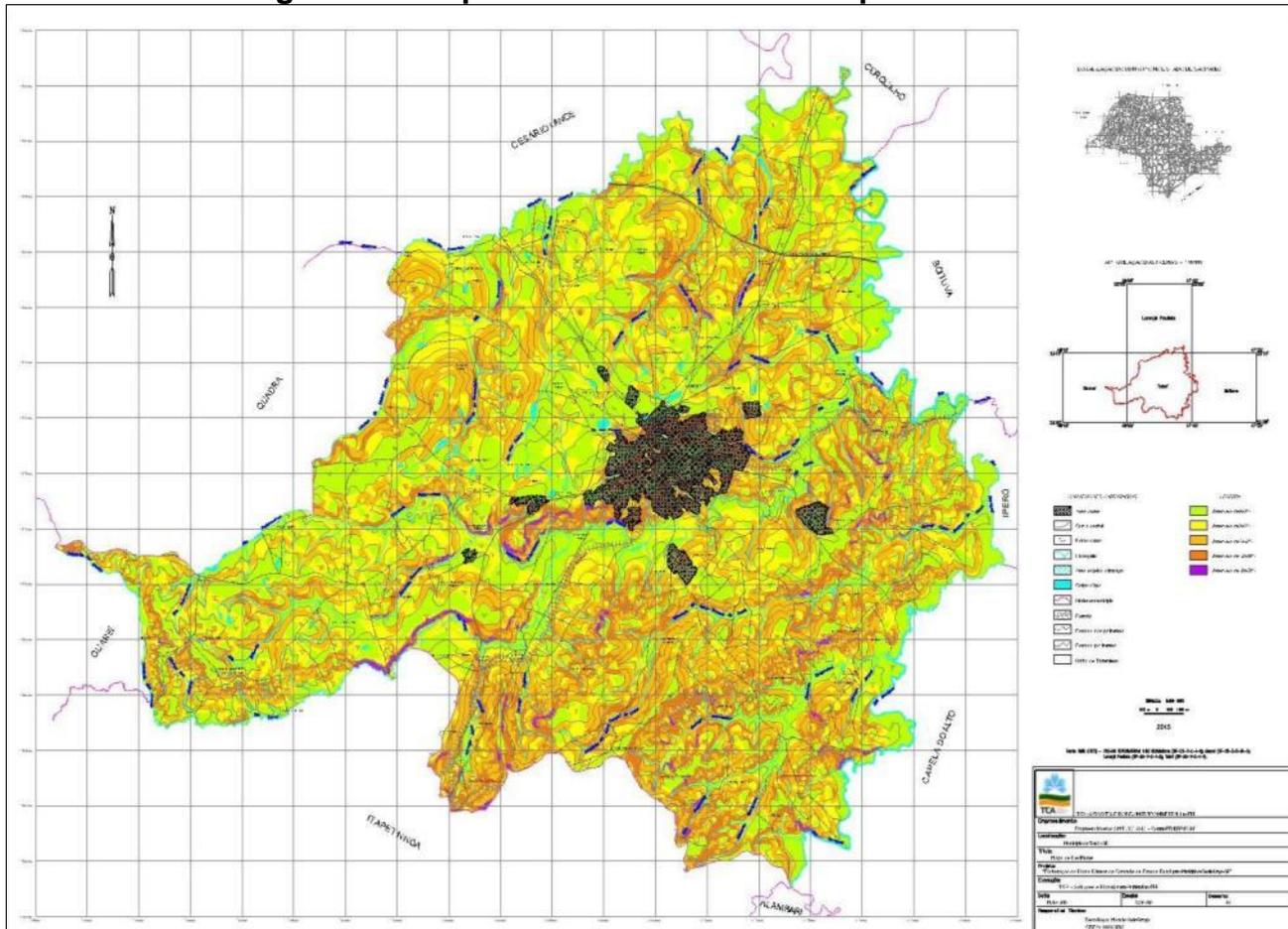
### 3.2.5. Mapa de Declividades

Conforme mencionado anteriormente, um dos principais elementos do meio físico estudado durante a elaboração do plano de macrodrenagem em pauta é a capacidade de escoamento das águas superficiais sobre o terreno.

Essa característica é associada diretamente às formas e declividades do relevo, assim foi confeccionado um mapa de declividades abrangendo todo o território do Município de Tatuí.

A confecção desse mapa foi possível por meio do desenvolvimento da base topográfica digital, ilustrado na **Figura 08**, que foi elaborada a partir da topografia na escala 1:50.000 contida nas Folhas Topográficas de Boituva, Guareí, Laranjal Paulista e Tatuí.

**Figura 08 - Mapa de Declividades Município de Tatuí.**



A partir desta base planialtimétrica digital, com curvas de nível eqüidistantes de 20 m, os dados do arquivo digital foram exportados para o Sistema de Informação Geográfica – SIG Arcinfo, versão para o ambiente Windows, onde foi gerado o Modelo Digital de Elevação do Terreno e, posteriormente delimitadas as classes de declive que foram assim identificadas:

**Classe A (0 a 3%) predomina em 182,13 km<sup>2</sup> (34,72% das terras do Município).**

Compreende áreas planas ou quase planas, onde o escoamento superficial (deflúvio) é lento ou muito lento. Essa classe não oferece dificuldade ao uso de máquinas agrícolas. A erosão hídrica não é significativa, exceto em vertentes muito longas e com solos altamente suscetíveis à erosão.

**Classe B (3 a 6%) predomina em 120,64 km<sup>2</sup> (23,00% das terras do Município).**

Os terrenos dessa classe têm declives suaves, onde geralmente o deflúvio é lento ou

médio. Nessa classe o trabalho mecanizado usual é de fácil operação. Geralmente práticas simples de conservação do solo são suficientes (cultivo em nível ou plantio direto), exceto em solos erodíveis (arenosos) com comprimento de rampa muito longo.

**Classe C (6 a 12%) predomina em 166,60 km<sup>2</sup> (31,76% das terras do Município).**

A classe C engloba terrenos inclinados em relevo geralmente ondulado. O deflúvio é médio ou rápido. O declive normalmente não prejudica o uso de máquinas agrícolas. Em alguns casos, a erosão hídrica pode ser controlada com práticas simples. Porém, normalmente são necessárias práticas complexas de conservação do solo (terraceamento, plantio direto), para que seja cultivado intensamente.

**Classe D (12 a 20) predomina em 50,56 km<sup>2</sup> (9,64% das terras do Município).**

A classe D compreende terrenos inclinados em relevo ondulado. Geralmente o escoamento superficial é rápido para a grande maioria dos solos. O uso de máquinas agrícolas é parcialmente prejudicado. A erosão hídrica compromete o cultivo intenso.

**Classe E (20 a 100%), predomina em 4,58 km<sup>2</sup> (0,87% das terras do Município).**

A classe E constitui terrenos muito inclinados a fortemente inclinados, onde o escoamento superficial é muito rápido. Nessa classe, a grande maioria dos solos, é extremamente suscetível à erosão, e os terrenos devem ser utilizados somente para cultivos perenes, pastagens e, principalmente, reflorestamentos.

A maior parte das máquinas agrícolas pode ser usada, mas com dificuldades. Há sérios impedimentos ao uso, exigindo práticas muito complexas (projetos de drenagem), e devem ser mantidos preferencialmente como áreas de preservação ambiental.

A partir da análise do Mapa de Declividades do Município de Tatuí é possível notar um predomínio de declividades inferiores a 20%, correspondendo a 89,48% enquanto os declives superiores a 20% correspondem apenas 10,51% do município. Em termos de distribuição das classes, predomina a Classe A (0 a 3%) sendo a de menor ocorrência a Classe E (20 a 100%) em 0,87% do Município.

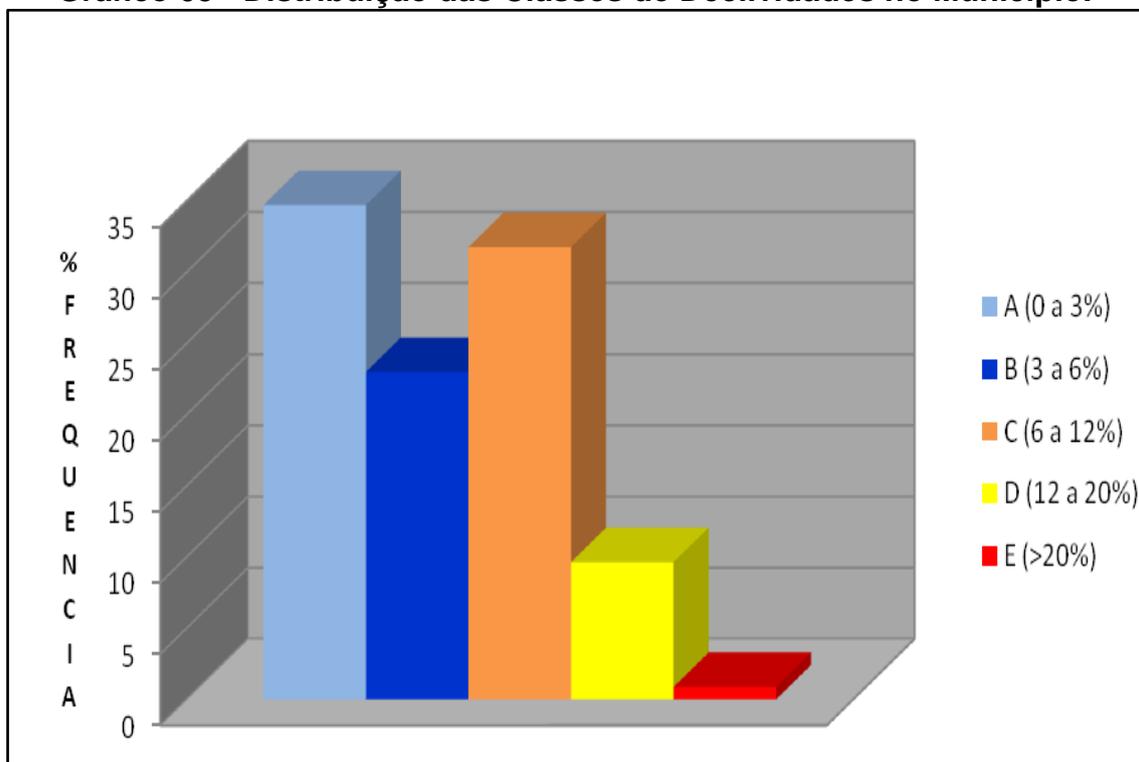
Essa distribuição é sintetizada no **Quadro 11** onde são mostrados as freqüências de ocorrência em termos de área em quilômetros quadrados e a respectiva porcentagem em relação ao território municipal, bem como na **Gráfico 05**, que mostra a distribuição das

classes.

**Quadro 11 - Área (em km<sup>2</sup> e %) Ocupado por cada Classe de Declividade que Predominam nas Terras do Município de Tatuí.**

Classe de Declividade	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
<b>A (0 a 3%)</b>	182,13	34,72
<b>B (3 a 6%)</b>	120,64	23,00
<b>C (6 a 12%)</b>	166,60	31,76
<b>D (12 a 20%)</b>	50,56	9,64
<b>E (20 a 100%)</b>	4,58	0,87
<b>Total no Município</b>	<b>523,48</b>	<b>100,00</b>

**Gráfico 05 - Distribuição das Classes de Declividades no Município.**



### 3.2.6. Uso e Ocupação do Solo

A caracterização do uso e ocupação considera o conhecimento da utilização das terras pelo homem e a presença de vegetação natural, alterada ou não.

A metodologia adotada para a elaboração do Mapa de Uso e Ocupação do Solo consistiu na aquisição, processamento e interpretação visual de imagem, digital ETM+ (Enhanced Thematic Mapper) do satélite Landsat-5 TM, com posterior conferência em campo do mapa elaborado e refinamento das descrições.

Posteriormente, a imagem foi transferida para o programa Spring, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE (CÂMARA et al. 1996), juntamente com a base cartográfica, para a elaboração do Mapa de Uso e Ocupação das Terras do Município de Tatuí SP, que é apresentado de forma ilustrativa na **Figura 09**, sem escala.

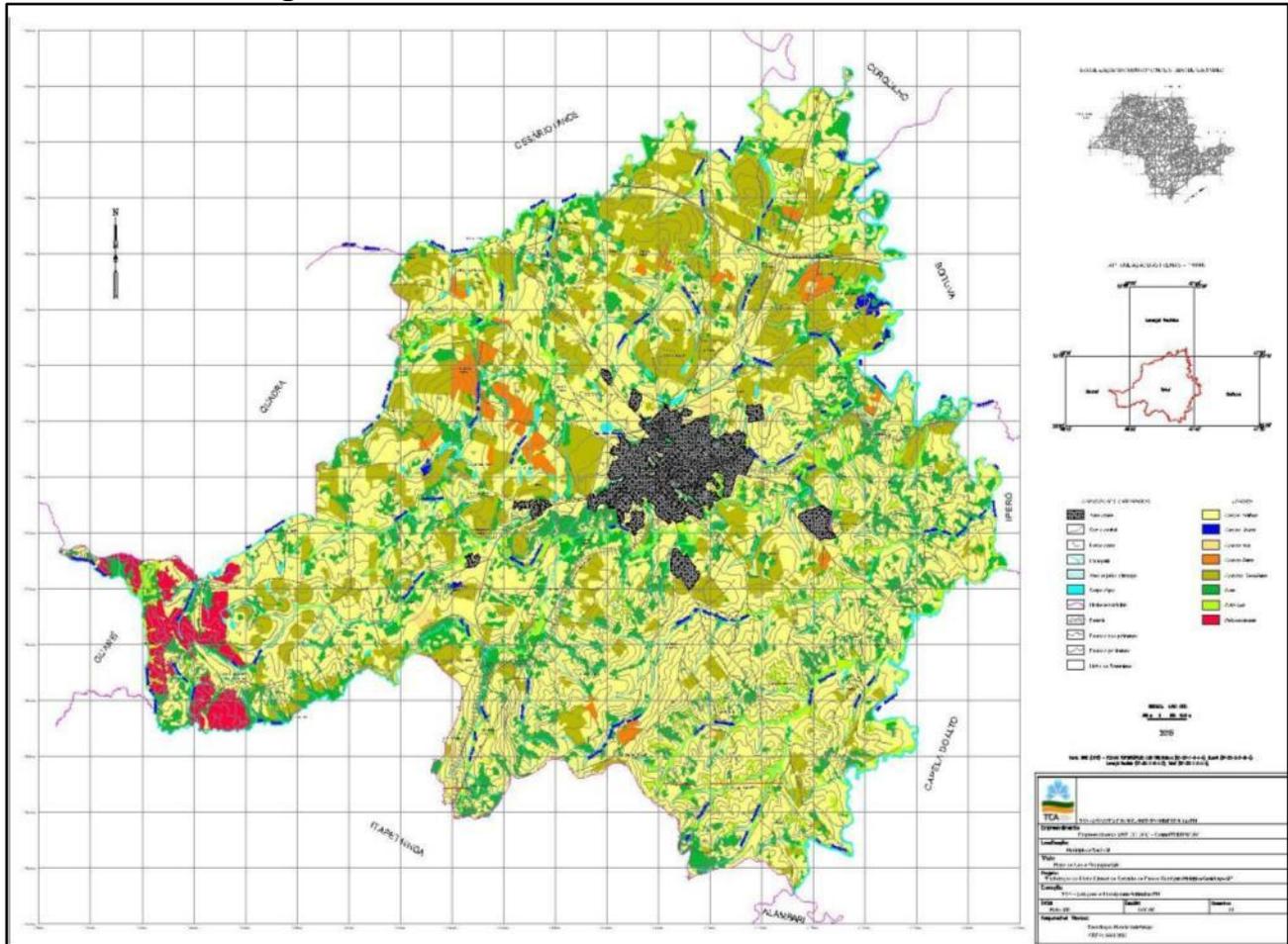
A identificação das categorias de uso e ocupação existentes no município foi realizada a partir da interpretação da imagem de satélite e de observações de campo, as quais consistiram na verificação da interpretação preliminar da imagem de satélite na escala 1:50.000, com detalhamento das descrições realizadas.

Cabe ressaltar que a metodologia utilizada, foi adotada por estar completamente condizente com o escopo dos trabalhos propostos, porém há uma limitação no que tange à delimitação fiel das manchas de uso e conseqüentemente do cálculo preciso da área ocupada por cada uma delas e sua relação estatística com a área total do município.

Para uma delimitação com maiores detalhes, seriam necessários maiores levantamentos de campo com o fechamento georreferenciado de cada tipologia de uso ao longo do município, atividade esta que não consta do atual escopo e, se desejada futuramente, deverá ser objeto de estudo e contrato específico.

Neste contexto, a identificação de cada categoria ou tipologia de uso para fins deste trabalho foi elaborada considerando sua resposta espectral imageada.

**Figura 09 - Mapa de Uso e Ocupação das Terras do Município de Tatuí, a partir de imagens Landsat-5/TM e CBERS-2/CCD, cenas de 2011.**



Este método utiliza como parâmetros de individualização a tonalidade, a textura fotográfica, o porte da vegetação (presença de sombra lateral) e outros aspectos associados, tais como a presença de carreadores, estrutura e a forma das glebas, limites e outras evidências que fazem convergir para a melhor definição de cada categoria de uso e ocupação.

Porém, entre a época da tomada das imagens e o levantamento de campo podem ter ocorrido mudanças nas categorias de uso e ocupação, principalmente em relação às áreas preparadas para plantio ou em pousio.

A escala de mapeamento é compatível com os propósitos do projeto e da resolução da imagem, mas não permite contemplar toda a diversidade existente como pequenas propriedade ou glebas.

Na seqüência dos trabalhos, elaborou-se uma legenda com 08 (oito) categorias de uso e ocupação, as quais são referenciadas às suas respectivas áreas no **Quadro 12**.

A conceituação das categorias de uso e ocupação das terras, apresentadas a seguir,

reproduz parcialmente trabalhos anteriores sobre o assunto, como IPT (1987). As definições foram originalmente extraídas de SERRA FILHO et al. (1974) e CHIARINI et al. (1976).

**Quadro 12 - Grupos e Categorias de Uso e Ocupação o Solo e suas Respectivas Áreas.**

Categorias de Uso e Ocupação	Área	
	Km <sup>2</sup>	%
Área Urbana	17,19	3,42
Corpos D'Água	2,19	0,42
Cultura Anual	1,71	0,33
Cultura Perene	8,54	1,63
Cultura Semi-Perene	87,72	16,74
Mata	106,04	20,23
Pastagem	290,22	53,36
Reflorestamento	10,60	2,02
<b>TOTAL</b>	<b>523,48</b>	<b>100,00</b>

### 3.2.6.1. Categorias de Uso e Ocupação das Terras

A seguir, são descritas as categorias de uso e ocupação das terras predominantes no Município de Tatuí, agrupadas segundo o porte da vegetação.

#### a) Mata

Nesse grupo estão incluídos a vegetação nativa de porte arbóreo, as capoeiras e as matas ciliares, descritas individualmente a seguir.

Durante a classificação digital da imagem e, posteriormente durante os levantamentos de campo foi observado que no Município de Tatuí ocorrem inúmeras manchas de vegetação nativa em estágio de regeneração natural, apresentando diversos portes e estágios sucessionais, porém, a todo este tipo de cobertura vegetal, incluindo-se aqui as matas ciliares enquadraram-se na categoria "Mata", que corresponde ao maior tipo de uso em termos de frequência no Município.

Como resultado da classificação digital da imagem de satélite, portanto recente, as manchas identificadas como "Mata" representaram 20,23% da área do município.

Os levantamentos de campo indicaram uma certa variação negativa neste valor devido ao aumento da área coberta por pastagens e culturas, porém, que não pode ser determinada nesta escala de trabalho e não interfere no escopo do contrato firmado, sendo

apresentada apenas com caráter informativo.

As **Fotos 01 e 02** a seguir, mostram esta categoria de uso em ocorrência, podendo ser estabelecido um comparativo local de sua abrangência em relação às demais.

#### a1) Manchas de Vegetação Nativa de Porte Arbóreo

A vegetação nativa de porte arbóreo é a que sucede a derrubada seletiva das matas. As classes de vegetação nativa, aqui enquadradas, referem-se aos povoamentos de florestas naturais bastante alteradas ou em estado de regeneração bastante avançado.



Foto 01: Vista de porção de terreno coberta por Mata no Município.



Foto 02: Outra vista de porção de terreno coberta por Mata.

#### b) Mata Ciliar

Correspondem à toda vegetação arbórea e arbustiva localizada às margens dos corpos d'água, cuja função natural, como o próprio nome sugere é a de proteger os recursos hídricos. Essas matas cumprem ainda a função de habitat ou proteção aos animais em momentos de dessedentação ou passagem.

**c) Pastagem**

Abrange as pastagens artificiais ou plantios de forrageiras para pastoreio, em diversos níveis de tecnificação e manejo, além das pastagens de vegetação espontânea que sobrevivem aos desmatamentos, podendo ou não ser melhoradas com espécies de gramíneas exóticas. Por vezes, podem ser caracterizadas como campo antrópico.

A ocorrência desta categoria de uso também se mostrou bastante abrangente no município, podendo ser observada em todos os seus quadrantes associadas aos demais tipos de uso.

Como resultado da 53,36% da área do município. Assim as **Fotos 03 e 04** ilustram esta categoria.

	<p><b>Foto 03: Vista de área de pastagem associada a manchas de “Mata”.</b></p>
	<p><b>Foto 04: Vista de área de pastagem associada a manchas de “Mata” e ao fundo culturas e reflorestamento</b></p>

**d) Reflorestamento**

Esta categoria de uso, ilustrada a seguir pela **Foto 05**, engloba as terras onde ocorre o reflorestamento com espécies arbóreas nativas ou exóticas como pinus e eucaliptus, visando a exploração econômica da madeira.

Como resultado da classificação digital, as manchas identificadas como “Reflorestamento”

representaram 2,02% da área do município.



Foto 05: Vista de área de reflorestamento com pinus para exploração comercial.

#### e) Culturas

Esta categoria de uso das terras corresponde à atividade agrícola no município, correspondendo a 18,70% da área do Município. Foram observadas ao longo do município, diversos tipos de cultura, Laranja (**Foto 06**); Cana de Açúcar (**Foto 07**) e Feijão (**Foto 08**), entre outras.



Foto 06: Vista de plantação de Laranja, no Município de Tatuí.



Foto 07: Vista de plantação de Cana de Açúcar, no Município de Tatuí.



**Foto 08: Vista de plantação de Feijão, no Município de Tatuí.**

### e) Área Urbana

Esta categoria representa a mancha de ocupação urbana da cidade de Tatuí, onde de acordo com os levantamentos censitários do IBGE, residem 115.115 habitantes.

Como resultado da classificação digital, as manchas identificadas como “Área Urbana” representaram 3,42% da área do município.

A **Foto 09**, a seguir ilustra a ocupação a urbana de Tatuí.



**Foto 09: Vista da ocupação urbana do Município de Tatuí em meio manchas de árvores.**

### f) Espelho d’água

Os espelhos d’água observáveis na escala de mapeamento, que representam 0,42%, são os reservatórios e os cursos d’água de maior ordem, que são ilustrados nas **Fotos 10 e 11**, a seguir.



**Foto 10: Vista de lago existente, no Município de Tatuí.**

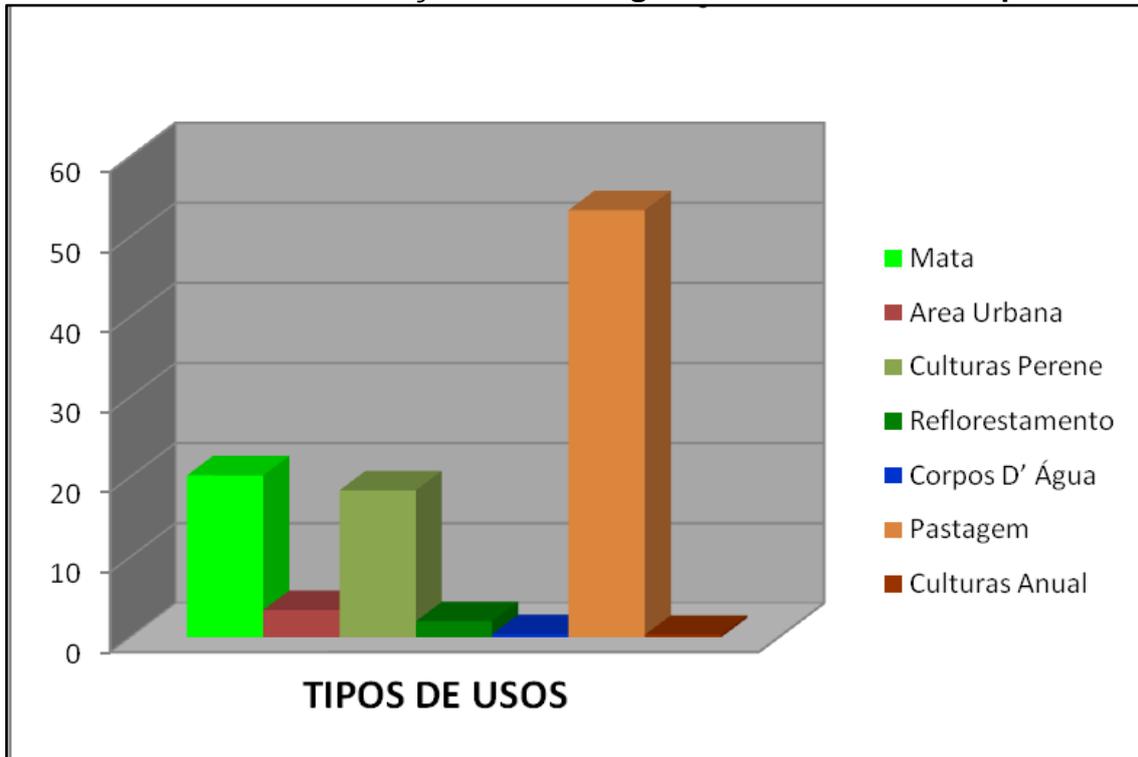


**Foto 11: Vista de uma represa, Município de Tatuí.**

### **3.2.6.2. Distribuição das Categorias de Uso e Ocupação das Terras**

O Mapa de Uso e Ocupação das Terras do Município de Tatuí apresenta que todas as categorias de uso podem ocorrer em todos os seus quadrantes geográficos, observando-se o predomínio de áreas de Pastagem, essa categoria de uso está distribuída em 290,22 km<sup>2</sup>, seguido das áreas de Matas, que ocupam 106,04 km<sup>2</sup>, Culturas 97,97 km<sup>2</sup>, área Urbana com 17,19 km<sup>2</sup>, Reflorestamento que ocupam 10,60 km<sup>2</sup>, e Corpos D'Água com 2,19 km<sup>2</sup> e, conforme pode ser observado a seguir no **Gráfico 06** de barras.

**Gráfico 06 - Distribuições das Categorias de Uso no Município.**



### 3.2.7. Climatologia

Segundo a classificação climática de Koeppen, baseada em dados mensais pluviométricos e termométricos, o estado de São Paulo abrange sete tipos climáticos distintos, a maioria correspondente a clima úmido. O tipo dominante no município de Tatuí é o Cwa, que abrange toda a parte central do Estado e é caracterizado pelo clima tropical de altitude, com chuvas no verão e seca no inverno, com a temperatura média do mês mais quente superior a 22°C. O **Quadro 13** apresenta os valores médios de temperatura e chuva anuais para o município.

**Quadro 13 - Temperatura e Pluviosidade do Município de Tatuí.**

Mês	Temperatura do Ar (C°)			Chuva (mm)
	Mínima média	Máxima média	Média	
JAN	20.0	31.0	25.0	202.3
FEV	19.0	31.0	25.0	175.7
MAR	18.0	31.0	24.0	138.0
ABR	15.0	29.0	22.0	55.7
MAI	12.0	26.0	19.0	62.8
JUN	10.0	25.0	17.0	53.7
JUL	9.0	25.0	17.0	39.5
AGO	11.0	27.0	19.0	32.3
SET	13.0	27.0	20.0	67.7
OUT	16.0	29.0	23.0	123.8
NOV	17.0	30.0	23.0	106.1
DEZ	18.0	31.0	25.0	174.0
Ano	14.8	28.5	21.6	1231.6
Min.	9.0	25.0	17.0	32.3
Max	20.0	31.0	25.0	202.3

#### 4. ASPECTOS DO SANEAMENTO AMBIENTAL

##### 4.1. Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário

Segundo informações constantes no Plano de Saneamento Básico do Município, O Sistema de Abastecimento de Água de Tatuí atende a 100% da sede, sendo operado pela SABESP. O sistema da sede conta com um sistema de produção com duas captações superficiais, uma no Rio Tatuí, do tipo tomada direta com estação elevatória de captação, que é constituída por 2 bombas centrífugas, sendo uma bomba em operação e outra para rodízio e reserva, com potência do motor de 650 cv, operando com uma vazão média variável de 190 a 225 L/s, e está em operação há 13 anos. E outra captação no Rio Sarapuí, constituída por dois conjuntos motobombas submersíveis (75 cv e 100 cv), instalados em um trapiche montado sobre o rio, estes conjuntos operam em série e recalcam a água para o segundo recalque, que possui motores com potência de 600 cv e 480 cv, que recalcam uma vazão média variável entre 170 a 215 L/s para ETA, esses conjuntos foram instaladas há 10 anos.

As duas captações (Tatuí e Sarapuí) exploram juntas, na maior parte do tempo, uma vazão da ordem de 360 L/s.

Não existem problemas registrados sobre a qualidade da água bruta, que é monitorada

pela SABESP. A captação não possui outorga.

A SABESP controla a qualidade da água em todo o sistema de abastecimento, desde os mananciais até o cavalete do imóvel dos clientes, coletando amostras e realizando análises diariamente, conforme preconizado na legislação vigente. Para isso, possui laboratórios de controle sanitários, certificados pela ISO 9001 e ou acreditados pela ISSO 17025.

A adutora de água bruta do Rio Sarapuí é constituída de material em ferro fundido, inicialmente com diâmetro 400 mm e extensão de 174 m até a elevatória de água bruta, logo adiante diâmetro 500 mm e extensão de cerca de 7,7 km, alterando ainda para 600 mm durante 948 m de extensão e, por fim, 500 mm de diâmetro nos 5,6 km restantes até a ETA.

O município de Tatuí possui uma ETA do tipo convencional cuja capacidade nominal é de 200,0 l/s e vazão de operação é de 360 l/s; operando 24 horas por dia e tem uma produção média estimada em 943.583 m<sup>3</sup>.

A ETA não apresenta tratamento avançado nem problemas de operação. Os efluentes gerados (descarga dos flocladores, decantadores e água de lavagem dos filtros) são descarregados sem nenhum tratamento diretamente no corpo d' água.

O Sistema de Esgotos Sanitários de Tatuí, operado pela SABESP, é constituído de redes coletoras, coletores-tronco, emissários, estações elevatórias, linhas de recalque e estações de tratamento.

Atualmente, Tatuí apresenta uma extensão de rede de esgotos com, aproximadamente, 225 km de extensão, que atende a 32.683 ligações totais, servindo aproximadamente 92% da população urbana, segundo os dados mais recentes obtidos junto ao município.

O sistema principal é constituído, basicamente, por 14 estações elevatórias de esgoto e 04 estações de tratamento (ETEs), a saber: ETE CEAGESP, ETE Bassi, ETE INOCOOP e ETE Fossa-Filtro (Manoel Guedes).

A rede coletora é constituída exclusivamente por tubulações em material cerâmico, com diâmetros variando entre 100 mm e 300 mm.

As principais estações elevatórias existentes e que se encontram em operação são descritas no quadro seguinte.

As elevatórias Big Food e Guardian não pertencem a SABESP, pois são de propriedade de indústrias particulares, porém o esgoto é recalcado para a ETE CEAGESP.

Na sede do município de Tatuí, existe coleta e tratamento de esgoto. Do total de esgoto produzido, 92% é coletado, e deste, 84% é tratado. Existem 4 Estações de Tratamento de Esgoto, descritas a seguir, que totalizam uma capacidade de tratamento da ordem de 300 L/s:

### **ETE CEAGESP**

O emissário de esgoto bruto possui 2.570 m de extensão e 450 mm de diâmetro. As unidades iniciais do tratamento são constituídas de gradeamento, caixa de areia e medição de vazão. A ETE é composta por três conjuntos em paralelo de lagoas aeradas, seguidas de lagoas de sedimentação e leitos para secagem de lodo.

- Capacidade: 15.452 ligações
- Corpo receptor: córrego Matadouro; ponto de lançamento (S 23°20'31" / W 47°47'53")

### **ETE BASSI**

O emissário de esgoto bruto percorre cerca de 2.000 m até a chegada da ETE. A área da ETE é da ordem de 2,4 ha porém a área efetivamente ocupada pelas lagoas é de 11.204 m<sup>2</sup>. A ETE é composta por uma lagoa anaeróbia seguida de lagoa facultativa.

- Capacidade: 7.350 ligações
- Corpo receptor: rio Tatuí; ponto de lançamento (S 23°21'58" / W 47°49'59")

### **ETE INCOOP**

Composta por tratamento preliminar através de gradeamento, caixa de areia e medição de vazão; posteriormente os efluentes são conduzidos a uma lagoa aerada seguida de duas lagoas de sedimentação em paralelo. Para o tratamento da fase sólida há um leito de secagem de lodo.

- Capacidade: 647 ligações
- Corpo receptor: rio Tatuí; ponto de lançamento (S 23°22'14" / W 47°51'26")

### **ETE Fossa Filtro (Manoel Guedes)**

Composta por dois sistemas em paralelo, sendo o primeiro com caixa de areia, fossa séptica e dois filtros de fluxo ascendente e o segundo com por fossa séptica seguida de dois filtros de fluxo ascendente.

- Capacidade: 600 ligações
- Corpo receptor: rio Tatuí; ponto de lançamento (S 23°22"10" / W 47°52"12")

Em relação ao esgoto na área rural as soluções são individualizadas, predominando o tratamento em fossas sépticas, seguidas de poços absorventes ou fossas negras. Os distritos dispõem de sistema de tratamento individual, com fossas sépticas, sob responsabilidade dos proprietários.

#### 4.2. Limpeza Urbana e Resíduos Sólidos

Os serviços de limpeza urbana no município de Tatuí são de responsabilidade da prefeitura, sendo que a coleta de resíduos sólidos domésticos e dos serviços de saúde é terceirizada. O município faz cobrança dos serviços regulares de limpeza urbana e dos serviços de coleta e destinação dos resíduos dos serviços de saúde.

A coleta dos resíduos domiciliares abrange todo o município, os mesmos são dispostos no aterro sanitário municipal.

Existe no município a Cooperativa de Reciclagem de Tatuí, que em parceria com a prefeitura realiza a coleta seletiva porta a porta.

#### 4.3. Sistema de Drenagem Urbana

A gestão do sistema de drenagem urbana é composta por um conjunto de medidas com a finalidade de minimizar os riscos aos quais as populações estão sujeitas, evitar os prejuízos decorrentes da inundação e permitir o desenvolvimento urbano de modo articulado e sustentável. Esse sistema deve conter dois subsistemas distintos e complementares, concebidos sob critérios diferenciados.

##### 4.3.1. Demanda

A seguir é apresentada a Documentação Fotográfica que identifica os problemas mais agudos com relação à drenagem do município de Tatuí, tanto na questão das erosões, como também na questão de pontos de alagamentos, assoreamentos e de dissipação das águas de chuvas coletadas.



Foto 12: Alagamento de Residências na Rua Ind. Camilo Vanni, Jardim Palmira.



Foto 13: Alagamento de residências na Rua Ind. Camilo Vanni, Jardim Palmira, vista frontal da residência.



Foto 14: Centro, Rua XI de Agosto, alagamento de residência.



Foto 15: Transbordamento do Ribeirão Manduca (principal 'Córrego' que corta a cidade, causando inúmeros alagamentos).



**Foto 16: Alagamento da Marginal Manduca, causado pelo transbordamento Ribeirão Manduca, e ainda com o agravante de receber fortes enxurradas do Centro do Município, vindas das ruas Santo Antônio, Tamandaré, 07 de Abril e Mal. Deodoro da Fonseca.**



**Foto 17: Bairro Boqueirão/Curtume: Foto do interior de uma das residências alagadas em Dezembro de 2010; Perda total dos móveis e bens de 06 (seis) residências.**



**Foto 18: Jardim Tomaz Guedes; Alagamento causado pelo transbordamento do Rio Tatuí.**



**Foto 19: Bairro Boqueirão / Curtume: Máquinas trabalhando para a desobstrução da tubulação que causou o alagamento das 06 residências.**



Foto 20: Bairro Boqueirão: Vista da área alagada.



Foto 21: Marginal Manduca, Rua Terezinha J. P. Camargo.



Foto 22: Marginal Manduca, Rua Santo Antônio até a Rua Tamandaré.



Foto 23: Marginal Manduca, outra visão: Rua Santo Antônio com a Tamandaré.



Foto 24: Córrego da Ponte Preta: Erosão atingindo uma residência, fundo da Rua Florindo Antunes Machado, Vila Esperança.



Foto 25: Marginal do Manduca, Ponte da Rua José Bonifácio.



Foto 26: Marginal do Manduca: Forte erosão atingindo uma das residências da Rua São Martinho.



Foto 27: Centro, Rua XI de Agosto, próximo à firma Apllauso Veículos: Imensa cratera, gerada pelas fortes enxurradas e deficiência de drenagem das águas pluviais.

## 5. LEVANTAMENTO DO QUADRO JURÍDICO E INSTITUCIONAL E MACROZONEAMENTO

A composição do quadro jurídico do Município procedeu-se pela análise da legislação municipal existente, principalmente no tocante ao manejo de águas pluviais, uso e ocupação do solo e diretrizes construtivas estabelecidas no Código de Obras.

### 5.1. Lei Municipal nº 1.963 de 11 de Outubro de 1988 - Código de Obras

O Código de obras de Tatuí regulamenta todas as disposições sobre construções, reformas, aumentos, demolições e seus atos complementares. Com relação ao manejo de águas pluviais, é válido ressaltar, alguns pontos. O CO prevê em seu Capítulo V - Disposições Diversas, o seguinte:

*Artigo 25 - Todos os edifícios situados no alinhamento da via pública deverão dispor de calhas e condutores adequados e suficientes a conduzir as águas pluviais até as sarjetas, passando por baixo das calçadas.*

*O Capítulo XII do CO trata exclusivamente do manejo de águas pluviais, discorrendo entre os Artigos 429 a 433, as seguintes diretrizes:*

*Artigo 429 - O escoamento de águas pluviais para as sarjetas será feito no trecho do passeio em canalização construída sob o mesmo.*

*Artigo 430 - A Água pluvial proveniente de pátios internos ou áreas abertas junto ao alinhamento da via pública será captada por ralos grande, colocados sob os portões de entrada. Artigo 431 - Em casos especiais de inconveniência ou impossibilidade de conduzir as águas pluviais às sarjetas, será admitida a ligação direta às galerias de águas pluviais.*

*§ 1º - O interessado deverá requerer à Prefeitura a necessária autorização. § 2º - As despesas com a execução dessa ligação correrão integralmente por conta do interessado.*

*Artigo 432 - Nas edificações construídas no alinhamento as águas pluviais provenientes de telhados e balcões, deverão ser captadas por meio de calhas ou condutores, e levadas até a sarjeta conforme o artigo anterior.*

*Parágrafo Único - Os condutores nas fachadas lindeiras à via pública, serão*

*embutidas até a altura mínima de 2,50 m acima do nível do passeio.*

*Artigo 433 - Não será permitida a ligação de condutores de águas pluviais à rede de esgotos, nem a ligação de canalização de esgotos às sarjetas ou galerias de águas pluviais.*

## **5.2. Lei Municipal n.º 3.885, de 18 de outubro de 2006 - Plano Diretor Municipal.**

O Plano Diretor Municipal é o principal instrumento de gestão territorial do município. As normas do Macrozoneamento são regras fundamentais de ordenação do território municipal, de modo a atender os princípios constitucionais da política urbana da função social da cidade e da propriedade.

O território do Município de Tatuí divide-se em Macrozonas, Zonas e Áreas de Especial Interesse a fim de ordenar a ocupação do território e dirigir a produção do espaço no Município.

A Macrozona de Qualificação Urbana, tem os seguintes limites: inicia-se no encontro do Rio Sorocaba com a Rodovia Presidente Castello Branco, na qual segue por esta pela margem direita da referida rodovia até encontrar o Rio Caguaçu, seguindo pelo mesmo até o encontro com a Rodovia Mário Batista Mori, assim cruzando a Rodovia e seguindo até encontrar com o Rio das Pedras, seguindo por este passando ao lado do Campo Experimental de Tatuí, Bairro dos Fragas até Tanque Represa do Maria Tuca, desta até encontrar estrada velha Tatuí-Itapetininga, assim segue pela estrada velha Tatuí-Itapetininga até encontrar com a estrada municipal TTI 454, na qual deflete a esquerda e segue a mesma até encontro com o Rio Tatuí, na qual deflete a esquerda e segue ao longo do mesmo até projeção da Rua Benedito Nunes (Jardim Santa Rita) defletindo a direita e seguindo pela projeção até encontro com a Rua Teófilo Andrade Gama, defletindo á direita e seguindo pela Avenida Vitalina Ceroto até encontro com a Estrada Municipal João Gardenal Filho (TTI 040), deflete á direita até encontro com a Rua José Carlos de Miranda, assim deflete á esquerda seguindo na mesma até encontro com a Avenida João Martins, deflete a direita e segue pela mesma até encontro com a Rua José Carlos de Miranda, no qual segue até defletir á esquerda na Rua Deocacir Pereira na qual segue a mesma até defletir á direita na Rua Eliza P. da Silveira, na qual segue pela sua projeção em linha reta até encontro com a Estrada Municipal Avelino Bueno (TTI 461), defletindo á esquerda e seguindo na mesma até o encontro com a Rua Irraio da Silva na

qual segue a mesma até encontro com a Rua Aureliano Lopes Guimarães, na qual deflete á esquerda e segue pela Rua Juvenal Franco de Oliveira (TTI 030) até encontro com a Rua Jani Ramos, na qual deflete á esquerda e segue pela mesma até o encontro com a Rua Fernando Ceciliato, deflete á esquerda e segue até encontrar com a Rua José Fogaça e segue a mesma até encontro com o João Soares de Oliveira, na qual deflete á esquerda e segue pela mesma até o encontro com a Rua Yaya Peixoto Sobral, até encontrar o afluente do Ribeirão Água Branca defletindo á esquerda, no qual segue no mesmo até o encontro com a Estrada Municipal Avelino Bueno (TTI 461), na qual segue até o encontro com a Rua Porfírio da Campos Pedroso, na qual deflete é direita e segue na mesma até o encontro com a Rua Paulo Crescíulo, no qual deflete á esquerda e segue na mesma até encontrar sua projeção com a Rua Teófilo Andrade Gama na qual deflete á direita e segue na mesma até encontrar a ponte sobre o Rio Tatuí, na qual deflete á direita e segue o mesmo até encontrar a ponte da Rodovia Senador Laurindo Minhoto na qual deflete a direita e segue na mesma até encontrar a última Rua do Loteamento São Marcos a Rua Cândido José de Oliveira na qual deflete á esquerda e segue na mesma até encontrara Rua Pedro Leonardo Filho, na qual deflete á esquerda e segue a mesma até encontrar a Estrada Municipal Tatuí- Iperó Via Municipal Olívio Teixeira, na qual deflete á direita e segue a mesma até encontrar a Rua Professor Orlando Loretti, no Parque Residencial Colina das Estrelas, no qual deflete á esquerda e segue a mesma até o encontro com o afluente do Rio Tatuí, no qual segue até o encontro com o Rio Tatuí, no qual deflete á direita e segue o mesmo até encontrar a ponte na Estrada Municipal Moises Martinho, na qual deflete a direita e segue pela Rua Maria Conceição Martins na qual segue a mesma até encontro com a sua projeção em linha reta com o Rio Sorocaba no qual deflete á esquerda e segue o mesmo até a Rodovia Presidente Castello Branco, assim fechando o polígono. Inclui também os parcelamentos denominados Chácaras de Recreio Gaiotto e Loteamento Recanto Boa Vista.

Destacam-se as Zonas de Interesse Ambiental que são porções do território destinadas a proteger e recuperar os mananciais, nascentes e corpos d'água; a preservação de áreas com vegetação significativa e paisagens naturais notáveis; áreas de reflorestamento e de conservação de parques e fundos de vale, rios, ribeirões, córregos, mananciais, nascentes e corpos d' água.

Conforme podemos verificar no Desenho ZON 01\_01, do Anexo IV do Relatório Técnico Parcial I - Vol. II, a expansão da área urbana dentro do horizonte do projeto, identificada

pela sigla **ZU5**, acrescentará **43.73 km<sup>2</sup>** de área, dos quais **30.61 km<sup>2</sup>** serão impermeáveis.

## 6. CRITÉRIOS BÁSICOS PARA ESTUDOS E PROJETOS DE MACRODRENAGEM

O desenvolvimento de padrões e critérios de projeto para as obras de macrodrenagem tem como principal objetivo a consolidação de diretrizes a serem seguidas quando da elaboração dos respectivos projetos, além das principais limitações existentes para cada um dos problemas específicos, que deverão constituir as condições de contorno e restrições a serem consideradas no projeto, dentre as quais ressaltam-se:

- **Contribuições aos rios principais:** Deverão ser analisadas para as condições de vazões excepcionais as sobre-elevações localizadas do nível d'água.
- **Identificação dos pontos de inundações:** Identificação de todos os pontos baixos ao longo das margens do curso d'água, de modo a ser possível estabelecer os correspondentes perfis longitudinais que deverão orientar o arranjo básico a ser adotado para o projeto de canalização.

Nos casos em que seja impraticável manter a linha d'água de projeto do canal abaixo de um ou mais pontos baixos marginais, é necessário conceber soluções particulares de drenagem dos mesmos que deverão ser tratadas separadamente, seja mediante condutos paralelos ao canal principal até um ponto mais baixo a jusante, seja mediante conduto descarregando diretamente no canal, porém dotado de "flap gate" na saída ou, em último caso, um sistema localizado de drenagem por bombeamento.

- **Obstruções por pontes:** Nos casos em que as pontes constituem restrições ao escoamento é conveniente verificar a possibilidade de melhorias, tais como: adequação hidrodinâmica de pilares, alteamento de tabuleiro e proteção dos encontros das pontes.
- **Travessias de tubulações e outros:** As travessias mais freqüentemente são aquelas que atuam como suporte de adutoras, oleodutos, gasodutos, etc. As intervenções possíveis de serem efetuadas para melhoria das condições de escoamento são semelhantes ao caso das pontes.
- **Estrangulamento da calha ou seção do rio:** Podem existir estrangulamentos do

curso d'água causado por construções muito próximas ao leito, implicando em limitações sérias para a veiculação das vazões máximas desejáveis.

Nesses casos, mesmo concebendo soluções de canal ou galeria, as capacidades máximas possíveis podem estar aquém das necessidades reais. Nestas situações com restrições, a busca de soluções pode envolver um conduto de reforço, o desvio de vazões a montante para outro local ou, eventualmente, a implantação de reservatórios de detenção a montante.

- **Benfeitorias e edificações importantes:** A ocorrência de benfeitorias e edificações importantes situadas nas margens de um curso d'água embora não constituam propriamente restrições à obra de canalização podem ter um certo peso no arranjo geral das obras de canalização, pela sua vinculação com a configuração do sistema viário local.
- **Restrições s Jusante:** É importante nos projetos de canalização apresentar eventuais restrições a jusante do trecho a canalizar, que podem limitar as vazões que venham a ser veiculadas pelo trecho objeto de estudo. Em tais casos a necessidade de criar reservatórios de detenção a montante pode ser uma imposição a ser considerada no projeto.
- **Espaço / Manutenção:** São considerados além destas condições para implantação das obras de macrodrenagem, os aspectos relativos a espaços disponíveis para execução, operação e manutenção das obras, a existência de faixas viárias para o acesso como forma de propiciar a manutenção e conservação de taludes e de equipamentos, quando existentes, além de concepções que propiciem melhor forma de contenção para as linhas d'água nas enchentes.

No item a seguir são apresentados os critérios hidráulicos a serem observados quando da elaboração de projetos de drenagem.

### 6.1. Critérios Básicos de Estudos

O critério básico adotado no dimensionamento de obras de macrodrenagem refere-se a vazão correspondente a um determinado período de retorno (TR) deste evento, que para as avaliações de impactos e de riscos causados por inundações correspondem aos TR de 10, 25, 50 e de 100 anos. As vazões correspondentes ao período de retorno de 10 anos

são usadas na verificação das dimensões das obras de canalizações e efeitos de cheias de menores relevância, e os correspondentes valores estimados com ocorrência de 100 anos destinam-se aos dimensionamentos das obras de controle de inundações, que são objeto deste plano.

Os fatores relacionados as vazões de dimensionamento são a chuva de projeto, as taxas de impermeabilização dos terrenos, que levam em consideração os índices de ocupação futuro estimado para a área de estudo, além do período de retorno, como a seguir apresentado.

## **7. CRITÉRIOS DE ANÁLISE E ELABORAÇÃO DE PROJETO**

### **7.1. Objetivos e Princípios**

Dentro do contexto de desenvolvimento de uma região, a implantação de um sistema de macrodrenagem urbana deve ser orientada pelos seguintes objetivos principais:

- Reduzir a exposição da população e das propriedades ao risco de inundações;
- Reduzir sistematicamente o nível de danos causados pelas inundações;
- Preservar as várzeas não urbanizadas;
- Assegurar que as medidas corretivas sejam compatíveis com as metas e objetivos da região;
- Minimizar os problemas de erosão e sedimentação;
- Proteger a qualidade ambiental e o bem estar social;
- Promover a utilização das várzeas para atividades de lazer e contemplação.

Os princípios que devem nortear os programas de drenagem urbana estabelecidos nos termos de referência dos estudos de macrodrenagem são os seguintes:

- O sistema de drenagem é parte do sistema ambiental urbano que pode ser considerado parte da infraestrutura urbana, ou como um meio para alcançar metas e objetivos mais abrangentes;
- A urbanização tem potencial para aumentar o volume e as vazões do escoamento superficial direto. A influência da ocupação de novas áreas deve ser analisada no

contexto da bacia hidrográfica na qual estão inseridas, de modo a se efetuarem os ajustes necessários para minimizar a criação de problemas de inundações;

- As várzeas são áreas de armazenamento natural. As várzeas fazem parte dos cursos naturais, tanto quanto a sua calha principal. Por esta razão, em geomorfologia a várzea também recebe a denominação de leito maior ou secundário;
- As funções de um curso d'água e de sua várzea associada são a coleta, armazenamento e veiculação das vazões de cheias. Essas funções não podem ser relegadas a um plano secundário em favor de outros usos que se possa imaginar para as várzeas, sem a adoção de medidas compensatórias onerosas. As várzeas têm a potencialidade de contribuir para a melhoria da qualidade da água e do ar, a manutenção de espaços abertos, a preservação de ecossistemas importantes e acomodação de redes de sistemas urbanos adequadamente planejados;
- Drenagem é um problema de destinação de espaço. Se o armazenamento natural é reduzido pela urbanização ou outros usos do solo sem as adequadas medidas compensatórias, as águas das cheias buscarão outros espaços para seu trânsito, podendo atingir locais em que isso não seja desejável. O primeiro passo para a utilização de espaços urbanos é providenciar meios necessários para o armazenamento das águas quando de grandes enchentes. As áreas para esse fim podem ser planejadas de modo a incorporar valores estéticos locais, assim como espaços para uso recreativo e;
- Medidas de controle de poluição. Ao se tratar as águas do escoamento superficial direto de uma área urbana, deve ser dada atenção aos aspectos da qualidade dessas águas. Estes, por sua vez, estão relacionados com as práticas de limpeza das ruas, coleta, remoção de lixo e detritos urbanos, ligação clandestina de esgotos na rede de galerias, coleta e tratamento de esgoto e regulamentação do movimento de terras de áreas em desenvolvimento, tendo em vista o controle de erosão e, conseqüentemente, da carga de sedimentos. O controle da poluição das águas é essencial para que sejam alcançados os benefícios potenciais que podem oferecer os cursos d'água urbanos e suas várzeas.

## 7.2. Padrões e Critérios de Projeto

O desenvolvimento de padrões e critérios de projeto para as obras de drenagem urbana tem como principal objetivo a consolidação de diretrizes a serem seguidas quando da elaboração de projetos de drenagem, além das principais restrições existentes para cada um dos problemas específicos, que deverão constituir as condições de contorno a serem consideradas no projeto.

Dentre os principais aspectos básicos a serem considerados ressaltam-se:

- Contribuições ao canal principal;
- Identificação dos pontos baixos;
- Obstruções por pontes;
- Travessias de tubulações e outros;
- Estrangulamento da calha ou seção do canal;
- Sistema de drenagem lateral;
- Benfeitorias e edificações importantes; e
- Restrições a jusante.

São considerados além destas condições, para implantação dos canais propriamente ditos, os aspectos relativos a espaços disponíveis para execução destes, a existência de faixas viárias em ao menos um dos lados a fim de que se possa propiciar a manutenção e conservação do talude e uma forma de traçado o mais retilínea que propicie menor atrito e melhor forma de contenção para as linhas d'água nas enchentes.

No item a seguir são apresentados os critérios hidráulicos a serem observados quando da análise do desempenho das estruturas de drenagem existentes.

## 7.3. Vazões de Projeto

Os critérios hidráulicos para o dimensionamento de obras de drenagem adotam como referência a vazão correspondente a um determinado período de retorno que, para o caso de canalização de sistema de macrodrenagem, é de 100 anos, considerando-se o horizonte de ocupação futura, nesse caso 2034.

O diagnóstico da capacidade de escoamento das estruturas existentes será feito tomando-se por base as vazões calculadas pelo modelo hidrológico para o ano base de 2015 e de 2035. Assim, será verificada inicialmente a capacidade da estrutura veicular a vazão de projeto com período de retorno de 50 anos atendendo ao critério de borda livre definido no Guia Prático para Projetos de Pequenas Obras Hidráulicas, DAEE que no caso de canais abertos corresponde a 10% da lâmina d'água, mas não inferior a 0,40m e no caso de canais de contorno fechado deve ser de no mínimo 20 % da lâmina d'água.

Para definir a necessidade de intervenções imediatas, será verificada também a capacidade de escoamento considerando-se a vazão de período de retorno 50 anos com horizonte 2014, admitindo-se que o escoamento possa utilizar a faixa de talude correspondente ao critério de borda livre.

Finalmente, será verificada a necessidade de intervenções dentro do horizonte de projeto (2034) com base nos valores correspondentes aos períodos de retorno 100 anos obedecendo aos critérios de borda livre supracitados.

#### **7.4. Restrições de Projeto**

Os projetos de canalizações de córregos envolvem uma série de dados básicos e condições físicas de contorno no desenvolvimento destas obras. A seguir são apresentados alguns dos principais aspectos que devem ser considerados no projeto.

##### **7.4.1. Contribuição ao Canal Principal**

Para as condições de vazões excepcionais, as sobrelevações localizadas do nível d'água devem ser analisadas com cuidado. Sua concepção é condicionada ao espaço disponível, muitas vezes restrito. Deve-se buscar a forma mais racional de compatibilização destes condicionantes.

##### **7.4.2. Identificação dos Pontos Baixos**

É conveniente efetuar a identificação de todos os pontos baixos ao longo das duas margens do curso d'água, de modo a ser possível estabelecer os correspondentes perfis longitudinais que deverão orientar o arranjo básico a ser adotado para o projeto do canal

ou galeria.

Nos casos em que seja impraticável manter a linha d'água de projeto do canal abaixo de um ou mais pontos baixos marginais, é necessário conceber soluções particulares de drenagem dos mesmos que deverão ser tratadas separadamente, seja mediante condutos paralelos ao canal principal até um ponto mais baixo a jusante, seja mediante conduto descarregando diretamente no canal, porém dotado de "flap gate" na saída ou, em último caso, um sistema localizado de drenagem por bombeamento.

#### **7.4.3. Obstruções por Pontes**

Nos casos em que as pontes constituem restrições ao escoamento é conveniente verificar a possibilidade de melhorias, tais como: adequação hidrodinâmica de pilares, alteamento de tabuleiro e proteção dos encontros das pontes.

#### **7.4.4. Travessias de Tubulações e Outros**

As travessias utilizadas mais frequentemente são aquelas que atuam como suporte de adutoras, oleodutos, gasodutos etc. As intervenções possíveis de serem efetuadas para melhoria das condições de escoamento são semelhantes ao caso das pontes.

#### **7.4.5. Estrangulamento da Calha ou Seção do Canal**

Podem ocorrer estrangulamentos do curso d'água causados por construções muito próximas ao leito que implicam em limitações sérias para a veiculação das vazões máximas desejáveis.

Nesses casos, mesmo concebendo soluções de canal ou galeria, as capacidades máximas possíveis podem estar aquém das necessidades reais. Nestas situações com restrições, a busca de soluções pode envolver um conduto de reforço, o desvio de vazões a montante para outro local ou, eventualmente, a implantação de reservatórios de retenção a montante.

#### 7.4.6. Sistema de Drenagem Lateral

Num trecho de curso d'água a canalizar é também de grande importância a análise de todo o sistema de drenagem lateral, que se refere à microdrenagem, e aos pontos de desemboque de condutos de médio porte como o caso de galerias.

Neste sentido é necessário compatibilizar altimetricamente as características do canal a projetar com os diferentes condutos afluentes, de modo a garantir as condições de escoamento desses condutos.

#### 7.4.7. Benfeitorias e Edificações Importantes

Ocorrem muitas vezes, a presença de benfeitorias e edificações importantes situadas nas margens de um dado curso d'água que, embora não constituam propriamente restrições à obra de canalização podem ter um certo peso no arranjo geral das obras de canalização, pela sua vinculação com a configuração do sistema viário local.

#### 7.4.8. Restrições à Jusante

É importante nos projetos de canalização apresentar eventuais restrições à jusante do trecho a canalizar, que podem limitar as vazões que venham a ser veiculadas pelo trecho objeto de estudo. Em tais casos, a necessidade de criar reservatórios de detenção a montante pode ser uma imposição a ser considerada no projeto.

### 7.5. Principais Dispositivos e Obras Empregados em Drenagem Urbana

#### 7.5.1. Canais Abertos

Na concepção geral de obras de drenagem urbana, a adoção de canais abertos em projetos é uma solução cogitada como primeira possibilidade pelas seguintes razões principais:

- a) Possibilidade de veiculação de vazões superiores à de projeto mesmo com prejuízo da borda livre;

- b) Facilidade de manutenção e limpeza;
- c) Possibilidade de adoção de seção transversal de configuração mista com maior economia de investimentos;
- d) Possibilidade de integração paisagística com valorização das áreas ribeirinhas, quando há espaço disponível; e
- e) Maior facilidade para ampliações futuras caso seja necessário.

Os canais abertos apresentam, por outro lado, restrições à sua implantação em situações em que os espaços disponíveis sejam reduzidos, como é o caso de áreas de grande concentração urbana.

A escolha do tipo de seção transversal de um canal a ser projetado depende de fatores, como o espaço disponível para implantação, as características do solo de apoio, a declividade e condições de operação.

A configuração ótima de um canal de drenagem urbana é a *seção trapezoidal escavada com taludes gramados*, pela sua simplicidade de execução e manutenção, assim como pelo menor custo de implantação. Por outro lado, o canal escavado, por admitir velocidades máximas reduzidas, exige maior espaço para sua implantação, além de declividades menores.

Uma das vantagens do canal escavado consiste em permitir futuras remodelações para aumento de capacidade mediante revestimento, além de preservar faixas maiores para futuras intervenções que se façam necessárias.

Os canais escavados constituem uma alternativa adequada para cursos d'água de áreas em processo de urbanização e para as quais sejam previsíveis incrementos futuros das vazões de escoamento superficial.

Quando o espaço disponível para implantação do canal é limitado, é preferível a utilização de canal revestido para garantir maiores velocidades de escoamento e por resultar em seções menores.

Na prática de projeto de canais urbanos é comum conceber canais visando apenas a veiculação de vazões de cheias, o que leva a sérios problemas de assoreamento e deposição de detritos para condições de operação de vazões de média intensidade, também conhecidas como vazões formativas ou modeladoras, que são as mais frequentes.

Esses canais sejam eles trapezoidais ou retangulares, normalmente têm fundos largos e

incompatíveis com as vazões médias menores. É comum ocorrer a formação de pequenos leitos meandrados. Para evitar tais problemas, a solução recomendável é a adoção de seções mistas, dimensionadas no seu conjunto, para veicular as vazões máximas previstas e que permitam conduzir as vazões médias em subleitos menores em condições adequadas de velocidade.

Nos canais trapezoidais escavados, é possível adotar um leito menor, trapezoidal ou retangular, em concreto; e nos canais revestidos, sejam eles de seção trapezoidal ou retangular, é possível um fundo com configuração triangular, mediante simples rebaixo do fundo.

### 7.5.2. Galerias e Tubulações Fechadas

Em projetos de drenagem urbana o uso de galerias de grandes dimensões é necessário em áreas urbanizadas, devido à limitação de espaço e às restrições impostas pelo parcelamento do solo.

As galerias de grandes dimensões apresentam as seguintes limitações:

- Têm capacidade de escoamento limitada, que é inferior à sua capacidade máxima quando em regime livre;
- Por serem fechadas, as galerias apresentam condições de manutenção mais difíceis que os canais abertos, sendo grande a probabilidade de assoreamento e deposição de detritos, resultando sempre em perda de eficiência hidráulica;
- Em determinadas circunstâncias, as galerias exigem a adoção de seção transversal de células múltiplas. Este tipo de configuração de seção transversal apresenta vantagens sob o ponto de vista estrutural, mas em termos de desempenho hidráulico e de manutenção é muito problemática. O principal inconveniente de natureza hidráulica consiste no fato de ser necessária a introdução de "janelas" ao longo das paredes internas para que haja uma equalização de vazões entre as células. Essas "janelas", além de introduzir perdas localizadas não desprezíveis, constituem pontos de acúmulo de lixo e detritos. Além disso, as galerias de células múltiplas

existentes apresentam invariavelmente, a tendência de o escoamento das vazões menores se concentrar em apenas uma célula, com assoreamento mais acentuado nas demais, resultando em perda de eficiência na veiculação de vazões.

- Pelas razões apontadas, é conveniente adotar galerias de célula única que permitem, inclusive, projetar o fundo para possibilitar a concentração das vazões menores em sua parte central. Nos casos em que não é possível evitar a utilização de galerias de células múltiplas, julga-se razoável propor as recomendações a seguir com o propósito de melhorar a eficiência das mesmas, ou de pelo menos minimizar seus inconvenientes.
- Introduzir trechos em canal aberto que atuam como elementos de homogeneização do fluxo d'água, situando-os principalmente nos locais de entrada das principais contribuições laterais, de modo a evitar a necessidade de janelas nas paredes internas dos tramos de galeria. Além da sua função hidráulica, os trechos em canal aberto, constituiriam pontos de acesso para manutenção e limpeza em condições razoáveis de acesso;
- Nos casos de uso de galerias de células múltiplas é preferível optar por galeria de apenas duas células. Se for necessária a utilização de janelas de equalização, estas devem ser dimensionadas considerando as diferenças das afluências em cada célula, por trecho de galeria, que deverão transpassar de lado. Julga-se recomendável, no sentido de reduzir o problema de retenção de detritos nas janelas, que o bordo vertente das mesmas esteja situado de 0.7 a 0.85 da altura livre da galeria;
- Conforme já destacado, as galerias celulares, em virtude da necessidade de janelas nas suas paredes internas, possuem coeficiente de rugosidade global maior do que as galerias de células simples.

### **7.5.3. Reservatórios de Detenção**

A utilização de dispositivos de armazenamento em projetos de drenagem urbana não é uma tradição no Brasil. A literatura técnica internacional mostra, contudo, que esse tipo de instalação vem sendo crescentemente utilizado praticamente em todos os países de primeiro mundo, há mais de vinte anos.

Cabe destacar que, na fase inicial de desenvolvimento das obras de drenagem urbana, o princípio fundamental que norteava os projetos era o de garantir o rápido escoamento das águas. Com o crescimento das áreas urbanas, especialmente nas atuais metrópoles, os picos de cheias dos cursos d'água principais passaram a alcançar níveis extremamente elevados em relação às condições primitivas de ocupação, com graves problemas de inundação. Isso permitiu constatar que a filosofia de projeto de obras de drenagem deveria ser radicalmente alterada, no sentido de propiciar maiores tempos de permanência das águas precipitadas sobre uma dada bacia com o propósito de reduzir as vazões de pico excessivamente elevadas nos pontos mais a jusante da mesma.

A partir de então, os dispositivos de retenção passaram a ter uma especial importância nos projetos de drenagem urbana. Além do que já foi dito, acrescentam-se os benefícios de caráter ambiental e estabilidade morfológica dos cursos d'água receptores que, com isto, não têm a mesma amplitude de variação de vazões escoadas, conforme ocorre nos projetos em que se contempla apenas a solução de canalização.

A função básica dos dispositivos de armazenamento é a de retardar as águas precipitadas sobre uma dada área, de modo a contribuir para a redução das vazões de pico de cheias em pontos a jusante.

Os dispositivos de armazenamento compreendem dois tipos distintos que são os de **controle na fonte** e os de **controle a jusante**. Os dispositivos de **controle na fonte** escoamento superficial de modo a permitir uma utilização mais eficiente da rede de drenagem a jusante.

Esse tipo de dispositivo possui grande flexibilidade em termos de escolha de local de implantação, apresenta possibilidade de padronização da instalação, permite uma melhoria das condições de drenagem a jusante, bem como do controle em tempo real das vazões. Permite, ainda, um incremento de capacidade de drenagem global do sistema. Por outro lado, dificulta o monitoramento e a manutenção destas pequenas unidades instaladas em grande número e em diferentes locais. Isto implica também, em elevados custos de manutenção.

Os dispositivos de **controle à jusante**, por outro lado, envolvem um menor número de locais de armazenamento. As obras de armazenamento podem, por exemplo, estar localizadas no extremo de jusante de uma bacia de drenagem de porte apreciável, ou mesmo numa sub-bacia de porte também expressivo.

Esta modalidade de controle permite reduzir o custo de implantação em relação a o caso

de grande número de pequenas instalações de controle na fonte e apresenta maior facilidade de operação e manutenção, com custos mais reduzidos. Por outro lado, apresenta maior dificuldade para encontrar locais adequados para sua implantação, com custos de desapropriação mais elevados, além de encontrar uma maior resistência na opinião pública, quando se trata de reservatório de armazenamento ou barramentos de maior porte.

É necessário destacar, que não há uma distinção clara entre os dois tipos de dispositivos mencionados, existindo dispositivos que se enquadram em ambos os tipos.

### 7.6. Aspectos Hidrológicos

O Plano Diretor de Macrodrenagem de Tatuí requer a análise de chuvas intensas na região. Isso é feito conhecendo-se as chamadas Equações IDF (Intensidade-Duração-Frequência). Essas equações são calculadas quando se dispõe de dados pluviográficos, ou seja, dados da chuva em pequenos intervalos de tempo, em geral de no mínimo 5 minutos.

A região de estudo é monitorada especificamente por um posto pluviométrico do DAEESP, o Posto E5-062 - Campo do Paiol, a Lat. 48° 02'S e Long. 48° 02'W e altitude 640 m.

Para o município de Tatuí, o Manual de Equação de Chuvas Intensas do DAEE, apresenta a seguinte equação.

#### Relação intensidade - Duração - Período de retorno para Tatuí

Nome da estação: Campo do Paiol – E5-062R

Coordenadas geográficas: Lat. 23°23'S; Long. 48°02'W

Altitude: 640 m

Período de dados utilizados: 1971; 1973-91; 1993-97 (25 anos).

Equação:

$$it, T = 19,7523 (t+20)^{-0,7872} + 5,5111(t+20)^{-0,7609} \cdot [-0,4766 - 0,8977 \ln \ln(T/T-1)]$$

para  $10 \leq t \leq 1440$

Onde:

i: intensidade da chuva, correspondente à duração t e período de retorno T, em mm/min.;

t: duração da chuva em minutos;

T: período de retorno em anos.

O **Quadro 14** apresenta a previsão máxima de intensidades de chuvas para o município.

**Quadro 14 - Previsão de máximas intensidades de chuvas, em mm/h.**

Duração t (minutos)	Período de retorno T (anos)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	77,8	103,1	119,8	129,3	135,9	141,0	156,7	172,3	187,8
20	62,0	82,3	95,8	103,4	108,7	112,8	125,4	137,9	150,4
30	52,0	69,2	80,5	86,9	91,4	94,9	105,5	116,1	126,6
60	35,9	47,9	55,8	60,3	63,4	65,9	73,3	80,7	88,1
120	23,1	30,9	36,1	39,0	41,1	42,7	47,5	52,4	57,2
180	17,4	23,4	27,4	29,6	31,2	32,4	36,1	39,7	43,4
360	10,5	14,2	16,6	18,0	18,9	19,7	21,9	24,2	26,4
720	6,2	8,4	9,9	10,7	11,3	11,7	13,1	14,5	15,8
1080	4,5	6,2	7,3	7,9	8,3	8,6	9,6	10,6	11,6
1440	3,6	5,0	5,8	6,3	6,7	6,9	7,7	8,6	9,4

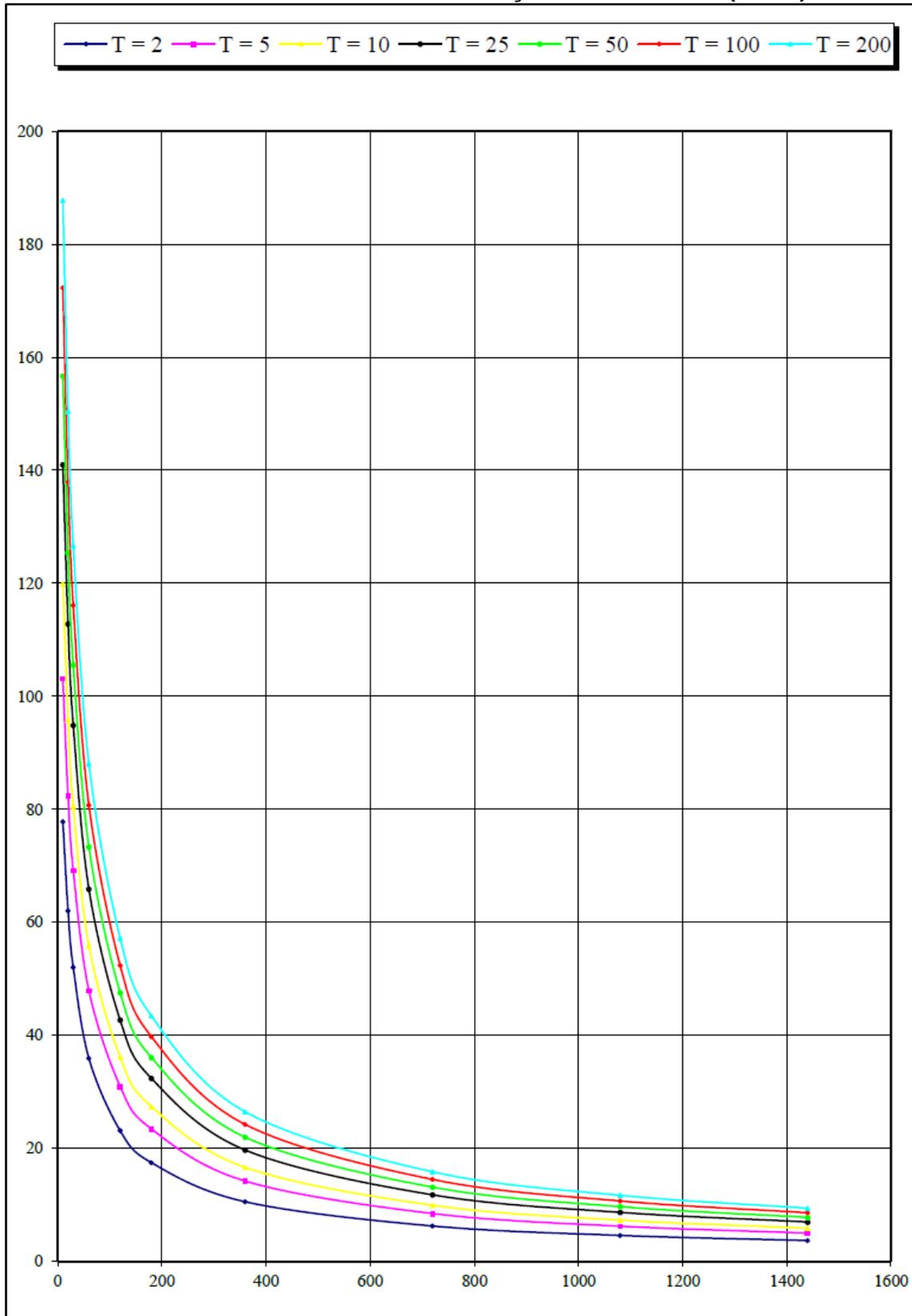
O **Quadro 15** apresenta a previsão máxima de alturas de chuvas para o município.

**Quadro 15 - Previsão de máximas alturas de chuvas, em mm.**

Duração t (minutos)	Período de retorno T (anos)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	13,0	17,2	20,0	21,5	22,7	23,5	26,1	28,7	31,3
20	20,7	27,4	31,9	34,5	36,2	37,6	41,8	46,0	50,1
30	26,0	34,6	40,3	43,5	45,7	47,4	52,7	58,0	63,3
60	35,9	47,9	55,8	60,3	63,4	65,9	73,3	80,7	88,1
120	46,2	61,9	72,2	78,1	82,2	85,3	95,1	104,7	114,3
180	52,3	70,2	82,1	88,8	93,5	97,1	108,2	119,2	130,2
360	63,0	85,0	99,6	107,8	113,6	118,0	131,6	145,2	158,7
720	74,5	101,0	118,6	128,5	135,4	140,7	157,2	173,5	189,7
1080	81,8	111,2	130,6	141,6	149,3	155,2	173,5	191,6	209,6
1440	87,2	118,8	139,7	151,5	159,8	166,2	185,8	205,2	224,6

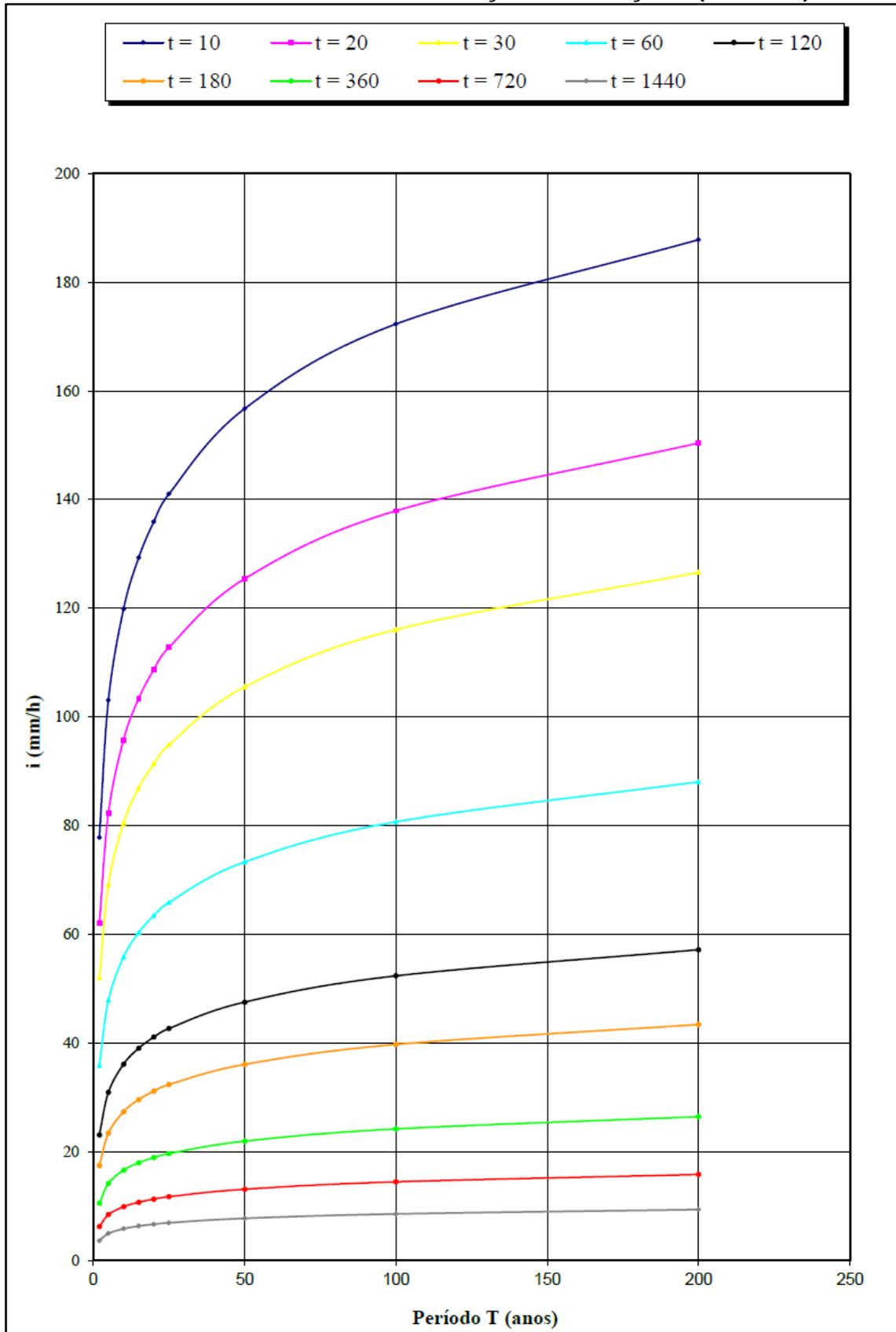
O **Gráfico 07** apresenta a CURVA IDF para o município em função do período de retorno.

Gráfico 07 - Curvas I-D-F Em Função do Período T (Anos).



O Gráfico 08 apresenta a CURVA IDF para o município em função da duração.

**Gráfico 08 - Curvas I-D-F Em Função da Duração t (minutos).**



## 8. ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DO SISTEMA ATUAL DE DRENAGEM DE TATUÍ

### 8.1. Sistema de Microdrenagem

A análise da situação atual do sistema de microdrenagem de águas pluviais do município de Tatuí se deu através das seguintes ferramentas:

- Inspeção visual das condições dos dispositivos das redes de drenagem existentes;
- Análise do cadastro técnico do sistema de microdrenagem;
- Delimitação das sub-bacias de contribuição hidrológica e levantamento de suas respectivas áreas, declividades e sentido de escoamento com base no levantamento Planialtimétrico cadastral; e
- Realização de estudos hidrológicos e hidráulicos para a verificação da capacidade de escoamento superficial ou por canalização das redes existentes.

O município de Tatuí possui seu sistema de microdrenagem constituído por galerias, ramais, dispositivos de captação e dispositivos de escoamento superficial (sarjetas e sarjetões) desaguando predominantemente nos corpos d'água e áreas de várzea do município.

O cadastramento técnico das redes que compõe o sistema de microdrenagem consta no Anexo III do Relatório Técnico Parcial I - Vol. I do que compõe o presente Plano Diretor de Drenagem Urbana.

A extensão total de redes cadastradas e seus respectivos diâmetros são apresentados no **Quadro 16**.

**Quadro 16 - Redes de Microdrenagem Cadastradas.**

Diâmetro da Rede (m)	Extensão das Redes (m)
0,20	12,00
0,30	22,39
0,40	4.947,24
0,50	120,00
0,60	24.437,40
0,80	5.692,13
1,00	2.184,83
1,20	18,00
1,50	767,83
<b>Extensão Total</b>	<b>38.201,82</b>

Conforme verifica-se no cadastro de redes de microdrenagem, os pontos de lançamento ou desemboque das galerias de águas pluviais ocorrem predominantemente nos rios, córregos e corpos d'água próximos às redes e suas áreas de várzea: Ribeirão Manduca, Córrego Ponte Preta, Rio Tatuí e córregos afluentes.

Nos pontos de lançamento da microdrenagem foram detectadas ocorrências de processos erosivos e a ausência de muros de ala e dissipadores de energia, importantes estruturas de proteção.

Os pontos de lançamento das galerias de águas pluviais são listados no **Quadro 17**.

**Quadro 17 - Pontos de Lançamento das Galerias de Águas Pluviais Existentes.**

Ponto	Corpo D'Água	Local	Coordenadas UTM		Diâmetro Tubo (m)
			E	N	
1	Afluente do Rio Tatuí	Rua Nestor Grazzia	207.525.46	7.413.693.22	1,00
2	Afluente do Rio Tatuí	Av. Donato flores	207.319.13	7.413.433.81	0,60
3	Afluente do Rio Tatuí	Av. Mario Mantovani	206.644.80	7.412.948.90	1,00
4	Afluente do Rio Tatuí	Aristeu Quevedo	206.817.30	7.412.835.52	1,00
5	Afluente do Rio Tatuí	Rua 10 de Maio	210.061.15	7.414.185.87	1,00
6	Afluente do Rio Tatuí	Rua Antônio Vessa Araujo	210.099.94	7.414.412.79	0,60
7	Ribeirão Manduca	Rua Chiquinha Rodrigues	211.513.64	7.415.251.69	0,60
8	Ribeirão Manduca	Rua Santo Bertim	210.625.74	7.415.462.38	1,50
9	Ribeirão Manduca	Rua Marrei M. Oliveira	210.783.79	7.415.433.28	0,60
10	Afl. do Ribeirão Manduca	Rua Marrei M. Oliveira	211.402.40	7.415.688.37	0,60
11	Afl. do Ribeirão Manduca	Rua Musico Waldemar Olivieri	211.446.69	7.416.490.35	0,60
12	Ribeirão Manduca	Av. Jorn. Júlio de Mesquita Filho	209.949.41	7.415.848.04	0,60
13	Ribeirão Manduca	Av. São Carlos	209.603.49	7.415.849.79	0,80
14	Ribeirão Manduca	Av. Domingos Bassi	209.431.45	7.415.799.19	0,80
15	Ribeirão Manduca	Rua Cap.Lisboa	208.688.15	7.415.750.61	0,60
16	Ribeirão Manduca	Profª Maria Ap. Santi	208.571.93	7.415.744.55	0,80
17	Ribeirão Manduca	Rua Santo Antônio	207.969.25	7.415.078.79	0,80
18	Ribeirão Manduca	Rua Santo Antônio	207.969.25	7.415.078.79	1,00
19	Ribeirão Manduca	Rua Emilio Hadad	207.821.12	7.415.015.36	0,60
20	Ribeirão Manduca	Rua Emilio Hadad	207.829.73	7.415.017.80	0,60
21	Ribeirão Manduca	Rua Faustino da Rosa	207.429.32	7.414.750.38	0,80
22	Ribeirão Manduca	Via Municipal Benetido	207.104.41	7.414.687.50	0,60
23	Córrego Ponte Preta	Rua Alberto Viltale	208.133.44	7.415.837.11	1,00
24	Córrego Ponte Preta	Rua Paulo Iazeti	206.902.03	7.415.745.40	0,60

A fim de se verificar a capacidade das redes de microdrenagem existentes, e sua suficiência em relação à demanda de escoamento superficial, estudos hidrológicos e hidráulicos foram realizados, conforme demonstrado a seguir. O resultado destes estudos é apresentado no **Quadro 18**.

### 8.1.1. Análise do Desempenho do Sistema de Microdrenagem

#### 8.1.1.1. Estudos Hidrológicos

A seguir, são apresentados os cálculos hidrológicos para a verificação do sistema de microdrenagem existente no município de Tatuí.

Dados:

- Área total contribuinte = 66,845 ha; e
- Intensidade média de chuva = 2,35 mm/min.

Para a determinação da intensidade da precipitação de projeto foi utilizada a relação Intensidade-Duração-Frequência (I-D-F) calculada pelo DAEE para o Município de Tatuí (MARTINEZ JUNIOR E MAGNI, 1999).

Nome da Estação: Campo do Paiol - E5-062R.

Coordenadas Geográficas: Latitude: 23° 23' S; Longitude: 48° 0' W2.

Altitude: 640 m.

Período de dados utilizados: 1971; 1973-91; 1993-97 (25 anos).

Equação:

$$i_t, T = 19,7523 (t + 20)^{-0,7872} + 5,5111 (t + 20)^{-0,7609} \cdot [-0,4766 - 0,8977 \ln \ln(T/T - 1)]$$

(equação válida para  $10 \leq t \leq 1440$ )

Onde:

$i$  = intensidade da chuva, correspondente à duração  $t$  e período de retorno  $T$ , em mm/min;

$t$  = duração da chuva em minutos; e

$T$  = período de retorno em anos.

- Coeficiente de escoamento superficial direto (runoff) = 0,80;
- Para áreas totalmente urbanizadas, adota-se valores entre 0,50 e 1,00 (DAEE, 2006);
- Período de Retorno (TR) considerado = 10 anos;
- Tempo de concentração inicial ( $t_c$ ) considerado = 15 minutos; e

- Vazão de contribuição.

As vazões de contribuição foram determinadas a partir da equação do Método Racional:

$$Q = \frac{C \times i \times A}{6}$$

Onde:

Q = vazão de contribuição (m<sup>3</sup>/s);

C = coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

i = intensidade média da chuva (mm/min); e

A = área de contribuição da bacia (ha).

Para cada trecho considerado da rede existente, foi obtido um valor de vazão de contribuição, conforme demonstrado no **Quadro 18**, coluna 04.

### 8.1.1.2. Estudos Hidráulicos

A seguir, são apresentados cálculos hidráulicos para a verificação do sistema de microdrenagem existente no município de Tatuí.

Para a verificação do dimensionamento das seções das galerias de águas pluviais existentes, foi adotada a Fórmula de Manning, associada à Equação de Continuidade:

$$Q = \frac{S \times R^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{j}}{n}$$

Onde:

Q = vazão de dimensionamento (m<sup>3</sup>/s);

V = velocidade da água (m/s);

R = raio hidráulico (m);

j = declividade (m/m);

n = coeficiente de rugosidade de Manning; e

S = área da seção (m<sup>2</sup>).

Para cada trecho considerado, foi obtido um valor de vazão máxima suportada pela tubulação ou sarjeta existente, conforme demonstrado no **Quadro 18**, coluna 09.

O **Quadro 18** apresenta os diversos parâmetros de cálculo que foram utilizados para a verificação hidrológica (Colunas 01 a 04), hidráulica (Colunas 05 a 09) e resultados destas verificações para cada uma das sub-bacia de contribuição (Coluna 10).

**Quadro 18 - Verificação do Sistema de Microdrenagem nas Manchas de Inundação.**

Trecho	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Precipitação				Drenagem Existente					
	A (ha)	I (mm/min)	C	Q (m³/s)	Tipo	Ø (m)	Decliv. (m/m)	Vpl (m/s)	Qmax (m³/s)	Observação
Rua Onze de Agosto	1,694	2,35	0,8	0,531	Sarjeta	0,00	0,220	4,74	1,822	Necessita GAP
Travessa Romeu Pichi	1,694	2,35	0,8	0,531	GAP	0,40	0,059	3,49	0,438	Insuficiente
Rua Venâncio Perez	1,397	2,35	0,8	0,438	Sarjeta	0,00	0,004	0,64	0,246	Necessita GAP
Rua Dr. Francisco C. Penteado	1,668	2,35	0,8	0,523	Sarjeta	0,00	0,250	5,05	1,943	Necessita GAP
Rua Mateus Peixoto	1,159	2,35	0,8	0,363	Sarjeta	0,00	0,230	4,84	1,863	Necessita GAP
Rua Muhamed Ohamad Jamoul	1,202	2,35	0,8	0,377	Sarjeta	0,00	0,210	4,63	1,780	Necessita GAP
Rua Benedito Faustino da Rosa	3,955	2,35	0,8	1,239	Sarjeta	0,00	0,053	2,31	0,890	Necessita GAP
Rua Renato Alves de Oliveira	0,463	2,35	0,8	0,145	GAP	0,40	0,223	6,78	0,852	Insuficiente
Rua José Bonifácio	0,848	2,35	0,8	0,266	GAP	0,60	0,100	5,95	1,681	Insuficiente
Rua Cel. Aureliano de Camargo	0,571	2,35	0,8	0,179	GAP	0,60	0,093	5,73	1,619	Insuficiente
Travessa São Manuel	0,461	2,35	0,8	0,144	Sarjeta	0,00	0,041	2,92	0,367	Necessita GAP
Rua Vicente Romualdo Ribeiro	0,407	2,35	0,8	0,128	Sarjeta	0,00	0,024	1,84	0,367	Necessita GAP
Vieira São Manuel	0,645	2,35	0,8	0,202	Sarjeta	0,00	0,013	2,36	0,094	Necessita GAP
Rua Cesário Domingues	0,552	2,35	0,8	0,173	Sarjeta	0,00	0,090	2,98	0,382	Necessita GAP
Rua Bento Correa Antunes	5,961	2,35	0,8	1,868	GAP	0,60	0,014	2,24	0,634	Insuficiente
Rua São Martinho	1,909	2,35	0,8	0,598	GAP	0,60	0,155	7,41	2,095	Insuficiente
Rua Coronel Lucio Seabra	3,12	2,35	0,8	0,978	GAP	0,60	0,068	4,90	1,387	Suficiente
Rua Sete de Abril	3,09	2,35	0,8	0,968	GAP	0,60	0,072	5,06	1,431	Insuficiente
Rua Professor Godoi Moreira	0,627	2,35	0,8	0,196	GAP	0,60	0,028	3,13	0,884	Suficiente
Rua Tamandaré	5,62	2,35	0,8	1,761	GAP	0,60	0,074	5,11	1,445	Insuficiente
Rua Santo Antônio	2,312	2,35	0,8	0,724	GAP	0,60	0,084	5,45	1,540	Insuficiente
Rua Jeronimo Antônio Fiuza	7,84	2,35	0,8	2,457	GAP	0,60	0,041	3,80	1,074	Insuficiente
Rua Teófilo Andrade Gama	7,554	2,35	0,8	2,367	GAP	0,60	0,018	2,54	0,718	Insuficiente
Rua José Ribeiro de Campos	1,112	2,35	0,8	0,348	GAP	0,60	0,077	5,22	1,475	Insuficiente
Rua Afonso Arruda Campos	1,694	2,35	0,8	0,531	GAP	0,60	0,032	3,37	0,952	Suficiente
Rua Candido José de Oliveira	0,579	2,35	0,8	0,181	GAP	0,60	0,057	4,49	1,270	Suficiente
Rua Treze de Maio	0,176	2,35	0,8	0,055	GAP	0,60	0,255	9,50	2,687	Insuficiente
Rua Cândido João A. de Moraes	0,276	2,35	0,8	0,086	GAP	0,60	0,061	4,64	1,313	Suficiente
Rua Cel Firmo Vieira de Carvalho	8,259	2,35	0,8	2,588	GAP	0,60	0,005	1,33	0,376	Insuficiente

A seguir são descritas cada um dos parâmetros utilizadas nos cálculos de verificação da capacidade de drenagem nas sub-bacias de microdrenagem inseridas nas manchas de

inundação do município de Tatuí:

- Área das sub-bacias (A): Área da bacia de contribuição, em hectares (ha), definida pela delimitação do divisor de águas;
- Intensidade (i): Intensidade média de chuva, dada em milímetro por minuto;
- Coeficiente de escoamento superficial direto (C). Ou coeficiente de runoff, é função da ocupação do solo da bacia. Quanto maior a impermeabilização do solo, maior seu valor;
- Vazão (Q): Máxima vazão de cheia, em m<sup>3</sup>/s. Parâmetro utilizado para verificar ou dimensionar as estruturas hidráulicas do projeto;
- Tipo (drenagem existente): Dispositivo de captação existente. Escoamento superficial por sarjeta ou canalização por GAP (galeria de águas pluviais);
- Diâmetro ( $\emptyset$ ): Diâmetro da rede em metros, para galerias de águas pluviais;
- Declividade: Inclinação longitudinal do trecho considerado (sarjeta ou galeria) em metro/metro;
- Velocidade à seção plena ( $V_{pl}$ ): Velocidade de escoamento nas tubulações à seção plena; e
- Vazão máxima ( $Q_{max}$ ): Vazão máxima que a rede drenagem ou a sarjeta suporta.

### 8.1.2. Diagnóstico do Sistema de Microdrenagem

Conforme verificado nos estudos do sistema de microdrenagem existente, constatou-se a insuficiência do sistema provavelmente por subdimensionamento e por deficiências na manutenção e limpeza dos dispositivos, os quais se encontram em grande número assoreados ou obstruídos por resíduos sólidos, conforme demonstrado na Documentação Fotográfica (item 4.2.4 do Relatório Técnico R05). Desta forma, serão propostas medidas para mitigar tais problemas identificados no **Relatório Técnico R05**, que compõe o presente Plano Diretor de Drenagem Urbana.

Salienta-se que os trechos do sistema de microdrenagem estudados se encontram inseridos nas manchas de inundação do município, as quais localizam-se em sua grande maioria, próximas às áreas de várzea ou planícies de inundação dos rios do município (**Figuras 10 a 14**). Tal fato demonstra que além das deficiências identificadas no sistema de microdrenagem existente como subdimensionamento ou falta de manutenção, ainda

ocorrem problemas relacionados à dinâmica fluvial dos corpos d'água do município, ou seja, há deficiência também no sistema de macrodrenagem existente.

Desta forma, intervenções apenas no sistema de microdrenagem podem não ser suficientes para a mitigação dos problemas apresentados, já que as enchentes e inundações que ocorrem principalmente nas áreas de planícies fluviais dos cursos d'água nas áreas urbanizadas se devem principalmente ao transbordamento e refluxo das águas desses cursos d'água. Assim, deverão ser propostas no *Relatório Técnico R05* do presente Plano Diretor de Drenagem Urbana, medidas e ações para intervenção do sistema de microdrenagem, as quais complementarão as intervenções de macrodrenagem a serem apresentadas.

As **Figuras 10 a 14** apresentam as delimitações das sub-bacias de microdrenagem sobrepostas às manchas de inundação.

Figura 10 - Delimitação das Sub-bacias de Microdrenagem Sobre Mancha de Inundação no Jardim Santa Emília.



Figura 11 - Delimitação das Sub-bacias de Microdrenagem Sobre Mancha de Inundação na Região Central, Próxima à Área de Várzea do Ribeirão Manduca.

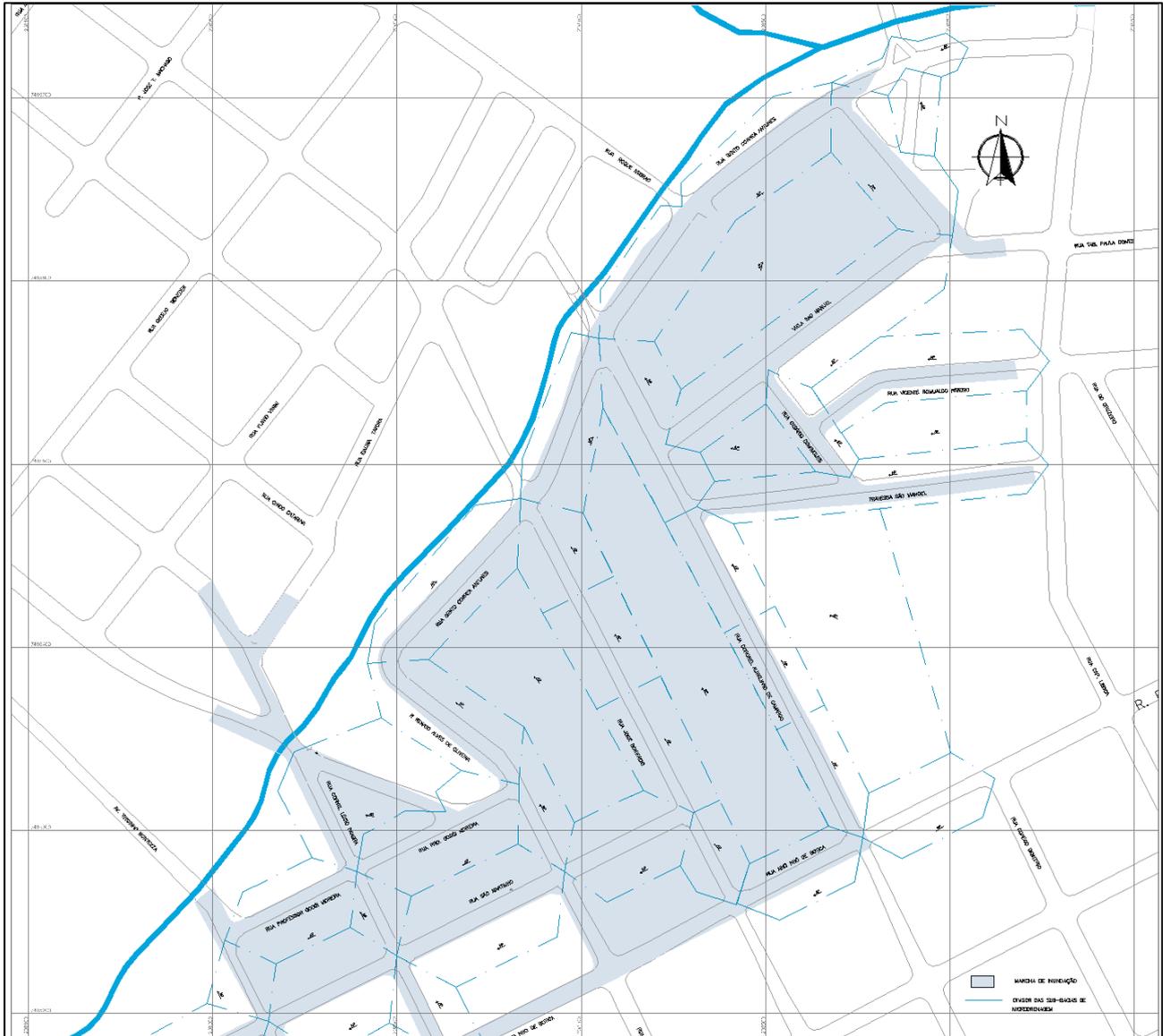
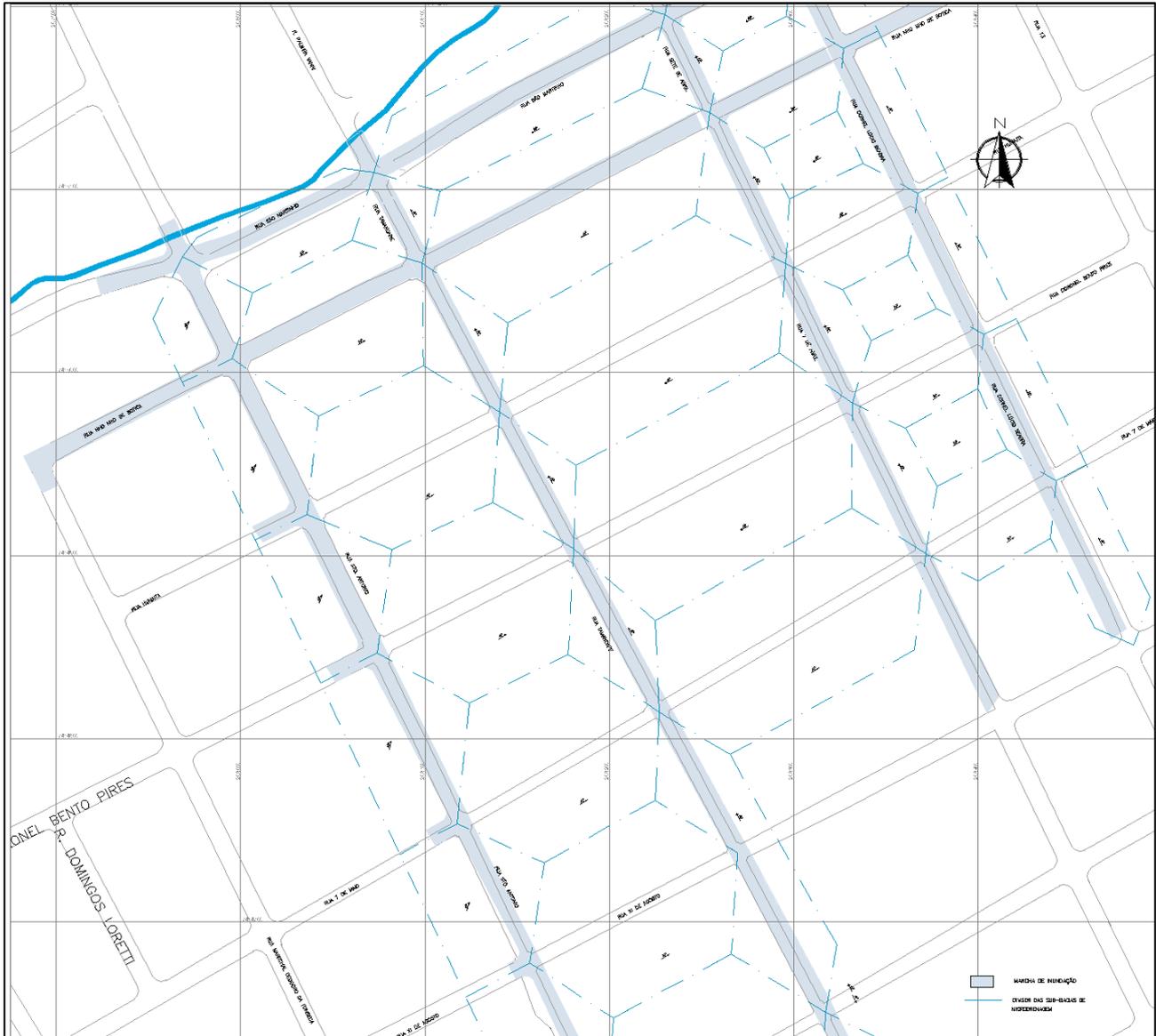
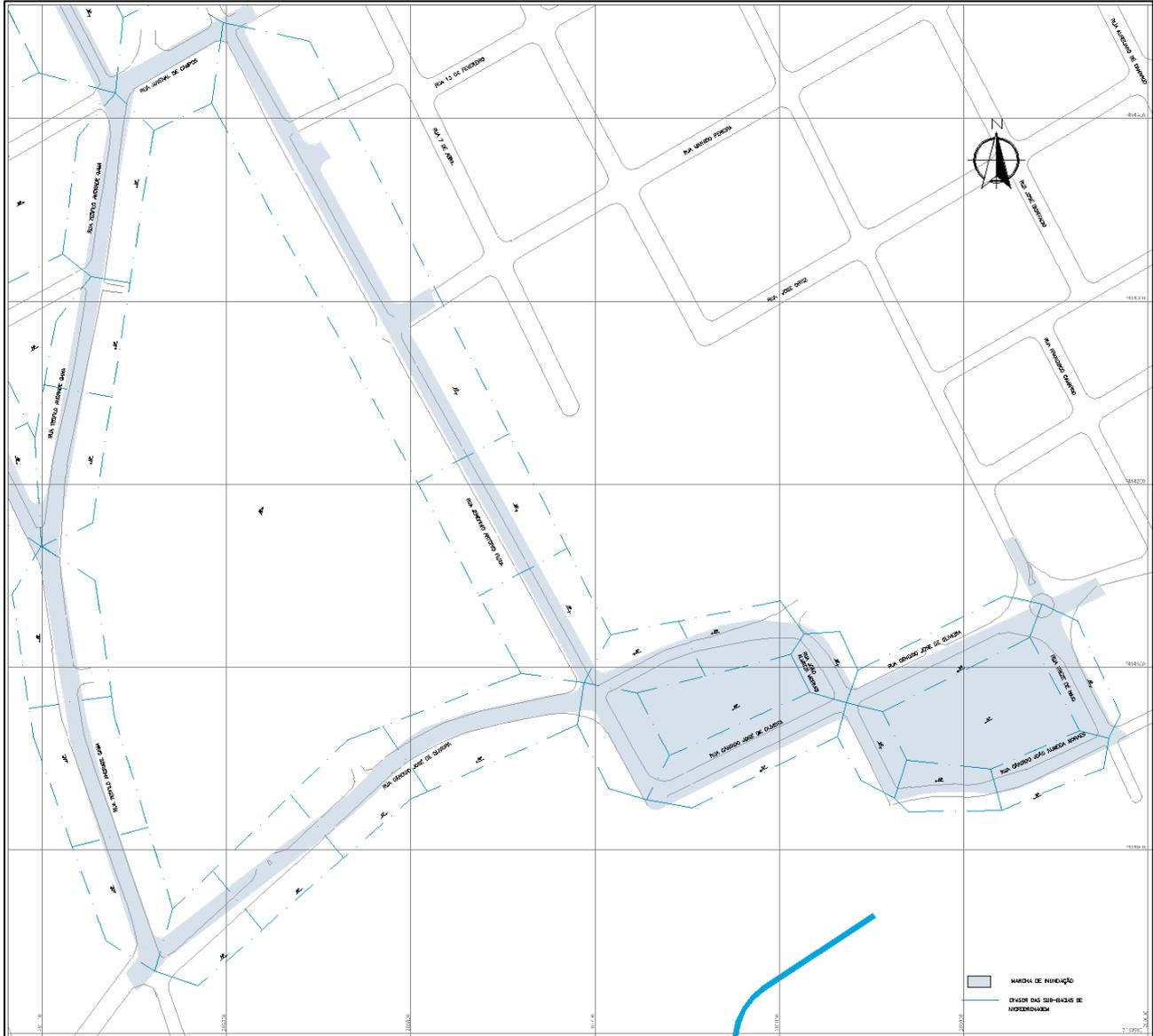


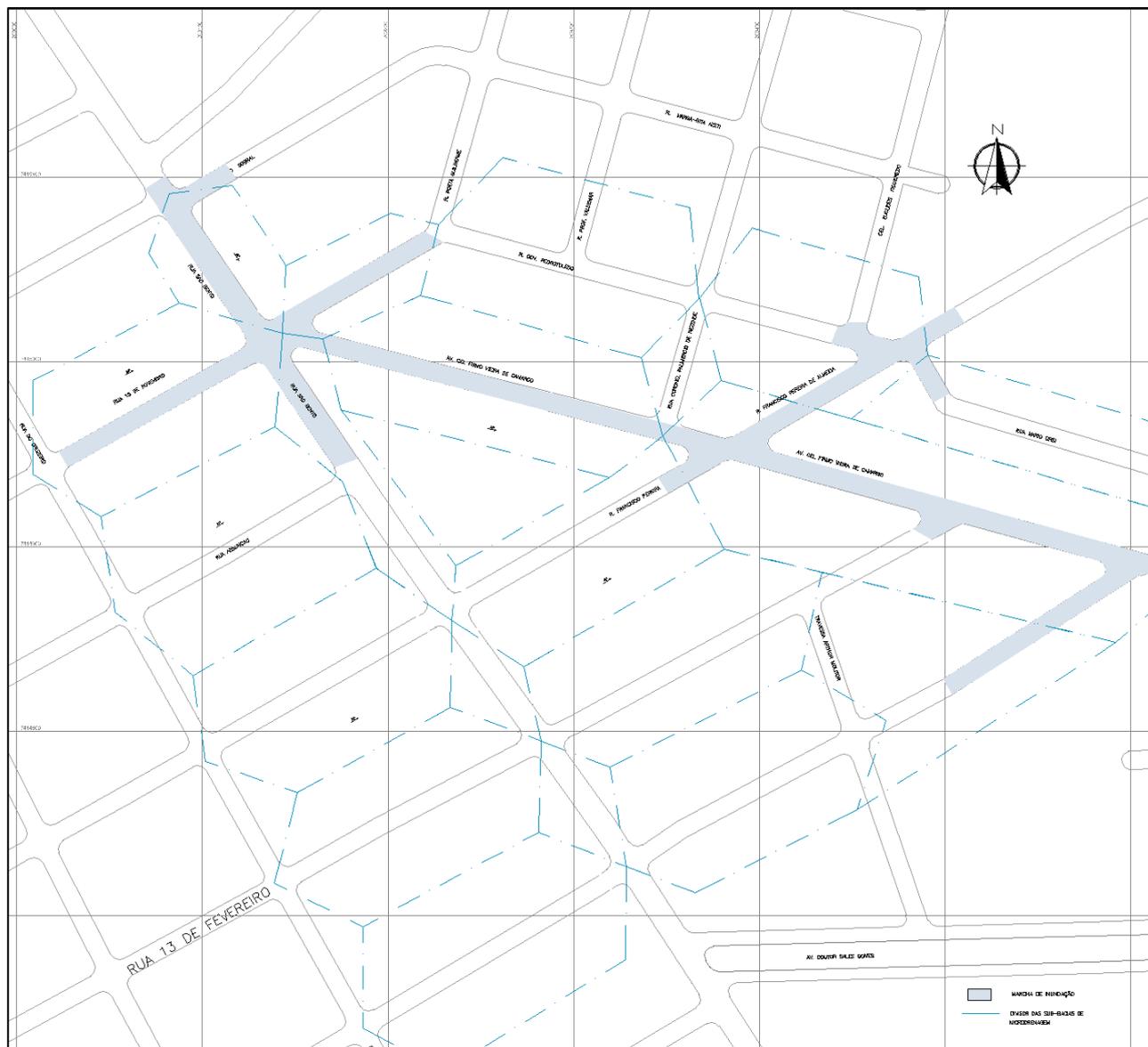
Figura 12 - Delimitação das Sub-bacias de Microdrenagem Sobre Mancha de Inundação na Região Central.



**Figura 13 - Delimitação das Sub-bacias de Microdrenagem Sobre Mancha de Inundação na Vila Santa Elena.**



**Figura 14 - Delimitação das Sub-bacias de Microdrenagem Sobre Mancha de Inundação nas Imediações da Av. Coronel Firmo de Camargo, na Região entre Jardim São Paulo e Vila Minguini.**



### 8.1.3. Levantamento das Áreas de Criticidade

Com a indicação do GTI e a partir das vistorias técnicas foram levantadas as áreas mais críticas, seja pela recorrência história de eventos de inundação, quanto pela configuração atual do cenário.

Sendo assim, as vias mais afetadas foram agrupadas em cinco áreas.

**ÁREA 1 - JARDIM SANTA EMÍLIA / TRAVESSIA DA APAE.**

A inundação neste ponto ocorre no ponto baixo da Rua Faustino da Rosa, sobre o Córrego do Manduca, em frente ao prédio da APAE.

Todo o escoamento proveniente das ruas Faustino Rosa, Dr. Francisco de Camargo, Penteadado e Avenida Onze de Agosto desce e se acumula sobre a travessia para ser vagorosamente drenada. A declividade acentuada agrava a situação.

As **Fotos 28 a 33** a seguir ilustram o local.

	<p><b>Foto 28: Travessia da Rua Benedito Faustino da Rosa sobre o Córrego do Manduca.</b></p>
	<p><b>Foto 29: Vista geral da Rua Dr. Ol�vo Ribeiro de Souza seguindo paralelamente ao Córrego do Manduca</b></p>
	<p><b>Foto 30: Vista geral das ruas Benedito Faustino Rosa e Dr. Francisco de Camargo Penteadado. Nota-se o pavimento deteriorado pelo acúmulo de água.</b></p>



Foto 31: Vista geral da Rua Benedito Faustino Rosa na embocadura Rua Lázaro J.S de Almeida.



Foto 32: Vista geral da Rua Benedito Faustino Rosa. Ao fundo a Rua Mamede José Coelho, que atua como divisor da área.



Foto 33: Vista geral do prédio da APAE.

Apresentamos no Anexo IV do Relatório Técnico Parcial I os Desenhos TOP 01\_13 a TOP 13\_13 do levantamento Planialtimétrico Cadastral da área.

## ÁREA 2 - VILA SANTA HELENA / CENTRO / VILA NOVA ESPERANÇA /JARDIM SÃO PAULO

Esta área é caracterizada por possui um grande divisor na região central do município e gerar duas bacias de contribuição. A primeira bacia tem seu escoamento no sentido do

Rio Tatuí (Bairro Santa Helena), iniciando-se na Rua Prudente de Moraes, e seguindo pela Rua Tamandaré, Santo Antônio e suas transversais. Ao chegar ao trecho final destas vias, existe também a contribuição da Rua Teófilo Andrade Gama. Parte do volume de escoamento gerado é direcionado a Rua João Rodrigues Monteiro e Rua 2. O restante se acumula na Rua José Ribeiro de Campos, é captado pelo sistema de drenagem existente e é lançada no Rio Tatuí.

As **Fotos 34 a 40** a seguir ilustram o local.



Foto 34: Vista geral da Rua Juvenal de Campos.



Foto 35: Vista geral do Cruzamento da Rua Juvenal de Campos e Teófilo Andrade Gama.



Foto 36: Vista geral da Praça Anita Costa.



Foto 37: Vista geral do Cruzamento da Rua Santa Cruz e Teófilo Andrade Gama.



Foto 38: Vista geral da Rua Teófilo Andrade Gama.



Foto 39: Vista geral da Rua Quinze de Novembro



Foto 40: Vista geral da Rua Quinze de Novembro no sentido do Mercado Municipal.

A segunda bacia também tem seu principal divisor na Rua Prudente de Moraes e têm como principais contribuintes as ruas Santo Antônio e Tamandaré desta vez no sentido do Córrego Manduca. Somadas as estas vias temos a contribuição também as ruas 7 de abril, Nhô de Botica, Cel. Lucio Seabra. Todo o volume escoado se acumula na Rua Martinho e é captado sobre as travessias do Córrego do Manduca.

As **Fotos 41 a 45** a seguir ilustram o local.



Foto 41: Vista geral do trecho final da Rua Tamandaré na travessia do Córrego do Manduca.



Foto 42: Vista em detalhe da travessia da Rua Tamandaré na travessia do Córrego do Manduca.



Foto 43: Vista geral da Rua Coronel Lúcio Seabra.



**Foto 44: Vista em detalhe da travessia da Rua Tamandaré na travessia do Córrego do Manduca, no cruzamento das vias Otávio de Moraes e São Manuel.**



**Foto 45: Vista geral da Rua Otávio de Moraes.**

Apresentamos no Anexo IV do Relatório Técnico Parcial I os Desenhos TOP 01\_27 a TOP 27\_27 do Levantamento Planialtimétrico Cadastral da área.

### **ÁREA 3 - PROCESSO EROSIVO E RUPTURA DO TALUDE NA RUA PROF.º MARIA AP. SANTI**

Na margem esquerda do Córrego do Manduca, paralela a Rua Prof.º Maria Ap. Santi houve a ruptura no talude, devido a quebra das paliçadas recentemente executadas.

Além da ruptura do talude em si, o movimento de terra provocou a movimentação da sub-base do pavimento, que já começa a apresentar trincas longitudinais e laterais.

Esta área, além da estabilização do talude, deverá ser alvo de estudo de drenagem profunda, tendo em vista, que já houve comprometimento da sub-base do sistema viário.

As **Fotos 46 a 49** a seguir ilustram o local.



Foto 46: Vista geral da crista do talude rompido.



Foto 47: Vista geral do talude com paliçadas rompidas.



Foto 48: Vista geral do talude rompido.



Foto 49: Vista geral do talude rompido. Nota-se que apesar de nem todo o talude haver desmoronado, as paliças restantes já demonstra sinais de movimentação e desgaste.

**ÁREA 4 - TRAVESSIA DO CÓRREGO PONTE PRETA NAS RUAS NATALINO TURRIANO E RUA ANTONIO PEREIRA FIUZA**

Trata-se de duas travessias do Córrego da Ponte Preta sobre as ruas Natalino Turriano e Antônio Pereira Fiuza. A primeira caracteriza-se por apresentar 4 tubos de Ø 1,50 m. A segunda caracteriza-se por uma seção retangular de 3,0m x 3,80m.

Neste trecho existe lançamento irregular de esgoto e muito lixo acumulado, obstruindo parcialmente a seção.

Estas vias serão verificadas hidráulicamente quanto a sua capacidade de condução.

As **Fotos 50 a 53** a seguir ilustram o local.

	<p><b>Foto 50: Vista lateral da travessia da Rua Natalino Turriano.</b></p>
	<p><b>Foto 51: Vista frontal da travessia da Rua Natalino Turriano. Nota-se grande quantidade de resíduos e turbidez pelo lançamento inadequado de esgoto.</b></p>

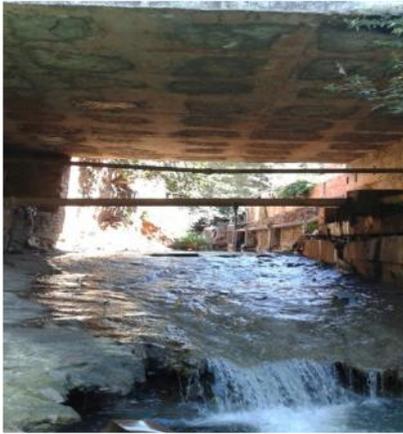


Foto 52: Vista frontal da travessia da Rua Antônio Pereira Fiuza.



Foto 53: Trecho do Canal do Córrego da Ponte Preta. Em detalhe emissário de esgoto em ferro-fundido.

### ÁREA 5 - JARDIM EUROPA - OCUPAÇÃO IRREGULAR ÀS MARGENS DO CÓRREGO DA PONTE PRETA.

Este pequeno bairro encontra-se entre às margens do Córrego da Ponte Preta e da Rodovia Prefeito Antônio R. Schincariol. Todas as vias possuem declividade bastante acentuada, e todo o escoamento segue superficialmente até o lançamento. Esta situação está erodindo as margens e causando assoreamento do canal neste trecho.

As **Fotos 54 a 56** a seguir ilustram o local.



Foto 54: Vista geral da Rua Osvaldo Oliveira Porciúncula.



Foto 55: Vista geral da Rua Alfonso Lencione.



Foto 56: Processo erosivo às margens do Córrego da Ponte Preta.

## ÁREA 6 - JARDIM AMERICANA

Distante aproximadamente 6 km, este bairro encontra-se fora do perímetro urbano do município. É um bairro de chácaras e encontra-se próximo ao Rio Sorocaba. É uma área cuja infraestrutura está se consolidando e é bastante plana, impossibilitando o escoamento e a inundando as vias.



Foto 57: Vista geral do cruzamento entre as ruas Laurindo Marquês e Joaquim Lourenço.



Foto 58: Vista geral da Rua Joaquim Lourenço.



Foto 59: Vista geral da Rua José Marquês.

Apresentamos no Anexo IV do Relatório Técnico Parcial I o Desenho TOP 01\_01 do Levantamento Planialtimétrico Cadastral da área.

Apresenta-se a seguir a Documentação Fotográfica Complementar que localiza e identifica alguns dos principais pontos verificados no sistema de microdrenagem existente do município de Tatuí.



Foto 60: Ponto de lançamento de galeria de águas pluviais. Identificado assoreamento das tubulações. Local: Endereço: Rua José Picchi. Coordenadas Geográficas: UTM 7.418.155 S; 215.600 E.



Foto 61: Boca de lobo dupla existente. Local: Rua Isabel Lobo Martins. Coordenadas Geográficas: UTM 7.420.805 S; 212.472 E.



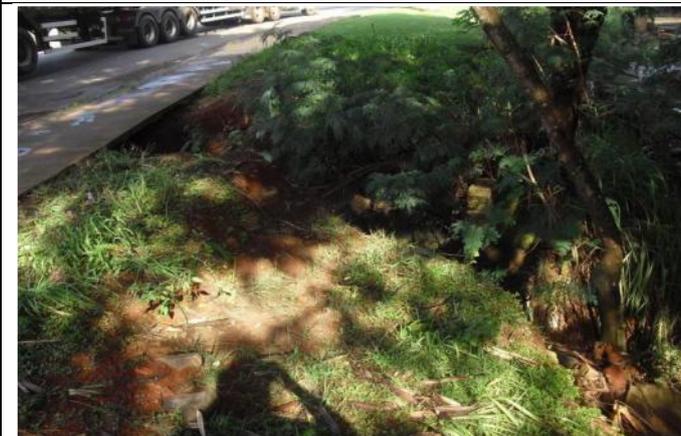
Foto 62: Boca de leão dupla existente. Identificado assoreamento do dispositivo de captação. Local: Rua José Orsi. Coordenadas Geográficas: UTM 7.417.575 S; 206.893 E.



Foto 63: Boca de leão simples existente. Local: Rua José Orsi. Coordenadas Geográficas: UTM 7.417.575 S; 206.893 E.



**Foto 64: Assoreamento no entorno da tubulação de lançamento de rede de águas pluviais. Local: Rua João Batista Corrêa Campos. Coordenadas Geográficas: UTM 7.415.923 S; 209.441 E.**



**Foto 65: Assoreamento junto ao lançamento das águas pluviais. Local: Rua João Batista Corrêa Campos. Coordenadas Geográficas: UTM 7.415.923 S; 209.441 E.**



**Foto 66: Avaria verificada em boca de leão simples existente. Local: Rua Prof. Oracy Gomes. Coordenadas Geográficas: UTM 7.414.127 S; 209.144 E.**



**Foto 67: Dispositivo de captação de águas pluviais junto à PV existente. Local: Rua Moreira da Silva. Coordenadas Geográficas: UTM 7.414.121 S; 209.662 E.**



**Foto 68: Boca de leão dupla existente. Dispositivo de captação completamente assoreado. Local: Rua Prof. Godói Moreira. Coordenadas Geográficas: UTM 7.415.319 S; 208.212 E.**



**Foto 69: Boca de lobo simples existente. Verificado entupimento do dispositivo, devido a assoreamento por falta de limpeza e desobstrução. Local: Av. Jorn. Júlio de Mesquita Filho. Coordenada Geográfica: UTM 7.415.950 S; 209.939 E.**



**Foto 70: Erosão identificada no entorno de tubulação de lançamento de águas pluviais. Local: Rua Joaquim Toni. Coordenadas Geográficas: UTM 7.416.148 S; 209.968 E.**



**Foto 71: Contribuição de águas pluviais e esgoto doméstico em canal a céu aberto. Coordenadas Geográficas: UTM 7.414.154 S; 208.607 E.**



Foto 72: Erosão no Entorno de Ramal de Deságue de Águas Pluviais. Local: Rua Saladino Simões de Almeida. Coordenadas Geográficas: UTM 7.412.784 S; 207.753 E.

## 8.2. Sistema de Macrodrenagem

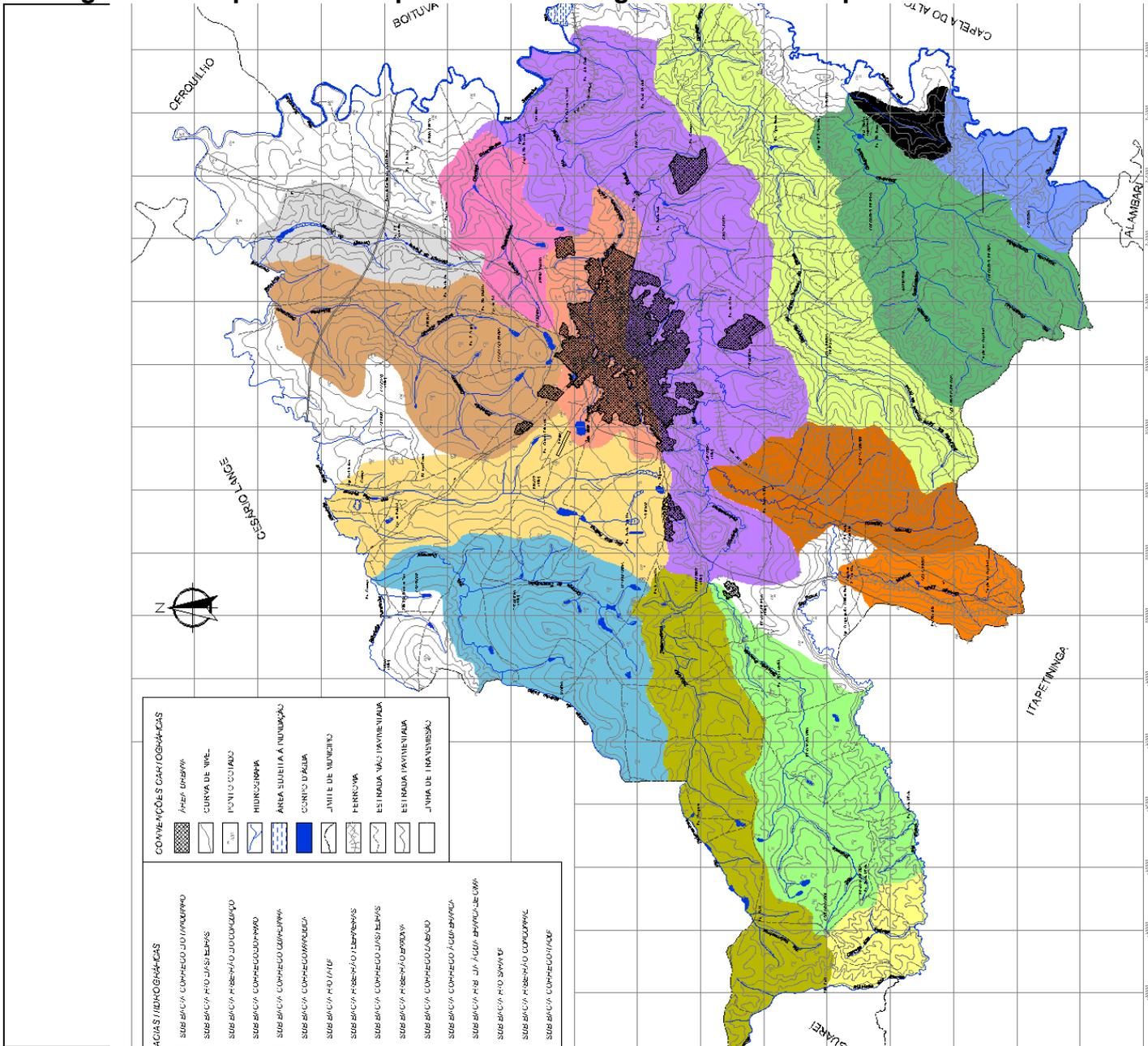
### 8.2.1. Caracterização das Bacias Hidrográficas

O município de Tatuí está inserido na Bacia Hidrográfica dos Rios Sorocaba e Médio Tietê - UGRHI 10. Os principais cursos d'água que passam pela área urbana do município são: Rio Tatuí, Rio Sorocaba, Rio Sarapuí, Ribeirão Manduca, Córrego Ponte Preta e Córrego Manduca (também chamado de Córrego do Matadouro Velho).

Dezesseis sub-bacias compõem a hidrografia de Tatuí, sendo que as sub-bacias consideradas prioritárias para o presente estudo, são a do Córrego Manduca e a do Rio Tatuí.

A **Figura 15** apresenta as principais Bacias Hidrográficas que compõem a hidrografia do município de Tatuí.

**Figura 15 - Mapa das Principais Bacias Hidrográficas do Município de Tatuí.**



Fonte: TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP (2017).

O **Quadro 19** apresenta cada uma das 16 principais sub-bacias hidrográficas do município de Tatuí e suas respectivas áreas.

**Quadro 19 - Área das Principais Sub-bacias Hidrográficas.**

Bacia	Área (km <sup>2</sup> )
Córrego do Tanquinho	36,62
Rio das Pedras	8,03
Ribeirão Coaguaço	35,94
Córrego do Firmo	14,11

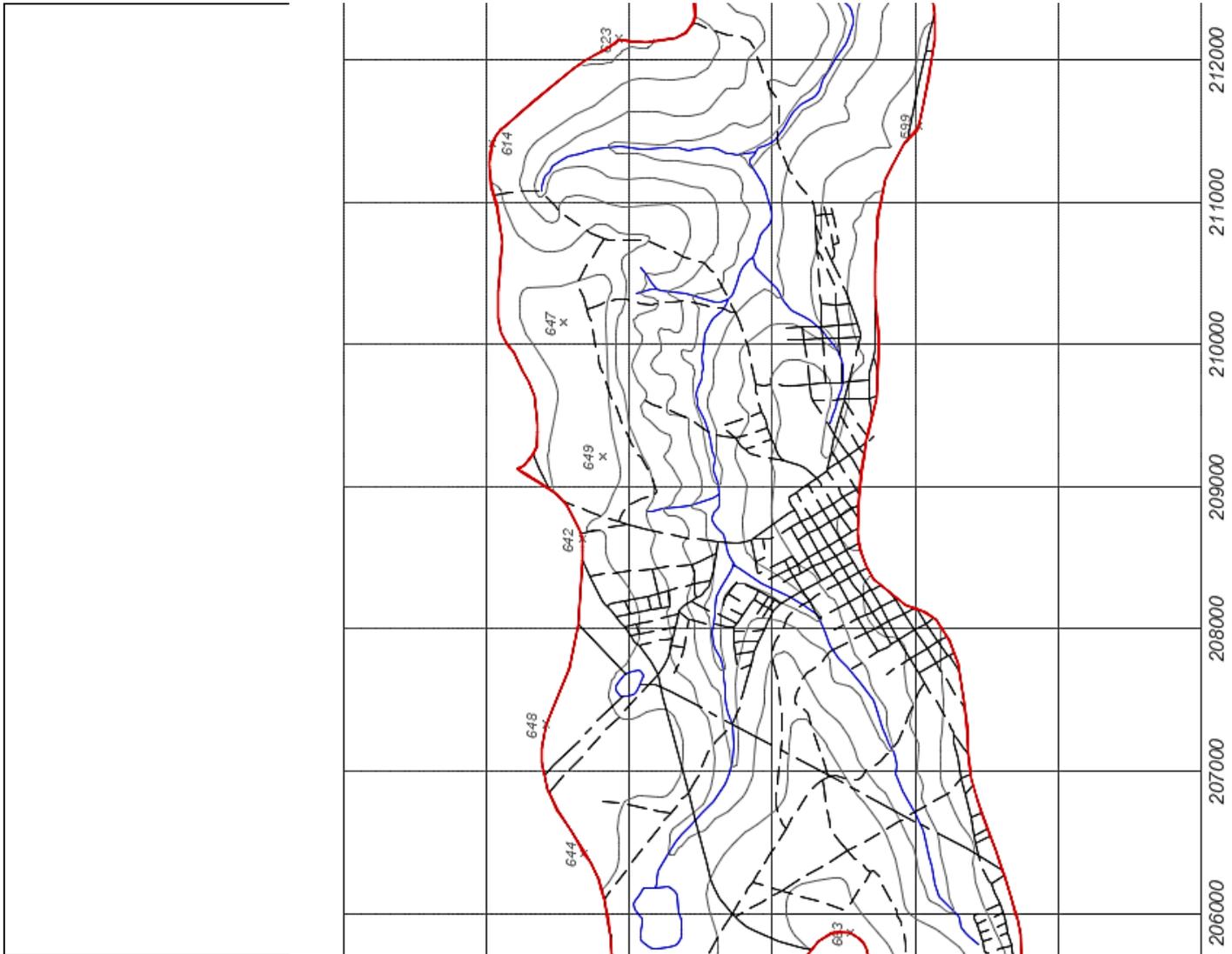
Bacia	Área (km <sup>2</sup> )
Córrego do Guardinha	13,73
Córrego Manduca (Matadouro Velho)	19,66
Rio Tatuí	77,11
Ribeirão Pederneiras	34,70
Córrego das Pedras	33,01
Ribeirão Enxovia	34,94
Córrego do Lajeado	21,79
Córrego Água Branca	11,27
Ribeirão da Água Branca de Cima	49,36
Rio Sarapuí	11,36
Ribeirão Congonhal	42,47
Córrego do Itaqui	3,89
<b>Total</b>	<b>447,99</b>

### 8.2.2. Bacia Hidrográfica do Córrego Manduca (ou Matadouro Velho)

A Bacia Hidrográfica do Córrego Manduca, também denominada de Bacia Hidrográfica do Matadouro Velho, é a prioritária para o presente estudo, e de maior relevância no estudo do desempenho do atual sistema de macrodrenagem, já que as manchas de inundações identificadas e apresentadas ao longo da área urbana do município de Tatuí estão todas inseridas nesta bacia (**Figuras 16 a 18**).

A unidade hidrográfica do Córrego Manduca possui área de drenagem de 19,67 km<sup>2</sup>. O Córrego Manduca, principal curso d'água desta bacia, nasce na porção oeste do município, nas proximidades do Jardim Tatuí, atravessa a maior parte da área urbana da cidade e recebe como principal afluente o Córrego Ponte Preta, que deságua em sua margem esquerda nas proximidades da Vila São Manoel. Possui aproximadamente 10,51 km de extensão e declividade média de 0,0115 m/m. Sua foz é no Rio Tatuí, próximo aos limites municipais. A **Figura 16** apresenta a bacia do Córrego Manduca.

**Figura 16 - Bacia Hidrográfica do Córrego Manduca.**



Fonte: TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda – EPP (2017).

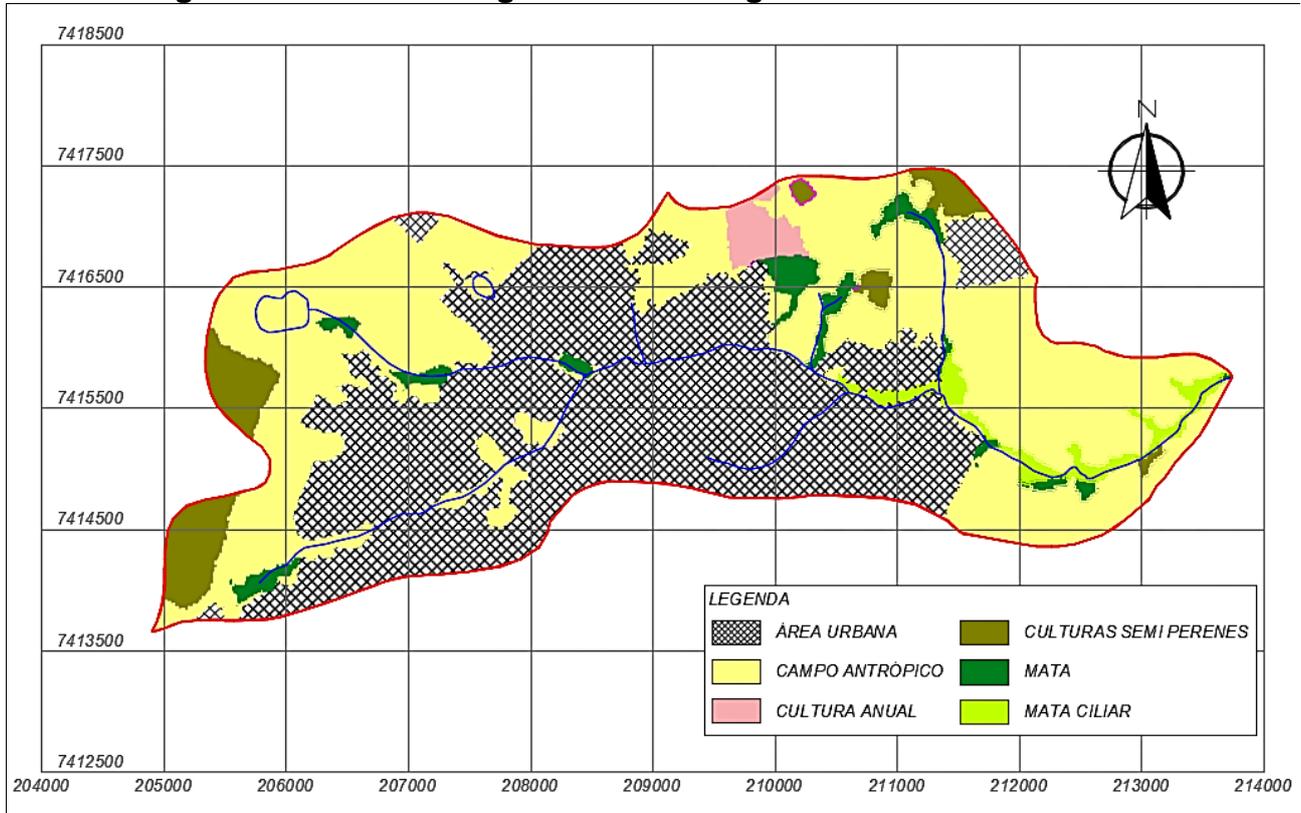
Grande parte da Bacia Hidrográfica do Córrego Manduca se encontra inserida na zona urbana (área impermeável), sendo que as demais áreas estão divididas entre campos antrópicos, mata ciliar, mata, culturas semi-perenes e culturas anuais, conforme representando no **Quadro 20**.

**Quadro 20 - Usos do Solo na Bacia do Manduca.**

<b>Bacia Hidrográfica do Córrego Manduca Usos do Solo</b>	
Área Urbana	46,7%
Campos Antrópicos	41,0%
Culturas Semi-perenes	4,8%
Mata	3,9%
Mata Ciliar	2,2%
Culturas Anuais	1,4%

A **Figura 17** mapeia os usos do solo da Bacia Hidrográfica do Córrego Manduca.

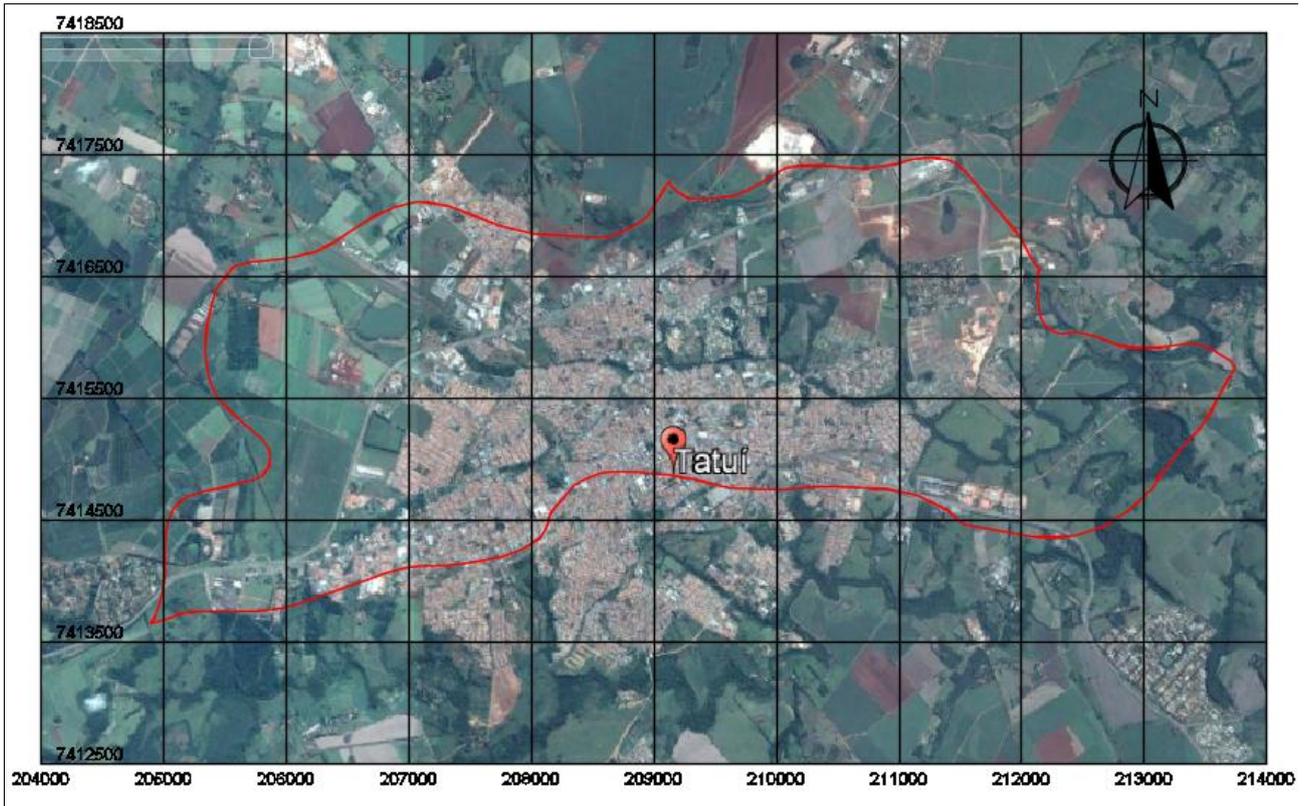
**Figura 17 - Bacia Hidrográfica do Córrego Manduca - Uso do Solo.**



Fonte: TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP (2017).

A **Figura 18** apresenta uma foto aérea na qual é possível se verificar a mancha urbana abrangendo grande parte da Bacia Hidrográfica do Córrego Manduca.

**Figura 18 - Imagem da Bacia Hidrográfica do Córrego Manduca.**



Fonte: Google Earth Pro (2017).

Os cursos d'água na Bacia Hidrográfica do Córrego Manduca encontram-se predominantemente em seções naturais, com alguns trechos de seções canalizadas em canal aberto ou com revestimento de margem.

No entorno ao longo da extensão do Córrego Manduca há a forte presença de ocupação urbana, inclusive em áreas de várzea, fator este que apresenta como principais consequências a supressão de mata ciliar, processos erosivos e despejos de efluente doméstico bruto no curso d'água.

Ao longo do Córrego Manduca, apresentam-se 21 travessias, alternando-se em trechos de canal natural e revestidos.

O **Quadro 21** apresenta a identificação e características de cada uma das travessias.

**Quadro 21 - Características das Travessias do Córrego Manduca.**

Travessia	Local	Tipo de Seção
1	Rua Lázaro Pelagali	BSTC <sup>1</sup> Ø 1,50 m
2	Avenida Cientista José de Barros Magaldi	BSCC <sup>3</sup> 1,80 x 2,70 m
3	Passarela - Rua Professor Eulálio Arruda Melo	BSCC 2,00 x 2,20 m
4	Via Municipal Benedito Faustino da Rosa	BSCC 1,70 x 2,70 m
5	Rua Lázaro J. São de Almeida	BDCC <sup>4</sup>
6	Rua Marechal Deodoro da Fonseca	BSTC Ø 1,50 m / BSTC Ø 1,20 m / BSTC Ø 0,60 m
7	Rua Santo Antônio	BSCC 2,00 x 2,50 m
8	Rua Tamandaré	BDTC <sup>2</sup> Ø 1,50 m
9	Avenida Virgílio de Montezzo Filho	BDTC Ø 1,50 m
10	Rua Coronel Lúcio Seabra	Seção natural com ponte - vão 6,40 m
11	Rua José Bonifácio	Seção natural com ponte - vão 6,40 m
12	Rua Coronel Aureliano de Camargo	Seção natural com ponte - vão 6,00 m
13	Rua Roque Negrão	Seção natural com ponte - vão 8,00 m
14	Rua Alfredo São de Oliveira	BDCC 3,60 x 2,75 m
15	Rua Capitão Lisboa	Seção natural com ponte em concreto armado vão 11,20 m
16	Rua Professora Maria Aparecida Santi	Seção natural com ponte em concreto armado vão 19,00 m
17	Avenida Domingos Bassi	Seção natural com ponte em concreto armado vão 10,00 m
18	Rua Jornalista Júlio de Mesquita Filho	Seção natural com ponte em concreto armado vão 14,05 m
19	Rua Rotary Club	Seção natural com ponte em concreto armado vão 8,00 m
20	Rua Nhô Inácio Vieira	Seção natural com ponte - vão 10,10 m
21	Rua Chiquinha Rodrigues	Seção natural com ponte - vão 7,70 m

<sup>1</sup>BSTC: Bueiro Simples Tubular de Concreto (Tubo);

<sup>2</sup>BDTC: Bueiro Duplo Tubular de Concreto (Tubo);

<sup>3</sup>BSCC: Bueiro Simples Celular de Concreto (Aduela);

<sup>4</sup>BDCC: Bueiro Duplo Celular de Concreto (Aduela).

A **Figura 19** representa a locação de cada uma das travessias sobre foto aérea do Córrego Manduca. Ressalta-se que as travessias da Rua Capitão Lisboa, Rua Prof.<sup>a</sup> Maria Aparecida Santi e Rua Jornalista Júlio de Mesquita Filho foram recentemente reconstruídas, conforme levantamento realizado em setembro/2017. Nestes locais foram implantadas pontes em concreto armado às quais foram submetidas a verificação hidráulica constante no presente estudo.

**Figura 19 - Imagem - Travessias do Córrego Manduca.**



Fonte: Google Earth Pro (2017).

### **8.2.3. Análise do Desempenho do Sistema de Macrodrenagem**

#### **8.2.3.1. Estudos Hidrológicos**

Foram realizados estudos hidrológicos para a avaliação da vazão de contribuição na Bacia do Córrego Manduca. Para o desenvolvimento dos estudos hidrológicos foi utilizado o Método do Hidrograma Unitário Triangular do Soil Conservation Service (HUT-SCS), aplicado para bacias cuja área variam entre 2 km<sup>2</sup> e 5.000 km<sup>2</sup> (Plínio Tomaz, 2013).

A seguir, são apresentados os parâmetros de cálculo para a definição do hidrograma unitário que deverá refletir as características da bacia em estudo.

Vazão de pico Q:

$$Q = q_p \times P_e$$

Onde:

Q = vazão de pico, em m<sup>3</sup>/s;

q<sub>p</sub> = vazão do hidrograma unitário triangular, em m<sup>3</sup>/s/cm;

P<sub>e</sub> = precipitação efetiva, em cm.

Vazão do hidrograma unitário triangular q<sub>p</sub>:

$$q_p = \frac{2,08 \times A \times P_e}{D/2 + 0,6tc}$$

Tempo de concentração tc (Método *California Culverts Practice*):

$$tc = 57 \times \left( \frac{L^2}{l_{eq}} \right)^{0,385}$$

$$l_{eq} = \left( \frac{L}{\frac{L_1}{\sqrt{j_1}} + \frac{L_2}{\sqrt{j_2}} + \frac{L_3}{\sqrt{j_3}} + \frac{L_4}{\sqrt{j_4}} + \frac{L_5}{\sqrt{j_5}} + \frac{L_6}{\sqrt{j_6}} + \frac{L_7}{\sqrt{j_7}}} \right)^2$$

Onde:

tc = tempo de concentração, em min;

l<sub>eq</sub> = declividade equivalente, em m/km;

L = L<sub>1</sub> + L<sub>2</sub> + ... + L<sub>n</sub> = comprimento total do talvegue, em km; e

j<sub>n</sub> =  $\frac{\Delta h_n}{L_n}$  = declividade de cada trecho n, em m/km.

Duração da chuva unitária D:

$$D = 0,133 \times tc$$

$$D = \frac{tc}{7}$$

Onde:

D = duração da chuva unitária, em h;

A = área da bacia, em km<sup>2</sup>; e

tc = tempo de concentração, em h.

Tempo de pico tp e tempo de base tb:

$$t_p = \frac{D}{2} + 0,6t_c$$

$$t_b = 2,67t_p$$

Onde:

tp = tempo de pico, em h;

tb = tempo de base, em h.

Precipitação efetiva  $P_e$ :

$$P_e = \frac{\left(P - \frac{5080}{CN} + 50,8\right)^2}{\left(P + \frac{20320}{CN} - 203,2\right)}$$

$$P > \frac{5080}{CN} - 50,80$$

Onde:

CN = Número de deflúvio ou escoamento superficial.

### 8.2.3.1.1. Determinação da Curva do Escoamento Superficial (CN)

Para a obtenção do número da curva CN, foi identificado os tipos de solo existentes na

bacia e sua ocupação predominante, tendo como base as plantas de uso e ocupação de solo e zoneamento, além de análise de imagens aéreas mais recentes do programa de computador *Google Earth*.

Foram utilizadas ainda, as tabelas do SCS para condição de Umidade II para a determinação do CN. Os **Quadros 22 e 23**, apresentam os valores de CN para a condição II, para bacias urbanas rurais, respectivamente.

**Quadro 22 - Valores de CN para a Condição de Umidade II em Áreas Urbanas.**

Uso do Solo	Superfície	Solo A	Solo B	Solo C	Solo D
Residencial	Lote até 500 m <sup>2</sup> (65% impermeável)	77	85	90	92
	Lote até 1000 m <sup>2</sup> (38% impermeável)	61	75	83	87
	Lote até 1500 m <sup>2</sup> (30% impermeável)	57	72	81	86
Estacionamentos	Pavimentados	98	98	98	98
	Cobertos (telhados)	98	98	98	98
Ruas e estradas	Pavimentadas, com guias e drenagens	98	98	98	98
	Com cascalho	76	85	89	91
	De terra	72	82	87	89
Áreas comerciais	85% de impermeabilização	89	92	94	95
Distritos industriais	72% de impermeabilização	81	88	91	93
Espaços abertos, parques e jardins	Boas condições, cobertura de grama > 75%	39	61	74	80
	Condições médias, cobertura de grama > 50%	49	69	79	84

Fonte: SCS, 1986 apud DAEE, 2012.

**Quadro 23 - Valores de CN para a Condição de Umidade II em Áreas Rurais.**

Uso do Solo	Superfície	Solo A	Solo B	Solo C	Solo D
Terreno preparado para plantio (descoberto)	Plantio em linha reta	77	86	91	94
	Em fileiras retas	70	80	87	90
Cultura em fileiras	Linha reta, condições ruins	72	81	88	91
	Linha reta, condições boas	67	78	85	89
	Curva de nível, condições ruins	70	79	84	88
	Curva de nível, condições boas	65	75	82	86
Cultura de grãos	Linha reta, condições ruins	65	76	84	88
	Linha reta, condições boas	63	75	83	87
	Curva de nível, condições ruins	63	74	82	85
	Curva de nível, condições boas	61	73	81	84
Plantações de legumes	Em curvas de nível	60	72	81	88
	Terraceado em nível	57	70	78	89
	Pobres	68	79	86	89
	Normais	49	69	79	94
	Boas	39	61	74	80
Pastagens	Linha reta, pobres	68	79	86	89
	Linha reta, normais	49	69	79	84

	Linha reta, densos	39	61	74	80
	Curvas de nível, pobres	47	67	81	88
	Curvas de nível, normais	25	59	75	83
	Curvas de nível, densos	6	35	70	79
Campos	Normais	30	58	71	78
	Esparsos, baixa transpiração	45	66	77	83
	Densos, alta transpiração	25	55	70	77
Estradas de terra	Normais	56	75	86	91
	Más	72	82	87	89
	Superfície dura	74	84	90	92
Florestas	Muito esparsas, baixa transpiração	56	75	86	91
	Esparsas	46	68	78	84
	Densas, alta transpiração	26	52	62	69
	Normais	36	60	70	76
Águas	Lago, rio, represa	100	100	100	100

Fonte: SCS, 1986 apud DAEE, 2012.

Os grupos hidrológicos de solo apresentados nos **Quadros 22 e 23** são descritos a seguir:

- Grupo A: solos arenosos, com baixo teor de argila total (inferior a 8%), sem rochas, sem camada argilosa e nem mesmo densificada até a profundidade de 1,5 m. O teor de húmus é muito baixo, não atingindo 1%;
- Grupo B: solos arenosos menos profundos que os do Grupo A e com menor teor de argila total, porém ainda inferior a 15%. No caso de terras roxas este limite pode subir a 20% graças a maior porosidade. Os dois teores de húmus podem subir, respectivamente, a 1,2% e 1,5%. Não pode haver pedras e nem camadas argilosas até 1,5 m, mas é quase sempre presente uma camada mais densificada que a camada superficial;
- Grupo C: solos barrentos, com teor de argila de 20 a 30%, mas sem camadas argilosas impermeáveis ou contendo pedras até a profundidade de 1,2 m. No caso de terras roxas, estes dois limites máximos podem ser de 40% e 1,5 m. Nota-se, a cerca de 60 cm de profundidade, camada mais densificada que no Grupo B, mas ainda longe das condições de impermeabilidade; e
- Grupo D: solos argilosos (30 a 40% de argila total) e com camada densificada a uns 50 cm de profundidade ou solos arenosos como B, mas com camada argilosa quase impermeável ou horizonte de seixos rolados.

### 8.2.3.1.2. Parâmetros Hidrológicos da Bacia do Córrego Manduca

A seguir, são apresentadas as características físicas da bacia hidrográfica do Córrego Manduca, as quais serviram de base para a verificação hidrológica do canal e seções de controle.

Área da Bacia (A) =	19,67 km <sup>2</sup>
Comprimento do Talvegue (L) =	10,51 km
Cota de Montante =	650,00 m
Cota de Jusante =	534,00 m
Declividade Equivalente =	5,20 m/km
Área impermeável =	46,7 %

Número de Deflúvio:

Área (%)	CN
9,19	88,00
8,06	80,00
0,94	74,00
0,41	75,00
14,30	75,00
7,49	75,00

Média Ponderada = 79,00

O **Quadro 24** demonstra a base de dados topográficos para o cálculo da declividade equivalente (Ieq) na Bacia Hidrográfica do Córrego Manduca:

**Quadro 24 - Dados Topográficos da Bacia Hidrográfica do Córrego Manduca.**

Ponto do Talvegue	Cota H (m)	Distância do divisor (km)	Desnível do trecho ΔH (m)	Extensão do trecho Ln (km)	Declividade no trecho jn (m/km)
Divisor	650	0	-	-	-
Curva de nível	640	0,647	20	0,648	15,43
Curva de nível	620	1,271	20	0,625	32,00
Curva de nível	600	2,501	20	1,24	16,13
Curva de nível	580	3,541	20	1,05	19,05
Curva de nível	560	4,871	20	1,34	14,93
Curva de nível	540	7,301	20	2,44	8,20
Exutório	535	10,551	5	3,25	1,54

### 8.2.3.1.3. Resultados dos Estudos Hidrológicos

O **Quadro 25**, a seguir, apresenta os resultados dos cálculos de verificação hidrológica da Bacia Hidrográfica do Córrego Manduca.

**Quadro 25 - Resultados dos Cálculos de Verificação Hidrológica da Bacia Hidrográfica do Córrego Manduca.**

<b>Cálculo do tempo de concentração (tc)</b>			
tc =	96,63	min	ou tc = 1,61 horas
<b>Cálculo da intensidade da chuva (i)</b>			
intensidade =	1,00	mm/min	60,29 mm/hora 97,10 mm
<b>Cálculo da chuva efetiva (P)</b>			
P	>	7,83	mm
<b>Cálculo da vazão do hidrograma unitário triangular (qp)</b>			

Pe (cm)	D (h)	tp (h)	tb (h)	q <sub>p</sub> (m <sup>3</sup> /s/cm)	tr' (h)	Chuva de Projeto
1	0,230	1,081	2,887	37,83	1,806	13,87

**Cálculo da Precipitação efetiva (Pe)**

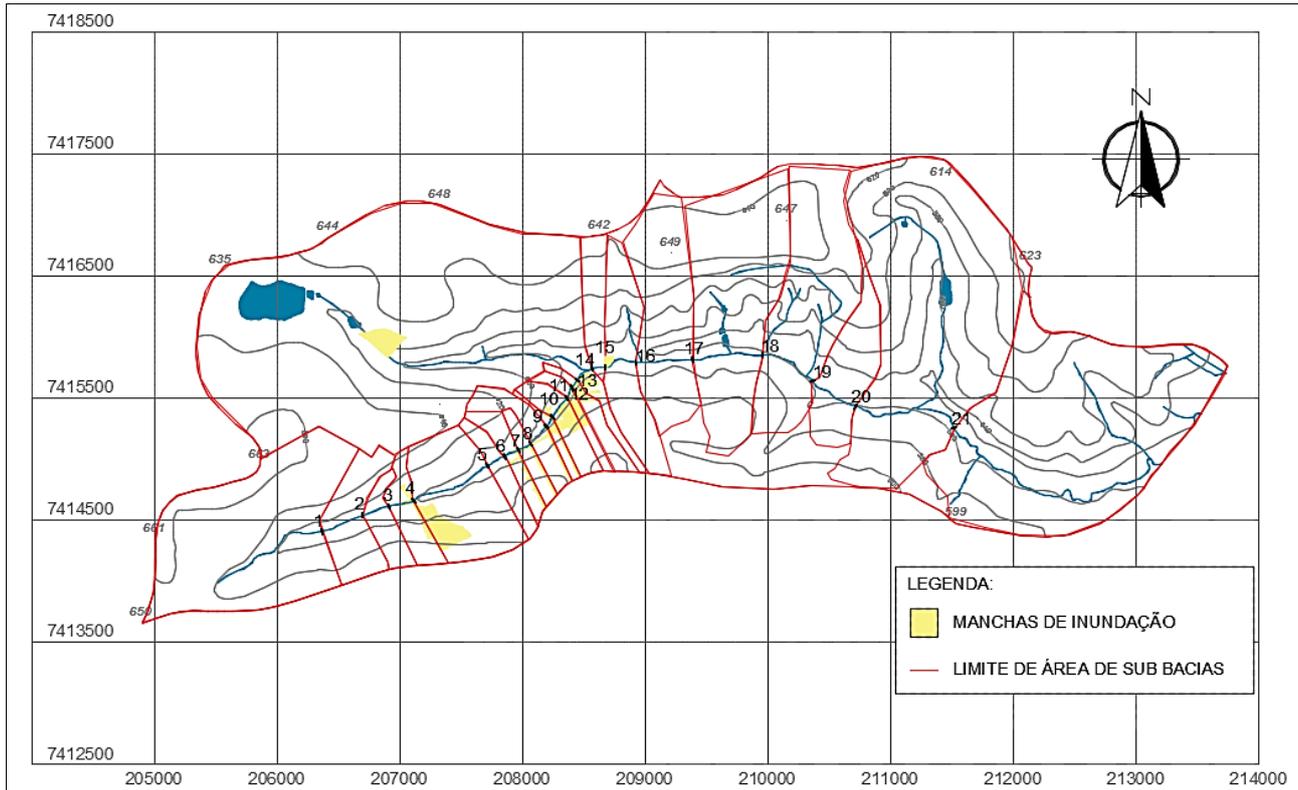
	Intervalo Tempo		Chuva tot. proj interv (mm)	Chuva Acum (P) (mm)	Excesso de chuva (mm)	Pe Acum (mm)	Pe (cm)	Qp m <sup>3</sup> /s
	Inicial (h)	final (h)						
1	0,000	0,230	13,87	13,87	0,809	0,809	0,0809	3,060
2	0,230	0,460	13,87	27,74	6,717	5,908	0,5908	22,354
3	0,460	0,690	13,87	41,61	15,655	8,938	0,8938	33,816
4	0,690	0,920	13,87	55,48	26,170	10,515	1,0515	39,782
5	0,920	1,150	13,87	69,36	37,610	11,440	1,1440	43,282
6	1,150	1,380	13,87	83,23	49,638	12,029	1,2029	45,510
7	1,380	1,611	13,87	97,10	62,065	12,427	1,2427	47,016
						62,07		234,82

### 8.2.3.2. Estudos Hidráulicos

Foram realizados estudos hidráulicos para a avaliação do desempenho dos dispositivos de macrodrenagem ao longo do canal do Córrego Manduca, em relação à vazão de contribuição verificada nos estudos hidrológicos. Para a realização dos estudos de verificação hidráulica do canal e travessias existentes no Córrego Manduca, subdividiu-se a bacia do Córrego Manduca em sub-bacias de contribuição para cada uma das travessias apresentadas no **Quadro 21** do presente Relatório.

A **Figura 20** apresenta as subdivisões da bacia do Córrego Manduca, bem como as manchas de inundação nas quais se encontram inseridas as travessias 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 e 15.

**Figura 20 - Subdivisões da Bacia Hidrográfica do Córrego Manduca de Acordo com as Travessias Existentes.**



Fonte: TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP (2017).

Os cálculos utilizados para tal verificação foram baseados nos seguintes parâmetros:

Avaliação da vazão de contribuição para sub-bacias com área de até 200 ha ou 2 km<sup>2</sup> de contribuição: Utilizou-se o Método Racional para a avaliação da vazão contribuinte.

$$Q = \frac{C \times i \times A}{6}$$

Onde:

Q = vazão de contribuição (m<sup>3</sup>/s);

C = coeficiente de escoamento superficial (adimensional);

i = intensidade média da chuva (mm/min); e

A = área de contribuição da bacia (ha).

Avaliação da vazão de contribuição para sub-bacias com área superior a 200 ha ou 2 km<sup>2</sup> de contribuição: Utilizou-se o Método SCS (Soil Conservation Service) para a avaliação da vazão contribuinte.

Avaliação da capacidade máxima de vazão nos bueiros tubulares e celulares, bem como

velocidade de escoamento nas tubulações: Utilizou-se as Equações de Manning e da Continuidade.

$$V = \frac{1}{n} \times R_H^{2/3} \times \sqrt{i} \quad (\text{Equação de Manning})$$

Onde:

V = velocidade média, em m/s;

n = coeficiente de rugosidade de Manning;

i = declividade média, em m/m;

R<sub>H</sub> = raio hidráulico, em

$$Q = V \times A_m \quad (\text{Equação da Continuidade})$$

Onde:

Q = vazão, em m<sup>3</sup>/s;

V = velocidade média, em m/s; e

A<sub>m</sub> = área molhada, em m<sup>2</sup>.

O **Quadro 26** apresenta o resumo dos cálculos hidráulicos e os respectivos resultados para cada uma das travessias existentes ao longo do Córrego Manduca.

#### **Quadro 26 - Cálculos Hidráulicos das Travessias Existentes ao Longo do Córrego Manduca.**

Travessias Existentes	Área Impermeável (%)	Extensão Talvegue (km)	Extensão Acumulada (km)	Área parcial (km²)	Área acumulada (km²)	Cota Montante (m)	Cota Jusante (m)	Declividade (m/km)	tc (min)	Vazão de pico (m³/s)	Seção Requerida (m²)
100 anos											
1,98 mm/min											
0,013											
28,62 min											
escoamento = 6,00 m/s											
Travessia	Área Impermeável (%)	Extensão Talvegue (km)	Extensão Acumulada (km)	Área parcial (km²)	Área acumulada (km²)	Cota Montante (m)	Cota Jusante (m)	Declividade (m/km)	tc (min)	Vazão de pico (m³/s)	Seção Requerida (m²)
Travessia de Iguai	34,66	1,6315	1,6315	1,6730	1,67	640	614	15,936	28,62	22,05	3,6
Travessia de Barros Magaldi	88,89	0,3589	1,9904	0,3712	2,04	614	609	13,933	33,65	26,94	4,4
Travessia de Júlio Arruda Melo	84,57	0,2312	2,2215	0,1532	2,20	609	601	17,555	34,97	38,23	6,3
Travessia de Justino da Rosa	98,00	0,2090	2,4305	0,1893	2,39	601	591	20,160	35,53	41,11	6,8
Travessia de João de Almeida	72,84	0,6843	3,1149	0,6871	3,07	591	591	15,731	47,32	50,8	8,4
Travessia de João da Fonseca	53,25	0,1599	3,2748	0,1470	3,22	591	584	17,101	47,63	52,87	8,8
Travessia de João	94,19	0,1200	3,3948	0,1467	3,37	584	582	17,085	48,98	54,83	9,1
Travessia de Antezzo Filho	88,55	0,1175	3,5122	0,0926	3,46	582	580	17,083	50,28	55,91	9,3
Travessia de João Seabra	78,35	0,1923	3,7045	0,1948	3,65	580	577	17,006	52,48	58,3	9,7
Travessia de João	86,33	0,0949	3,7994	0,0578	3,71	577	572	17,898	52,47	58,91	9,8
Travessia de João	92,76	0,1960	3,9954	0,1724	3,89	572	571	17,270	55,30	61,06	10,1
Travessia de João de Camargo	93,99	0,0966	4,0920	0,0896	3,97	571	571	17,270	56,85	61,94	10,3
Travessia de João	97,80	0,0753	4,1673	0,1306	4,11	571	569	17,037	57,42	63,82	10,6
Travessia de João de Oliveira	96,04	0,1570	4,3243	4,8063	8,91	622	571	15,956	68,07	136,49	22,7
Travessia de João	74,82	0,1069	4,4312	0,2024	9,11	571	568	16,249	61,31	138,66	23,1
Travessia de Aparecida Santi	85,67	0,4695	4,9006	0,5136	9,63	600	567	14,896	68,51	142,67	23,7
Travessia de João	80,41	0,4684	5,3690	0,7959	10,42	567	563	14,342	74,58	150,49	25,0
Travessia de João e Mesquita Filho	56,74	0,5777	5,9467	1,3571	11,78	563	557	10,386	81,53	164,96	27,4
Travessia de João	19,97	0,4745	6,4212	1,1518	12,93	620	550	14,016	95,13	177,39	29,5
Travessia de João	70,13	0,4118	6,8329	0,4563	13,39	550	548	13,464	92,00	180,01	30,0

#### 8.2.4. Diagnóstico do Sistema de Macrodrenagem

Conforme apresentado nos estudos hidráulicos e hidrológicos do sistema de macrodrenagem do município de Tatuí, constatou-se a insuficiência de algumas travessias para a vazão contribuinte, especialmente no período de cheias, o que tem ocasionado inundações e erosões das margens do canal principal que atravessa a zona urbana do município, o Córrego Manduca.

As altas concentrações urbanas em alguns trechos de área de várzea do canal ocasionam a potencialização dos fenômenos de enchentes e inundações nessas áreas, trazendo efeitos negativos do escoamento superficial, além da vulnerabilidade das populações instalada nesses locais.

Identificou-se ainda, a falta de manutenção e limpeza ao longo do canal do Córrego Manduca, o que caracteriza um problema integrado de urbanização e saúde pública, já que o contato com água contaminada em ocasião de enchentes coloca em perigo a saúde da população devido ao risco de contaminação e proliferação de doenças e vetores.

Verificou-se a implantação de obras nas travessias das Ruas Capitão Lisboa, Rua Prof.<sup>a</sup> Maria Aparecida Santi e Rua Jornalista Julio de Mesquita Filho. As pontes em concreto armado recém implantadas, ou ainda em implantação, de acordo com a verificação de suas dimensões em projetos fornecidos pela Prefeitura Municipal de Tatuí, atendem às demandas de vazões contribuintes nestes locais. Portanto foi constatada a eficiência das obras novas à jusante do canal do Córrego Manduca, apesar da deficiência de outras travessias.

Desta forma, faz-se necessário não só a realização de intervenções nos sistemas de macro e microdrenagem urbana com projetos e obras para ações estruturais, com implementação de medidas compensatórias de drenagem urbana, a fim de mitigar os problemas identificados, mas também ações integradas com a urbanização, gerenciamento de resíduos sólidos e esgotamento sanitário, etc.

Tais intervenções e medidas mitigatórias para o combate das deficiências aqui identificadas, serão apresentadas no *Relatório Técnico R05*, que compõe o presente Plano Diretor de Drenagem Urbana.

### **8.2.5. Documentação Fotográfica dos Dispositivos de Macrodrenagem**

Apresenta-se a seguir a Documentação Fotográfica que identifica e localiza alguns dos principais pontos verificados no sistema de macrodrenagem do município de Tatuí.



**Foto 73: Ponte de concreto armado existente próximo à Rua Domingos Bassi (Travessia 17). Assoreamento das margens do canal. Coordenadas Geográficas: UTM 7.415.930 S; 209.366 E.**



**Foto 74: Trecho de canal com instabilidade de talude na margem direita do Córrego Manduca. Local: Rua Bento Correia Antunes, altura do número 583 (próximo à travessia 15). Coordenadas Geográficas: UTM 7.415.818 S; 208.647 E.**



**Foto 75: Detalhe da instabilidade de talude em trecho de canal do Córrego Manduca. Deslizamento de terra verificado. Rua Bento Correia Antunes, altura do número 230 (próximo à travessia 14). Coordenadas Geográficas: UTM 7.415.813 S; 208.569 E.**



**Foto 76: Travessia 15 - Rua Capitão Lisboa recém-implantada. Ponte de concreto armado com muro de ala e enrocamento para dissipação de energia no Córrego Manduca. Coordenadas Geográficas: UTM 7.415.837 S; 208.651 E.**



Foto 77: Obras de contenção de margem do Córrego Manduca - Rua Profa. Maria Aparecida Santi. Detalhe da chegada de rede de microdrenagem. Trecho de montante da Travessia 16. Coordenadas Geográficas: UTM 7.415.921 S; 208.732 E.



Foto 78: Obras de contenção de margem do Córrego Manduca - Rua Profa. Maria Aparecida Santi. Detalhe da chegada de rede de microdrenagem. Trecho de montante da Travessia 16. Coordenadas Geográficas: UTM 7.415.921 S; 208.732 E.

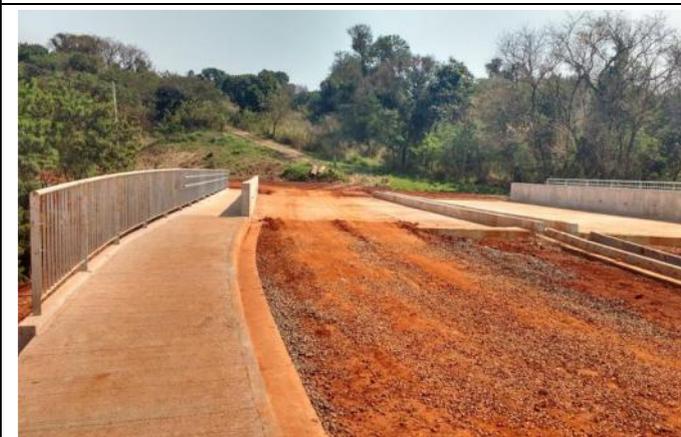


Foto 79: Ponte em concreto armado recém-implantada sobre o Córrego Manduca e obras de reconfiguração do greide da via - Rua Profa. Maria Aparecida Santi - Travessia 16. Coordenadas Geográficas: UTM 7.415.894 S; 208.897 E.



Foto 80: Ponte em concreto armado recém-implantada sobre o Córrego Manduca - Rua Profa. Maria Aparecida Santi - Travessia 16. Coordenadas Geográficas: UTM 7.415.894 S; 208.897 E.



Foto 81: Detalhe da ponte em concreto armado recém-implantada sobre o Córrego Manduca - Rua Profa. Maria Aparecida Santi - Travessia 16. Verificada a necessidade de contenção de margens. Coordenadas Geográficas: UTM 7.415.894 S; 208.897 E.



Foto 82: Trecho canalizado (canal aberto em concreto armado) à montante da bacia do Córrego Manduca, Rua Dr. Olavo Ribeiro de Souza altura do nº200, próximo à Travessia 03. Coordenadas Geográficas: UTM 7.414.633 S; 206.921 E.



Foto 83: Obras de implantação de ponte de concreto armado sobre o Córrego Manduca na Rua Jornalista Júlio de Mesquita Filho - Travessia 18. Coordenadas Geográficas: UTM 7.415.993 S; 209.930 E.

Os Desenhos que ilustram a Bacia Hidrográfica do Córrego Manduca estão no Anexo IV do Relatório Técnico Parcial I, Desenho 01 - Bacia Hidrográfica do Córrego Manduca; Desenho 02 - Bacia Hidrográfica do Córrego Manduca - Uso do Solo; e Desenho 03 - Subdivisões da Bacia Hidrográfica do Córrego Manduca.

## 9. PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE DRENAGEM DE TATUÍ

### 9.1. Considerações Iniciais

Na medida em que a urbanização se acelera, desastres ambientais urbanos provocados por fenômenos naturais se intensificam. A urbanização afeta as condições naturais para ocorrência de desastres ambientais, assim como estes desastres ambientais têm seu potencial ampliado em função da urbanização. A urbanização é uma situação em que aumenta a exposição da população aos riscos: ocupação humana em áreas de risco de desabamentos e enchentes, poluição hídrica, poluição atmosférica, contaminações de água e solo por produtos perigosos, geração de resíduos, são algumas das situações às quais a sociedade fica exposta. Muitas vezes, a falta de infraestrutura apropriada, com condições básicas de habitabilidade, como redes de abastecimento de água e esgotamento sanitário, coleta de lixo, obras de contenção de encostas e drenagem de águas pluviais aliadas às más condições de habitação agravam estas situações de risco. Como consequência da urbanização, a valorização da terra pressiona a ocupação de áreas impróprias, o que propicia a formação de assentamentos humanos inadequados, como invasões e favelas, com poucas áreas verdes e sem a oferta de serviços básicos como abastecimento de água e coleta de esgoto. Muitas vezes, o leito maior e às vezes o leito menor dos rios acabam sendo ocupados por edificações.

As enchentes têm sua frequência e magnitude aumentadas devido à urbanização, uma vez que a ocupação inadequada do espaço urbano causa impermeabilização do solo, além de produzir obstruções no escoamento superficial, através de drenagem inadequada, obstruções em condutos e assoreamento. Um dos problemas relacionados à rápida urbanização é a sensibilidade às enchentes, como resultado da concentração de pessoas em áreas suscetíveis à inundação, falta de planejamento na gestão de águas urbanas, falta de planejamento urbano, dentre outros.

Assim, a ocupação urbana em vales, áreas de várzea, encostas e áreas inundáveis tem ocorrido com frequência, não só por falta de opções por parte da população, mas também por falta de planejamento e fiscalização do poder público.

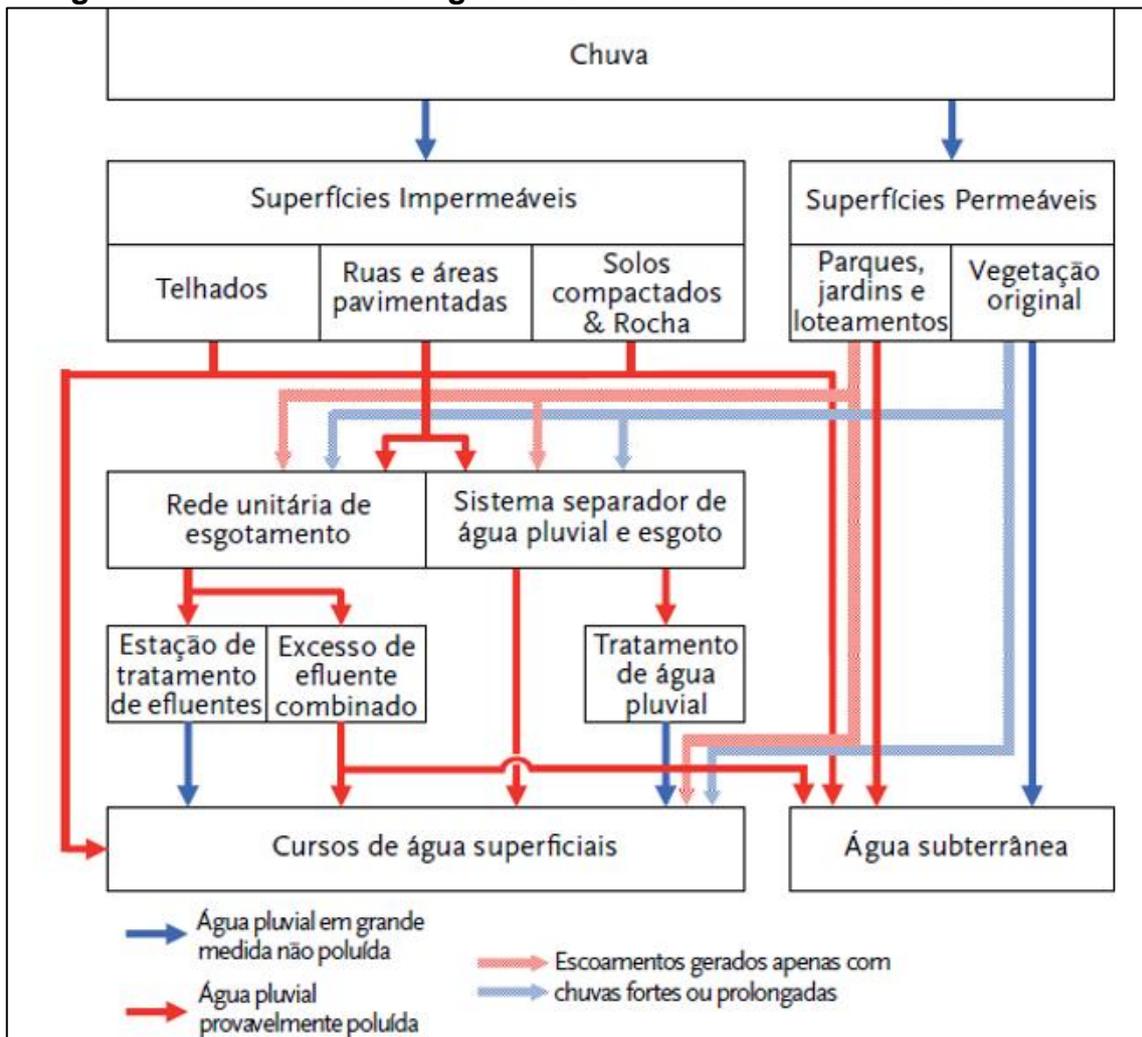
## 9.2. Causas das enchentes urbanas

A infraestrutura urbana altera e polui o regime natural de escoamento superficial. O desenvolvimento das áreas urbanas tem culminado na canalização de rios, aterramento de córregos, contribuição de esgotos domésticos na rede pluvial, afastamento das águas

nas áreas de montante das bacias e acúmulo destas nas áreas de jusante, carreamento de resíduos sólidos e poluição difusa, entre outros fatores.

A **Figura 21** mostra os possíveis caminhos das águas pluviais em ambiente urbano, com destaque para a qualidade destas águas, e seus possíveis destinos.

**Figura 21 - Caminhos da Água de Chuva em um Ambiente Urbanizado.**



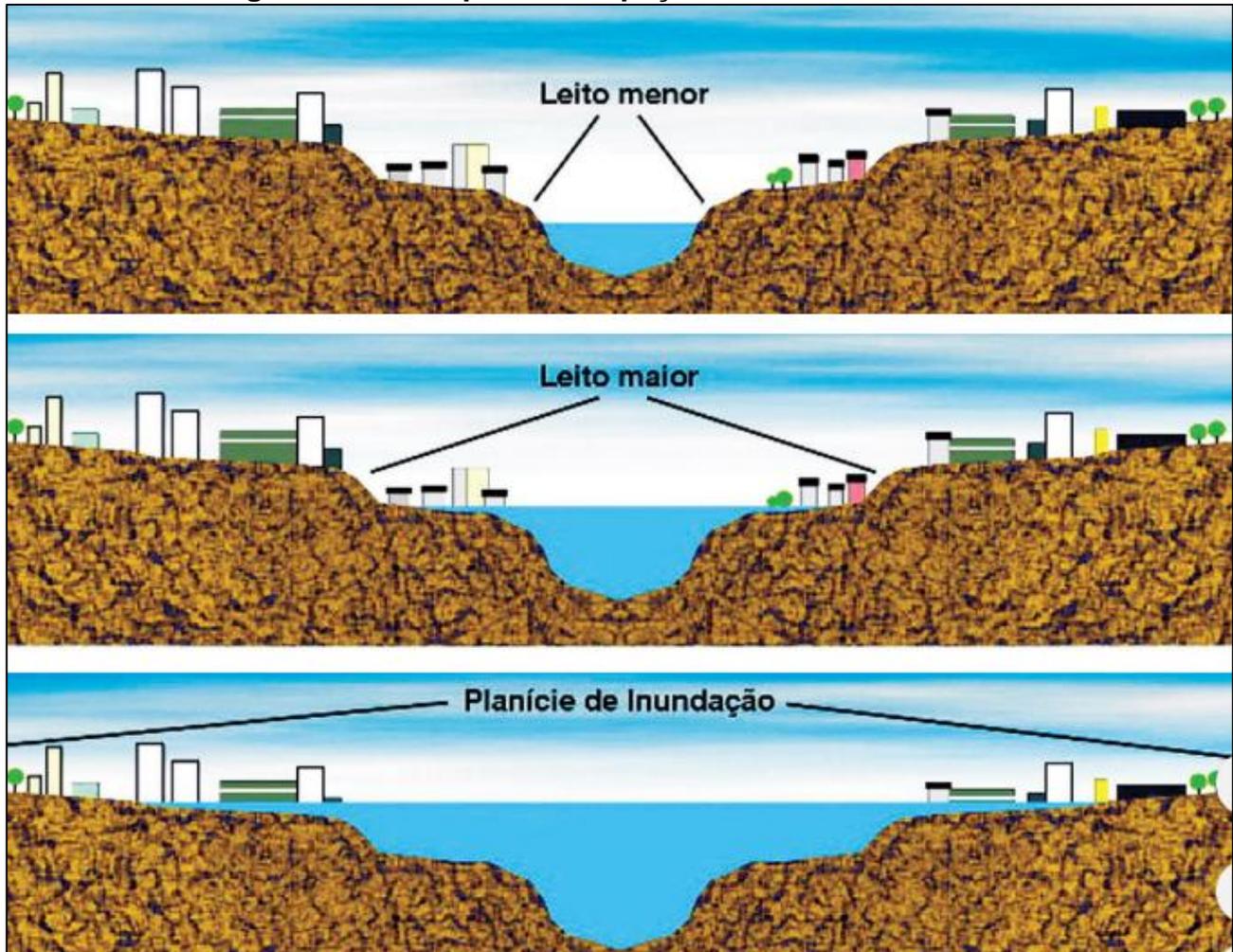
Fonte: ICLEI BRASIL, 2011 apud FILHO et al, 2012.

O desenvolvimento urbano causa ainda mudanças no uso do solo, já que boa parte da cobertura vegetal é trocada por pavimentos impermeáveis, alterando assim a drenagem dos terrenos e a dinâmica do ciclo hidrológico urbano.

A ocupação do leito de inundação dos corpos d'água no meio urbano configura um dos maiores problemas de gestão das grandes cidades. As inundações são frequentes e a parcela da população que ocupa estas áreas se vê frequentemente afetada por estas enchentes, e ao mesmo tempo, não têm outra opção de moradia. Configura-se uma situação de difícil equacionamento pelo Poder Público.

A **Figura 22** mostra uma situação comum em áreas urbanas, a ocupação de áreas de várzea, uma das causas de inundações urbanas.

**Figura 22 - Exemplo de Ocupações em Área de Várzea.**



Fonte: ReCESA, 2007.

É de grande importância a restrição da ocupação humana em áreas de risco de inundações, mesmo que essas ocorram apenas esporadicamente. A ocupação destas áreas, especialmente por populações de baixa renda, acentua os problemas de enchente. A urbanização causa aumento das vazões máximas em até 7 vezes, devido ao aumento da capacidade de escoamento através de condutos e canais e da impermeabilização do solo. Chuvas intensas fazem com que a capacidade dos sistemas de drenagem seja excedida, causando transbordamentos. A construção de canais para a rápida coleta e transporte de águas pluviais para cursos de água receptores como rios e córregos provoca um aumento das vazões máximas, antecipando picos de cheia, o que aumenta o risco de inundações à jusante.

O aumento da produção de sedimentos, seja pela produção de resíduos sólidos, seja pelas atividades de construção, limpeza de terrenos, ou pelo carreamento de sedimentos pelo escoamento superficial, pode causar assoreamento nos corpos d'água e na micro e macrodrenagem, com redução da capacidade de escoamento dos condutos. Além disso, os fluxos de escoamento superficial apresentam alta velocidade, em decorrência da impermeabilização, o que causa erosão, e, conseqüentemente, mais produção de sedimentos. A elevada produção de resíduos sólidos pelas cidades também é um problema, pois obstrui canais de drenagem, ocupando espaços destinados ao escoamento. Além disso, a presença de lixo torna as condições sanitárias das águas escoadas ainda piores. A própria infraestrutura urbana instalada de forma desorganizada pode causar problemas na drenagem, obstruindo os caminhos do escoamento com obras de drenagem inadequadas, aterros, reduções na seção de escoamento, dentre outros. Com a impermeabilização, há uma redução da infiltração no solo, o que aumenta os volumes de escoamento superficial e diminui a recarga de aquíferos, o que pode prejudicar a disponibilidade futura de água, comprometendo assim a sustentabilidade hídrica urbana. O **Quadro 27** mostra os efeitos hidrológicos de vários problemas urbanos relacionados às inundações.

**Quadro 27 - Resumo das Consequências Hidrológicas da Urbanização.**

<b>Causas</b>	<b>Efeitos</b>
Impermeabilização	Maiores picos e volumes.
Redes de drenagem	Maiores picos à jusante.
Resíduos sólidos	Degradação da qualidade da água; Entupimento de bocas de lobo e galerias.
Redes de esgoto deficientes	Degradação da qualidade da água Moléstias de veiculação hídrica Inundações: conseqüências mais sérias.
Desmatamento e desenvolvimento indisciplinado	Maiores picos e volumes; Mais erosão; Assoreamento em canais e galerias.
Ocupação das áreas de várzeas	Maiores prejuízos; Maiores picos e volumes; Maiores custos de utilidades públicas.

Além das causas citadas, é preciso lembrar também que o princípio de gestão das águas pluviais urbanas no Brasil tem sido feita com base em um princípio de se retirar a água excedente o mais rápido possível do seu local de origem. Dentre as conseqüências desta abordagem, pode-se citar:

- **“Ilhas de Calor”**: devido à rápida remoção de água de chuva, que reduz a evapotranspiração e que somada ao efeito de aquecimento de superfícies impermeáveis, gera um microclima mais quente.

- **Inundações à Jusante:** devido ao afastamento rápido das águas pluviais.
- **Poluição Difusa:** poluentes sem origem definida (metais pesados, óleos e pesticidas) são diluídos nos escoamentos até os cursos d'água.
- **Redução do Escoamento Básico:** a impermeabilização das superfícies esgota aquíferos ao reduzir sua recarga natural.
- **Erosão e Assoreamento:** devido aos escoamentos em alta velocidade.
- **Desperdício do Recurso Hídrico:** A remoção de água pluvial impede que ela seja utilizada para fins não potáveis, como lavagens de logradouros públicos, rega de jardins ou harmonia paisagística.

É preciso considerar a bacia como um sistema de controle das águas pluviais. Geralmente, o escoamento gerado em um local é transferido para outro ponto da bacia, através de condutos e canalizações, o que pode causar impactos significativos à jusante. Esta ação apenas transfere o problema das enchentes de um ponto a outro, não atuando nas causas do problema.

### 9.3. Prejuízos Causados por Inundações Urbanas

As causas já citadas provocam as enchentes urbanas, que impactam a população no sentido de causar prejuízos e perdas materiais e humanas, interrupções de atividades econômicas nas áreas inundadas, contaminações por doenças de veiculação hídrica e por depósitos de materiais tóxicos. O **Quadro 28** mostra uma síntese das perdas causadas por inundações.

#### **Quadro 28 - Síntese das Perdas Causadas por Inundações.**

PERDAS POR INUNDAÇÕES			
	PERDAS TANGÍVEIS	PERDAS TANGÍVEIS	PERDAS HUMANAS E OUTRAS
<b>PRIMÁRIAS</b>	Danos a: - Construções (casas) - Conteúdos das construções - Infraestrutura (rodovias, pontes)	Perda ou queda da: - Produção agrícola - Produção industrial - Comunicações - Serviços de educação e saúde - Fornecimento de utilidades (eletricidade, água)	- Perdas de vidas - Danos físicos - Perdas de sítios arqueológicos
<b>SECUNDÁRIAS</b>	- Enchentes causam incêndios - Redução das safras - Falta de energia elétrica, danificando máquinas	- Perda de valor agregado na indústria - Custos de congestionamentos - Contaminação de mananciais - Falta de alimentos - Aumento dos custos dos serviços de emergência - Perda da receita - Aumento das despesas	- Aumento do estresse - Traumas físicos e psíquicos - Aumento de doenças de veiculação hídrica - Aumento em atendimentos médicos pós-cheias - Aumento da mortalidade
<b>TERCIÁRIAS</b>	- Aumento da taxa de depreciação da propriedade - Enfraquecimento das estruturas, tornando-as mais suscetíveis a danos nas próximas enchentes	- Falência de algumas empresas - Perda de exportação - Redução do Produto Interno Bruto	- Perdas de habitações - Perdas do ambiente de vizinhança - Perda total de bens não segurados - Perdas de comunidades que são divididas

Fonte: Adaptado de Parker, 2000.

## 10. PLANEJAMENTO DA GESTÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS

As inundações expressivas ocorridas nos últimos anos têm destacado a importância de uma abordagem integrada para combater e resolver problemas relacionados às enchentes urbanas. Isso indica a necessidade de se planejar o controle e prevenção de enchentes de acordo com necessidades presentes, mas pensando também em adaptações que possam ser feitas para situações futuras. Para implantar ações de mitigação de prejuízos causados pelas enchentes, é importante contar com estudos multidisciplinares, que envolvam arquitetura e urbanismo, planejamento urbano, engenharia civil e hidráulica, meio ambiente, meteorologia, geologia, geografia, sociologia, psicologia, comunicação social, todas estas áreas conversando entre si, visando sempre a formulação de soluções sustentáveis, socialmente adequadas, que busquem o bem-estar e a segurança da população. Nas últimas décadas, faculdades, órgãos gestores e centros de pesquisa têm tentado modelar sistemas urbanos, utilizando uma abordagem de sistemas agregados para examinar questões complexas, como mudanças no planejamento de transportes, uso do solo, e em aspectos econômicos e ambientais.

Estes modelos devem considerar diversas informações, que devem ser agregadas, de forma a considerar a diversidade de fatores envolvidos na gestão das águas urbanas. Um fator importante a ser considerado é que o controle de enchentes na atualidade leva em conta o conhecimento acumulado de eventos passados. Os sistemas convencionais de drenagem são utilizados como método mais comum para gestão de águas pluviais no mundo. No entanto, este sistema convencional se mostra muitas vezes incapaz de impedir inundações e danos ambientais e sociais. Este modelo se baseia na rápida remoção da água pluvial das áreas urbanas, o que exclui algumas oportunidades para a gestão de águas urbanas, como a utilização desta água para fins não potáveis, paisagismo, e em casos extremos até sua incorporação no sistema de abastecimento público. Além da integração interdisciplinar, é preciso que a gestão das águas pluviais urbanas seja feita de forma integrada no âmbito das instituições que se relacionam ao tema. Pavimentação, habitação, gestão de parques, saneamento, limpeza urbana, gestão de resíduos e uso e ocupação do solo são apenas alguns dos serviços municipais que influenciam ou são influenciados pela gestão das águas pluviais. Portanto, estes serviços devem conversar entre si para fazer uma gestão de águas pluviais urbanas adequada, sempre visando o bem-estar social e a sustentabilidade ambiental.

## 11. MEDIDAS DE CONTROLE DE ENCHENTES

Enchentes urbanas podem ser combatidas através da diminuição de sua ocorrência, por medidas estruturais, ou através da redução de perdas e adaptação a estes episódios, através de medidas não estruturais. Medidas estruturais são aquelas que envolvem grande quantidade de recursos e resolvem problemas específicos de uma região. Medidas não estruturais geralmente possuem custos menores quando comparadas às estruturais. Apesar de distintas, a aplicação de medidas estruturais e não estruturais deve ser feita de forma integrada.

Como alternativa de medida para o controle de enchentes, apresentam-se ainda as técnicas compensatórias, que são medidas estruturais não convencionais, baseadas na conservação das características naturais das bacias hidrográficas, interferindo o mínimo possível na permeabilidade do solo e na sua capacidade de recarga dos corpos d'água, buscando promover a manutenção do ciclo hidrológico urbano.

### 11.1. Medidas Estruturais

As medidas estruturais para o controle de inundações são obras de engenharia hidráulica implantada para mitigar os impactos causados pelas enchentes, destinadas a reter, desviar ou escoar as águas pluviais com maior rapidez e para cotas mais baixas. São caracterizadas pela construção de obras hidráulicas e o volume das precipitações consideradas para o dimensionamento de tubulações e canais definidos através de estudos estatísticos.

São constituídos basicamente por dispositivos de microdrenagem, que efetuam o transporte das águas superficiais nas ruas (guias e sarjetas), sua captação é realizada por meio de bocas de lobo, bocas de leão e/ou gárgulas quando sua capacidade de vazão é superada, e de galerias, usualmente enterrados, destinados ao transporte dessas águas até o seu lançamento em sistemas de macrodrenagem, constituídos de canais abertos (com revestimento natural ou não) ou de condutos enterrados.

Medidas estruturais são medidas físicas diretas, aplicadas no contexto da bacia, que objetivam modificar as relações entre precipitação e vazão para reduzir a produção de escoamento superficial, diminuindo a ocorrência de erosão e enchentes. No âmbito político, geralmente se dá preferência às medidas estruturais, pois elas são facilmente perceptíveis pela população, embora nem sempre sejam efetivas quanto outras medidas. Geralmente, medidas estruturais têm elevado custo, o que não significa que este tipo de medida seja descartável ou que seja evitada. Na verdade, o controle de enchentes deve envolver a integração entre medidas estruturais e não estruturais. Para algumas situações, certamente soluções estruturais serão necessárias, mas elas devem ser implantadas levando em conta o contexto da bacia, sendo racionalmente planejadas.

## **11.2. Medidas Não Estruturais**

A crescente impermeabilização do solo e as ocupações indevidas conduzem a picos de vazão cada vez mais altos e difíceis de serem controladas através de medidas estruturais tradicionais, voltadas à ampliação da capacidade de escoamento superficial. Essa dificuldade tem aumentado, ainda que discretamente, a utilização de medidas não estruturais, de caráter essencialmente preventivo.

As medidas não estruturais são aplicadas em conjunto, complementando-se umas às outras. Consistem basicamente em regulamentação do uso do solo, compra de áreas

inundáveis, sistema de alerta contra inundações, conscientização ambiental, entre outros. As medidas não estruturais também podem ser definidas como uma excelente alternativa para evitar a execução de medidas estruturais, pois possuem um custo muito baixo em relação às medidas estruturais e por que procuram adaptar a vida urbana ao fenômeno natural das precipitações e suas consequências. No entanto, o baixo custo não significa que a sua aplicação seja fácil, muito pelo contrário, sua implantação torna-se mais difícil por envolver aspectos sociais.

Medidas não estruturais são aquelas que têm caráter extensivo, com ações que podem atingir toda a bacia. Podem ser de natureza institucional, administrativa, ou financeira, sendo adotada individualmente ou por um grupo de pessoas, espontaneamente ou imposta por lei, que visam minimizar impactos e adaptar moradores às condições extremas causadas por eventos de enchentes.

São medidas não estruturais: o zoneamento de áreas inundáveis, o planejamento do uso e ocupação do solo com planejamento urbano adequado na escala da bacia hidrográfica, os sistemas de alerta de cheias, a evacuação de áreas de várzea com transferência de áreas duramente atingidas para áreas mais seguras, a retenção no solo através da criação ou manutenção de áreas verdes, seguros contra enchentes, ações de educação ambiental e sensibilização através de programas contínuos de esclarecimento e orientação, imposição de restrições à ocupação de áreas de risco e o incentivo a pesquisas na área, que promovam o desenvolvimento de políticas municipais adequadas às realidades locais.

### 11.3. Técnicas Compensatórias

As técnicas compensatórias baseiam-se, essencialmente, na retenção e na infiltração das águas precipitadas, visando o rearranjo temporal das vazões e, eventualmente, a diminuição do volume escoado, reduzindo a probabilidade de inundações e possibilitando ganhos na qualidade das águas pluviais.

As tecnologias compensatórias podem assumir múltiplas formas, permitindo sua utilização em diferentes escalas, desde pequenas parcelas até o projeto de sistemas de drenagem para grandes áreas. Elas podem ainda, integrar-se ao meio ambiente e ao tecido urbano, permitindo usos associados, por exemplo, a áreas de estacionamento, áreas para lazer e práticas de esporte, parques, etc. Ainda, outra possibilidade interessante consiste na

combinação de diferentes tipos de soluções técnicas compensatórias em um mesmo empreendimento, possibilitando a potencialização dos efeitos positivos delas decorrentes. Nos sistemas clássicos as águas pluviais são captadas e conduzidas a condutos artificiais, preferencialmente subterrâneos, funcionando por gravidade, sendo evacuadas das zonas urbanas e lançadas em corpos d'água rapidamente. Eles são constituídos, essencialmente, de dispositivos de captação das águas superficiais, estruturas de condução das águas captadas, na forma de canais abertos ou condutos enterrados e, eventualmente, obras complementares, tais como bueiros e dissipadores de energia. A partir dos anos 70, uma outra abordagem para tratar o problema vem sendo desenvolvida. Trata-se do conceito de tecnologias alternativas ou compensatórias de drenagem, que buscam neutralizar os efeitos da urbanização sobre os processos hidrológicos, com benefícios para a qualidade de vida e a preservação ambiental.

Estas tecnologias são alternativas em relação às soluções clássicas por que:

- Consideram os impactos da urbanização de forma global, tomando a bacia hidrográfica como base de estudo; e
- Buscam compensar sistematicamente os efeitos da urbanização, controlando na fonte, a produção de excedentes de água decorrentes da impermeabilização, através de infiltração, e evitando a sua transferência rápida para jusante, através de estruturas de armazenamento temporário.

As tecnologias alternativas permitem a continuidade do desenvolvimento urbano sem gerar custos excessivos para as municipalidades, além de propiciar o tratamento combinado das questões de drenagem pluvial em meio urbano com outras questões urbanísticas.

Quando bem concebidas, as tecnologias alternativas contribuem efetivamente para a melhoria da qualidade de vida em meio urbano e a recuperação e a preservação do meio ambiente, através da redução da carga de poluição de origem pluvial. As vantagens citadas acima dependem, naturalmente, da solução adotada e da sua adequada inserção no ambiente, mas, inquestionavelmente, o emprego destas tecnologias alternativas em drenagem urbana vai ao encontro das condições necessárias para o desenvolvimento sustentável em áreas urbanas.

Como exemplos de técnicas compensatórias, é possível citar: pavimentos permeáveis, trincheiras ou valas de infiltração, bacias de percolação, armazenamento de águas pluviais. Estes dispositivos permitem o aumento da recarga de aquíferos e a redução das vazões máximas a jusante através da infiltração e percolação, além de reduzir a carga de poluição difusa produzida na bacia.

Obras de controle de erosão devem ser extensivas no sentido de não serem aplicadas apenas em contexto local, de forma fragmentada. Elas devem ser pensadas na bacia como um todo. A erosão é a maior causa de transporte de sedimentos, que acabam causando assoreamento em corpos d'água e estruturas de micro e macrodrenagem, diminuindo a capacidade de vazão destes condutos. Obras de contenção de encostas, com plantio de gramíneas e arbustos, estabilização do corte de encostas, muros de arrimo e terraceamento são alguns exemplos de controle de erosão, permitindo que o solo resista à erosão causada pelo escoamento, evitando a produção de sedimentos.

## **12. DIRETRIZES BÁSICAS DE AÇÕES PARA O MUNICÍPIO DE TATUÍ**

A partir do diagnóstico da situação atual da macro e microdrenagem apresentado anteriormente, serão propostas a seguir medidas estruturais e não estruturais, bem como técnicas compensatórias para o manejo das águas pluviais no município de Tatuí.

### **12.1. Proposta de Intervenções no Sistema de Macrodrenagem**

A partir de criteriosos estudos, levantamentos e análises realizados na bacia hidrográfica prioritária de macrodrenagem do município de Tatuí, foram elencadas diretrizes básicas de ações estruturais e não estruturais para o manejo das águas pluviais em escala de macrodrenagem, integradas com as ações no sistema de microdrenagem e demais setores do saneamento básico do município como tratamento de esgoto, abastecimento de água e gestão de resíduos sólidos.

As ações apresentadas têm como principal objetivo:

- Reduzir a exposição da população e das propriedades ao risco de inundações;
- Reduzir sistematicamente o nível de danos causados pelas inundações;
- Preservar as várzeas não urbanizadas numa condição que minimize as

interferências com o escoamento das vazões de cheias, com a sua capacidade de armazenamento, com os ecossistemas aquáticos e terrestres de especial importância e com a interface entre as águas superficiais e subterrâneas;

- Assegurar que as medidas corretivas sejam compatíveis com as metas e objetivos globais da região;
- Minimizar os problemas de erosão e sedimentação ao longo dos principais cursos d'água;
- Proteger a qualidade ambiental e o bem-estar social; e
- Promover, quando possível, a utilização das várzeas para atividades de lazer e contemplação.

### 12.1.1. Medidas Estruturais

Conforme apresentado no item “*Diagnóstico da Situação Atual do Sistema de Drenagem*”, do presente Plano Diretor de Drenagem Urbana, a bacia hidrográfica do Córrego Manduca foi identificada como bacia prioritária do município de Tatuí, por abranger boa parte da zona urbana e englobar as manchas de inundação identificadas no município.

Cruciosos estudos hidráulico-hidrológicos, levantamentos, análises e conclusões apresentadas no Relatório Técnico - R04 identificaram alguns problemas ao longo dos 10,54 km de extensão do canal do Córrego Manduca, tais como: erosões de margens, assoreamento do leito do canal, despejos de esgoto doméstico bruto, travessias com capacidade hidráulica insuficiente para a demanda de vazão contribuinte causando transbordamento do canal, falta de limpeza e manutenção do córrego, depósito de resíduos sólidos em alguns trechos, ocupação da área de várzea ou leito maior. Para a mitigação e combate dos problemas apresentados, propõe-se a seguir diretrizes básicas de ações estruturais.

#### 12.1.1.1. Proposta de Substituição das Travessias Hidraulicamente Insuficientes

As travessias listadas no **Quadro 29** foram identificadas nos estudos hidráulico-hidrológicos como hidraulicamente insuficientes para a condução da vazão contribuinte na seção em que se encontram.

#### **Quadro 29 - Travessias Identificadas nos Estudos como Insuficientes Hidraulicamente.**

Sub-Bacia nº	Local da Travessia	Vazão de Pico (m³/s)	Seção Mín. Requerida (m²)	Seção existente (m²)
1	Rua Lázaro Pelagali	22,05	3,67	1,77
3	Pas. Rua Prof. Eulálio Arruda Melo	38,23	6,37	4,40
4	Rua Benedito Faustino da Rosa	41,11	6,85	4,59
6	Rua Mal. Deodoro da Fonseca	52,87	8,81	3,18
7	Rua Santo Antônio	54,83	9,14	4,00
8	Rua Tamandaré	55,91	9,32	3,53
9	Av. Virgílio de Montezzo Filho	58,3	9,72	3,53

Como alternativa de intervenção imediata nestes dispositivos, propõe-se a substituição dos elementos listados no **Quadro 29** por travessias hidraulicamente suficientes, com dimensões obtidas a partir dos cálculos hidráulicos apresentados no *Relatório Técnico - R04* do Presente Plano Diretor de Drenagem Urbana.

O dimensionamento das novas travessias foi baseado em projetos existentes fornecidos pela Prefeitura Municipal de Tatuí, das outorgas das travessias em estudo. Tais projetos foram submetidos à verificação e recálculo.

O **Quadro 30** apresenta as estruturas a serem implantadas como substituição às travessias insuficientes:

**Quadro 30 - Travessias Propostas - Córrego Manduca.**

Sub-Bacia nº	Local da Travessia	Seção Mín. Requerida (m²)	Travessia Proposta
1	Rua Lázaro Pelagali	3,67	<sup>1</sup> BSTC Ø1,50 m
3	Pas. Rua Prof. Eulálio Arruda Melo	6,37	<sup>2</sup> BDTC Ø1,50 m
4	Rua Benedito Faustino da Rosa	6,85	BDTC Ø1,20 m
6	Rua Mal. Deodoro da Fonseca	8,81	<sup>3</sup> BDCC 2,00 x 2,50 m
7	Rua Santo Antônio	9,14	BDCC 2,00 x 2,00 m
8	Rua Tamandaré	9,32	BDCC 2,00 x 2,50 m
9	Av. Virgílio de Montezzo Filho	9,72	BDCC 2,00 x 2,50 m

Nota: <sup>1</sup>BSTC: Bueiro Simples Tubular de Concreto;

<sup>2</sup>BDTC: Bueiro Duplo Tubular de Concreto;

<sup>3</sup>BDCC: Bueiro Duplo Celular de Concreto.

Apresentamos no Anexo II do Relatório Técnico R5 - Vol. II os Desenhos que ilustram os projetos das travessias propostas, DRE-DE-TAT-04 - Travessia Rua Lázaro Pelagali; DRE-DE-TAT-05 - Travessia da Pass. Rua Prof. Eulálio de Arruda A. Melo; DRE-DE-TAT-06 - Travessia Rua Benedito Faustino da Rosa; DRE-DE-TAT-07 - Travessia Rua Mal. Deodoro da Fonseca; DRE-DE-TAT-08 - Travessia Rua Santo Antônio; DRE-DE-TAT-09 -

Travessia Rua Tamandaré; e DRE-DE-TAT-10 - Travessia Av. Virgílio de Montezzo Filho. O **Quadro 31** apresenta a estimativa de custos e quantitativos para a implantação das travessias propostas.

**Quadro 31 - Custos e Quantitativos Macrodrenagem Pluvial.**

Item	Código	Descrição dos Serviços	Unid.	Quant.	Preço Unitário	Custo Total R\$
<b>01.00 Serviços Preliminares</b>						
01.01	SIURB 01-10-00	nivelamento geométrico de fundo do canal ou córrego	m	240,00	5,58	1.339,20
01.02	SIURB 02-02-10	perfuração e execução de ensaio penetrométrico ou de lavagem por tempo	m	240,00	91,01	21.842,40
01.03	SINAPI 73822/002	limpeza mecanizada de terreno com remoção de camada vegetal, utilizando motoniveladora	m <sup>2</sup>	3.360,00	0,52	1.747,20
<b>Subtotal do item 01</b>						<b>24.928,80</b>
<b>02.00 Projeto</b>						
02.01	SIURB 03-05-00	projeto hidráulico de galeria pluvial moldada excluindo o projeto estrutural	m	240,00	8,31	1.994,40
<b>Subtotal do item 02</b>						<b>1.994,40</b>
<b>03.00 Galerias em Tubos de Concreto</b>						
03.01	SIURB 04-05-00	escavação mecânica para fundações e valas com profundidade maior que 4,0m - tubos diâmetro 120 cm	m <sup>3</sup>	477,49	9,77	4.665,04
03.02	SIURB 04-05-00	escavação mecânica para fundações e valas com profundidade maior que 4,0m - tubos diâmetro 150 cm	m <sup>3</sup>	1.853,98	9,77	18.113,40
03.03	SIURB 04-09-00	reaterro de vala com compactação sem fornecimento de terra - tubo diâmetro 120 cm	m <sup>3</sup>	431,30	8,96	3.864,49
03.04	SIURB 04-09-03	reaterro de vala com compactação sem fornecimento de terra - tubo diâmetro 150 cm	m <sup>3</sup>	1.649,70	8,96	14.781,31
03.05	SIURB 07-14-00	lastro de concreto magro - fornecimento e aplicação de concreto usinado fck 15,0 mpa - tubo diâmetro 120 cm	m <sup>3</sup>	1,98	297,98	590,00
03.06	SIURB 07-14-00	lastro de concreto magro - fornecimento e aplicação de concreto usinado fck 15,0 mpa - tubo diâmetro 150 cm	m <sup>3</sup>	7,11	297,98	2.118,64
03.07	SIURB 07-03-05	escoramento para galerias moldadas, utilizando perfis metálicos, com reaproveitamento - profundidade > 6m, < ou = 8m, com boca de 3 a 5 m - tubos de diâmetro 120 cm	m <sup>2</sup>	388,20	231,27	89.779,01
03.08	SIURB 07-03-05	escoramento para galerias moldadas, utilizando perfis metálicos, com reaproveitamento - profundidade > 6m, < ou = 8m, com boca de 3 a 5 m - tubos de diâmetro 150 cm	m <sup>2</sup>	1.333,80	231,27	308.467,93
03.09	SIURB 06-16-01	fornecimento e assentamento de tubos de concreto armado diâmetro 120 cm tipo pa-2	m	30,00	405,48	12.164,40
03.10	SIURB 06-17-01	fornecimento e assentamento de tubos de concreto armado diâmetro 150 cm tipo pa-2	m	90,00	599,96	53.996,40
<b>subtotal do item 03</b>						<b>508.540,62</b>
<b>04.00 Galeria Celular (Aduelas)</b>						
04.01	SIURB 04-05-00	escavação mecânica para fundações e valas com profundidade maior que 4,0m - galeria celular 2,00 x 2,00 m	m <sup>3</sup>	357,00	9,77	3.487,89
04.02	SIURB 04-05-00	escavação mecânica para fundações e valas com profundidade maior que 4,0 m - galeria celular 3,00 x 3,00 m	m <sup>3</sup>	1822,50	9,77	17.805,83
04.03	SIURB 04-09-00	reaterro de vala com compactação sem fornecimento de terra - galeria celular 2,00 x 2,00 m	m <sup>3</sup>	260,70	8,96	2.335,87
04.04	SIURB 04-09-00	reaterro de vala com compactação sem fornecimento de terra - galeria celular 3,00 x 3,00 m	m <sup>3</sup>	1350,00	8,96	12.096,00
04.05	SIURB 07-14-00	lastro de concreto magro - fornecimento e aplicação de concreto usinado fck 15,0 Mpa - galeria celular 2,0 x 2,0 m	m <sup>3</sup>	7,80	297,98	2.324,24
04.06	SIURB 07-14-00	lastro de concreto magro - fornecimento e aplicação de concreto usinado fck 15,0 mpa - galeria celular 2,5 x 2,5 m	m <sup>3</sup>	0,00	297,98	0,00
04.07	SIURB 07-14-00	lastro de concreto magro - fornecimento e aplicação de concreto usinado fck 15,0 mpa - galeria celular 3,0 x 3,0 m	m <sup>3</sup>	34,20	297,98	10.190,92

Item	Código	Descrição dos Serviços	Unid.	Quant.	Preço Unitário	Custo Total R\$
		m				
04.08	SIURB 07-03-01	escoramento para galerias moldadas, utilizando perfis metálicos, com reaproveitamento - profundidade $\leq$ 4 m, com boca de 3 a 5 m - galeria celular 2,0 x 2,0 m	m <sup>2</sup>	210,00	162,97	34.223,70
04.09	SIURB 07-03-03	escoramento para galerias moldadas, utilizando perfis metálicos, com reaproveitamento - profundidade $>$ 4 m, $<$ ou = 6m, com boca de 3 a 5 m - - galeria celular 3,0 x 3,0 m	m <sup>2</sup>	810,00	174,5	141.345,00
04.10	SINAPI 37478	aduela / galeria de concreto armado, seção retangular 2,00 x 2,00 m (LxA), C= 1,00 m, E= 20 cm	unid.	30,00	1.962,24	58.867,20
04.11	SINAPI 37479	aduela / galeria de concreto armado, seção retangular 3,00 x 3,00 m (lxa), C= 1,00 m, E= 20 cm	unid.	90,00	3.002,29	270.206,10
<b>subtotal do item 04</b>						<b>552.882,75</b>
<b>TOTAL DA OBRA SEM BDI - R\$</b>						<b>1.088.346,57</b>
<b>BDI (1%) - R\$</b>						<b>1.088.346,57</b>
<b>TOTAL DA OBRA - R\$</b>						<b>1.088.346,57</b>

### 12.1.1.2. Proteção das Margens do Córrego Manduca Contra Erosão

Ao longo do leito do Córrego Manduca foram identificados diversos pontos de erosão de suas margens, o que tem acarretado, como principais problemas: a perda de terrenos adjacentes, o desalinhamento do fluxo d'água e a deformação da seção natural, a instabilidade geotécnica, oferecendo riscos sociais e econômicos às comunidades circunvizinhas, além de problemas de aspectos visuais, paisagísticos e de limpeza.

As causas das erosões das margens do córrego podem estar ligadas tanto à ação hidráulica, devido a correntes causadas pela alta velocidade do escoamento nas tubulações de deságue de microdrenagem, quanto à instabilidade geotécnica, resultados da saturação e infiltrações de água.

O dimensionamento da rede de microdrenagem proposta, a qual será apresentada mais adiante, foi concebido respeitando-se o limite de velocidade do escoamento nas canalizações, com proteção dos taludes na região do desemboque das águas.

Porém, nas redes existentes, verificou-se a ausências dos dispositivos de proteção e dissipação de energia nos pontos de deságue da microdrenagem. Desta forma, propõe-se a instalação de muros de ala nos pontos de desemboque das redes de microdrenagem que serão mantidos no projeto, além de dissipadores de energia da forma de escadas hidráulicas ou enrocamento, de acordo com a declividade do trecho de talude em que se encontrarem inseridos.

A fim de se manter a permeabilidade e as características naturais da bacia hidrográfica e das áreas de várzea ainda preservadas no entorno do Córrego Manduca, propõe-se ainda

o revestimento das margens naturais do canal com a estrutura de controle de erosão denominada grama armada.

A grama armada é um sistema de controle e erosões superficiais recomendado para solos erodíveis e taludes íngremes, permitindo o crescimento e desenvolvimento das espécies vegetais, o que favorece o retardamento do escoamento superficial e minorando os impactos de cheias à jusante.

A **Figura 23** demonstra um exemplo de aplicação de revestimento de talude em grama armada.

**Figura 23 - Aplicação de Grama Armada em Talude.**



O sistema de grama armada é composto por telas plásticas e extrusadas em PEAD (polietileno de alta densidade), que têm como função o sombreamento do talude, conservando a umidade do solo e garantindo um bom índice de germinação da vegetação plantada. A vegetação entrelaça-se à tela durante o seu crescimento, reforçando-a e formando uma cobertura vegetal homogênea, que protege o talude contra a erosão.

O Desenho DRE-DE-TAT-11, do Anexo II do Relatório Técnico R5 - Vol. II apresenta o detalhe dos dispositivos de proteção de margens propostos.

#### **12.1.2. Medidas Não Estruturais e Técnicas Compensatórias**

### 12.1.2.1. Proteção da Vegetação Ciliar Remanescente

Conforme estudos demonstrados no *Relatório Técnico - R04*, do presente Plano Diretor de Drenagem Urbana, restam 2,2% de matas ciliares da área total da bacia do Córrego Manduca. Este é um dado que indica a provável perda de cobertura vegetal ao longo dos últimos anos no município.

A **Figura 24** demonstra duas fotos aéreas da zona urbana do município, com intervalo de 11 anos entre cada imagem. Nas imagens é possível verificar o aumento de números de ocupações no entorno do Córrego Manduca e a consequente perda de cobertura vegetal decorrente deste processo.

**Figura 24 - À Imagem 01, Zona Urbana de Tatuí em 2006. À Imagem 02, Zona Urbana de Tatuí em 2017.**



Fonte: Google Earth Pro (2017).

As matas ciliares são formações vegetais que se encontram associadas aos corpos d'água e sua função em relação às águas está ligada à sua influência sobre uma série de

fatores importantes: funcionam como filtros, retendo defensivos agrícolas, poluentes e sedimentos que seriam transportados para os cursos d'água, afetando diretamente a quantidade e a qualidade da água e, conseqüentemente, a fauna aquática e a população humana.

Também aumentam a taxa de retenção de água no solo, impedindo que o escoamento superficial de águas pluviais venha a causar danos sociais e econômicos no entorno dos corpos d'água. Os solos sem cobertura vegetal reduzem drasticamente sua capacidade de retenção de água de chuva, ou seja, em vez de infiltrar no solo, ela escoia sobre a superfície formando enormes enxurradas que não permitem o bom abastecimento do lençol freático, promovendo a diminuição da água armazenada e, com isso, a redução do número de nascentes.

A vegetação ciliar exerce ainda a proteção do solo contra os processos erosivos intensos, pois suas raízes servem como fixadoras do solo das margens. Daí a importância de se propor ações que protejam essa vegetação.

Desta forma, propõe-se ações de arborização urbana, principalmente em áreas que margeiam o Córrego Manduca e seus afluentes.

As técnicas de implantação desta medida devem compreender as seguintes etapas, por profissionais técnicos capacitados para a execução do plantio:

- Estudo e seleção de mudas nativas em diferentes estádios de sucessão (pioneiras, secundárias e clímax), adaptadas às condições locais;
- Preparo do terreno através de roçada mecanizada de vegetação existente e demarcação do local a ser realizado o plantio; e
- Perfuração de solo mecanizada e abertura das covas com uso de adubo orgânico.

Propõe-se a intensa divulgação e interação com a comunidade e escolas, no trabalho de divulgação e conscientização da proteção de corpos d'água e matas ciliares.

#### **12.1.2.2. Medidas de Controle de Poluição dos Corpos D'água**

Conforme verificou-se nos levantamentos de campo, nas regiões mais adensadas da bacia do Córrego Manduca, a poluição é mais crítica, pois a carga de resíduos e poluentes, são concentrados e lançados em trechos específicos do córrego. Diante disto, devem ser tomadas medidas de controle de poluição, não somente a partir de esforços dos órgãos gestores municipais, como também a conscientização e auxílio da população adjacente através de programas e ações, os quais são descritos a seguir:

- Intensificação por parte da gestão municipal da limpeza, despoluição e desassoreamento do canal, especialmente nas épocas de incidência de chuvas;
- Captação e/ou capacitação de recursos humanos para a implantação de programas de educação ambiental em escolas, postos de saúde, associações, organizações, etc.
- Programas de conscientização e educação ambiental no combate ao lançamento de resíduos sólidos de qualquer natureza (entulho, eletrônicos, etc.) nos corpos d'água e próximos à sua margem.
- Programas de capacitação voltados às escolas e sociedade em geral para a horticultura e compostagem de resíduos orgânicos, como medida auxiliar ao combate à geração de resíduos sólidos;
- Incentivo à coleta e reciclagem de resíduos sólidos; fomento à cooperativas, organizações não governamentais e associações destinadas ao gerenciamento de resíduos sólidos urbanos;
- Controle e fiscalização voltados ao combate às ligações clandestinas de esgotos nas redes pluviais e despejos nos corpos d'água.

### **12.1.3. Ações Sistemáticas**

Propõe-se ainda a integração entre os diferentes setores que se relacionam com a água no meio urbano, nas diversas esferas de gestão, de forma a se garantir não apenas a gestão integrada dos recursos hídricos, mas também para garantir que não ocorram incompatibilidades entre as ações voltadas à gestão dos recursos hídricos no meio urbano.

São esses setores e suas principais atribuições, de acordo com a Lei Municipal nº 5.071/2017:

- **Obras e Infraestrutura:**

- a) planejar, coordenar, orientar e executar os serviços pertinentes à manutenção e conservação de próprios públicos;
- b) realizar a manutenção do sistema viário pavimentado e não pavimentado da área urbana do Município;
- c) executar os serviços de manutenção preventiva e corretiva da frota de veículos e máquinas da Prefeitura;
- d) realizar o abastecimento da frota de veículos da Prefeitura;
- e) coordenar, controlar e fiscalizar os serviços de utilidade pública, executados com permissão do Poder Público;
- f) realizar a medição, fiscalização e o acompanhamento de obras e serviços públicos realizados por empresas contratadas;
- g) coordenar ações e executar planos, programas, projetos e atividades para implementação da política de serviços públicos urbanos do Município;
- h) planejar e implementar as ações relativas à iluminação pública;
- i) realizar a limpeza urbana.

- **Agricultura e Meio Ambiente:**

- a) promover o desenvolvimento econômico sustentável dos setores econômicos e produtivos do Município;
- b) elaborar programas, projetos e ações referentes à política agrícola;
- c) desenvolver, planejar, ordenar, coordenar e fiscalizar as atividades de defesa e preservação dos recursos naturais e do meio ambiente;
- d) promover estudos para a elaboração de planos, programas, projetos e ações de gestão ambiental;
- e) definir a política municipal de resíduos e colaborar com os demais órgãos competentes municipais para a adequada solução do problema da destinação final de resíduos domiciliares, industriais e hospitalares;
- f) integrar-se com órgãos de outros municípios, do Estado e da União, para questões ligadas ao meio ambiente;
- g) executar o licenciamento ambiental de empreendimentos em geral, a serem instalados ou existentes, no âmbito de competência do Município;

h) implantar e administrar as praças e os parques municipais. Promover e planejar atividades de preservação, educação, fiscalização e licenciamento ambiental, recuperação e manutenção de áreas verdes, atendimento e assessoria à agricultura familiar, pequeno e médio produtor Rural, com equipamentos e assistência técnica, fomentar e desenvolver através do banco de alimentos, ações que contribuem para a inserção produtivas de pessoas ou famílias prioritariamente aquelas que se encontram em situação de maior vulnerabilidade social.

- **Planejamento e Gestão Pública:**

- a) assistir e assessorar o Chefe do Poder Executivo nos assuntos relacionados à coordenação e acompanhamento dos Projetos Integrados e Estratégicos do Município;
- b) elaborar os estudos necessários à elaboração dos projetos de lei relativos ao Plano Plurianual, às Diretrizes Orçamentárias, ao Orçamento Anual;
- c) coordenar o planejamento físico-territorial do município;
- d) definir política urbana e de desenvolvimento, auxiliando em sua execução e operacionalização;
- e) coordenar as atividades de planejamento urbano e de implementação do Plano Diretor do Município, em colaboração com as demais secretarias e órgãos da Administração Municipal e em articulação com o planejamento metropolitano;
- f) coordenar a elaboração das políticas de controle urbano, habitação, estruturação urbana, saneamento básico e drenagem no Município;
- g) elaborar, monitorar e avaliar a implementação dos planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano;
- h) coordenar a elaboração de proposta de legislação urbanística municipal;
- i) coordenar a elaboração dos projetos de requalificação urbana, em colaboração com as demais secretarias e órgãos da Administração Municipal;
- j) analisar e avaliar projetos de obras particulares, bem como realizar fiscalização de obras civis e urbanísticas;
- k) desenvolver canais de atração de negócios, atuando como facilitador nos diversos segmentos empresariais;
- l) atrair novos investimentos para o Município.

## **12.2. Propostas de Intervenções no Sistema de Microdrenagem**

### 12.2.1. Medidas Estruturais

Conforme levantamentos, estudos e conclusões apresentadas no *Relatório Técnico - R04 - Diagnóstico da Situação Atual* do presente Plano Diretor de Drenagem Urbana, para mitigar os problemas de inundações e enchentes urbanas identificados no município de Tatuí, propõe-se a implantação de 14 redes de galerias de águas pluviais em concreto PA-2, com dispositivos de captação ao longo das vias públicas inseridas nas manchas de inundação no entorno do Córrego Manduca. Os dispositivos de captação existentes em bom estado deverão ser aproveitados no projeto básico de microdrenagem proposto. O **Quadro 32** apresenta a descrição das redes propostas.

**Quadro 32 - Resumo das Redes de Microdrenagem Propostas.**

Projeto Básico de Microdrenagem Tatuí - Resumo das Redes		
Rede	Trecho	Referência
1	PV <sup>1</sup> 01 a PV47	Rua Vice Prefeito Nelson Fiuza
2	PV148 a PV83	Rua Benedito Faustino da Rosa
3	PV84 a PV90	Rua Santo Antônio
4	PV91 a PV97	Rua Tamandaré
5	PV98 a PV106	Rua 7 de Abril
6	PV107 a PV118	Rua Cel. Lucio Seabra
7	PV119 a PV121	Rua Renato Alves de Oliveira
8	PV122 a PV126	Rua José Bonifácio
9	PV127 a PV137	Rua Cel. Aureliano de Camargo
10	PV139 a PV161	Rua Teófilo Andrade Gama
11	PV162 a PV172	Rua Jerônimo Antoni Fiuza
12	PV1 73a PV178	Rua João Almeida de Moraes
13	PV179 a PV182	Rua Treze de Maio
14	PV183 a PV216	Rua Cel. Firmino Vieira de Camargo

<sup>1</sup>PV: Poços de visita.

Propõe-se ainda a substituição dos ramais (tubos de ligação entre dispositivos de captação e poços de visita) existentes de Ø0,40m por diâmetro de Ø 0,60 m, todos em concreto PA-2.

Além da implantação das obras citadas, recomenda-se a limpeza, desassoreamento e manutenção dos dispositivos de captação existentes.

O **Quadro 33** apresenta o dimensionamento das redes de microdrenagem propostas para

as áreas inundáveis. Ressalta-se que o dimensionamento das galerias pluviais apresentado foi determinado com base no estudo da capacidade do sistema de microdrenagem existente, conforme apresentado no *Relatório Técnico - R04 - "Diagnóstico da Situação Atual"* do presente Plano Diretor de Drenagem Urbana.

**Quadro 33 - Dimensionamento das Galerias de Águas Pluviais.**

Coeficiente de Escoamento Superficial = 0,8												tc inicial =	10	min
												TR =	10	anos
Trecho	Ext. (m)	Área de Contribuição (ha) Parc.	Área de Contribuição (ha) Acum.	Vazão (m³/s)	Seção (m)	Decliv. (m/m)	Cap. Máx (m³/s)	Veloc. à Seção Plena (m/s)	Vproj (m/s)	y/D	γ (m)	tc (min)	Intens. (mm/min)	
PV 1 - PV 2	41,95	0,20	0,20	0,06	0,60	0,0110	0,56	1,98	1,30	0,22	0,13	10	2,350	
PV 2 - PV 3	41,95	0,00	0,20	0,06	0,60	0,0050	0,38	1,33	1,00	0,27	0,16	11	2,350	
PV 3 - PV 4	60	0,47	0,67	0,21	0,60	0,0126	0,60	2,11	1,92	0,41	0,24	11	2,350	
PV 4 - PV 5	60	0,28	0,96	0,30	0,60	0,0871	1,57	5,55	4,33	0,29	0,17	12	2,350	
PV 5 - PV 6	60	0,00	0,96	0,30	0,60	0,0284	0,90	3,17	2,82	0,39	0,23	12	2,350	
PV 6 - PV 7	60	0,00	0,96	0,30	0,60	0,1002	1,68	5,96	4,53	0,28	0,17	12	2,350	
PV 7 - PV 8	52,9	0,00	0,96	0,30	0,60	0,1056	1,73	6,12	4,65	0,28	0,17	13	2,350	
PV 8 - PV 9	60	1,08	2,03	0,64	0,60	0,0703	1,41	4,99	4,86	0,47	0,28	13	2,350	
PV 9 - PV 10	60	0,00	2,03	2,04	0,80	0,0804	3,25	6,46	6,82	0,57	0,46	13	2,350	
PV 10 - PV 11	40,2	0,00	2,03	0,64	0,60	0,0672	1,38	4,88	4,78	0,48	0,29	13	2,350	
PV 11 - PV 12	40,2	0,00	2,03	0,64	0,60	0,0507	1,20	4,24	4,30	0,52	0,31	12	2,350	
PV 12 - PV 13	61,8	0,75	2,78	0,87	0,80	0,0024	0,56	1,11	1,18	0,98	0,78	12	2,350	
PV 13 - PV 14	61,1	0,92	3,70	1,16	0,80	0,0056	0,86	1,71	1,82	0,98	0,78	13	2,350	
PV 15 - PV 16	50,15	0,51	0,51	0,16	0,60	0,0236	0,82	2,89	2,25	0,29	0,17	14	2,350	
PV 16 - PV 17	61,45	0,37	0,89	0,28	0,60	0,0595	1,30	4,59	3,67	0,31	0,19	13	2,350	
PV 17 - PV 18	60	0,45	1,33	0,42	0,60	0,0932	1,62	5,75	4,83	0,34	0,20	13	2,350	
PV 18 - PV 19	60	0,00	1,33	0,42	0,60	0,0938	1,63	5,76	4,84	0,34	0,20	13	2,350	
PV 19 - PV 20	67,8	0,00	1,33	0,42	0,60	0,0885	1,58	5,60	4,73	0,35	0,21	12	2,350	
PV 20 - PV 21	46,2	1,01	2,34	0,73	0,60	0,0729	1,44	5,08	5,11	0,51	0,30	13	2,350	
PV 21 - PV 22	60	1,14	3,48	1,09	0,60	0,0687	1,39	4,93	5,43	0,67	0,40	13	2,350	
PV 22 - PV 23	60	0,00	3,48	1,09	0,60	0,0403	1,07	3,78	4,27	0,82	0,49	13	2,350	
PV 23 - PV 14	38,85	0,00	3,48	1,09	0,80	0,0055	0,85	1,70	1,80	0,98	0,78	13	2,350	
PV 14 - PV 24	71,7	0,60	7,79	2,44	1,00	0,0050	1,47	1,87	1,98	0,98	0,98	14	2,350	
PV 25 - PV 26	60,7	1,22	1,22	0,38	0,60	0,0041	0,34	1,20	1,27	0,98	0,59	14	2,350	
PV 26 - PV 27	14	1,20	2,42	0,76	0,60	0,0701	1,41	4,98	5,06	0,52	0,31	15	2,350	
PV 28 - PV 29	57,7	0,48	0,48	0,15	0,60	0,0050	0,38	1,33	1,25	0,43	0,26	15	2,350	
PV 29 - PV 30	31,5	0,00	0,48	0,15	0,60	0,0061	0,42	1,47	1,34	0,41	0,24	16	2,350	
PV 30 - PV 31	30,6	0,00	0,48	0,15	0,60	0,0062	0,42	1,49	1,35	0,41	0,24	16	2,350	
PV 31 - PV 32	28,1	0,98	1,46	0,46	0,60	0,0450	1,13	3,99	3,79	0,44	0,26	17	2,350	
PV 32 - PV 33	30,6	0,00	1,46	2,04	0,60	0,0658	1,36	4,83	5,12	0,98	0,59	17	2,350	
PV 33 - PV 34	51,9	0,00	1,46	0,46	0,60	0,0878	1,58	5,58	4,80	0,36	0,22	17	2,350	
PV 34 - PV 35	43,95	0,42	1,88	0,59	0,60	0,0856	1,56	5,51	5,12	0,42	0,25	15	2,350	
PV 35 - PV 36	54,4	0,18	2,06	0,64	0,60	0,0883	1,58	5,59	5,31	0,44	0,26	16	2,350	
PV 36 - PV 37	39,6	0,00	2,06	0,64	0,60	0,0776	1,48	5,24	5,09	0,46	0,28	16	2,350	
PV 37 - PV 27	21,05	0,35	2,40	2,04	0,60	0,0637	1,34	4,75	5,04	0,98	0,59	16	2,350	
PV 27 - PV 38	29,1	0,17	4,99	1,56	0,60	0,0752	1,46	5,16	5,47	0,98	0,59	16	2,350	
PV 38 - PV 39	60	0,00	4,99	1,56	0,60	0,0666	1,37	4,86	5,15	0,98	0,59	17	2,350	
PV 39 - PV 40	60	0,00	4,99	1,56	0,60	0,0290	0,91	3,20	3,40	0,98	0,59	15	2,350	
PV 40 - PV 41	59,95	0,45	5,44	1,71	0,80	0,0094	1,11	2,21	2,34	0,98	0,78	16	2,350	
PV 41 - PV 24	44,4	0,71	6,15	2,04	1,20	0,0051	2,42	2,14	2,40	0,71	0,85	16	2,350	

Trecho	Ext. (m)	Área de Contribuição (ha) Parc.	Área de Contribuição (ha) Acum.	Vazão (m³/s)	Seção (m)	Decliv. (m/m)	Cap. Máx (m³/s)	Veloc. à Seção Plena (m/s)	Vproj (m/s)	y/D	y (m)	tc (min)	Intens. (mm/min)
PV 24 - PV 42	33,35	0,22	14,16	4,44	1,20	0,0055	2,50	2,21	2,34	0,98	1,18	16	2,350
PV 42 - PV 43	33,75	0,00	14,16	4,44	1,20	0,0054	2,48	2,19	2,33	0,98	1,18	16	2,350
PV 43 - PV 44	47,7	0,00	14,16	4,44	1,50	0,0036	3,69	2,09	2,21	0,98	1,47	17	2,350
PV 44 - PV 45	55,15	0,50	14,66	4,59	1,50	0,0034	3,55	2,01	2,13	0,98	1,47	17	2,350
PV 45 - PV 46	41,15	0,00	14,66	4,59	1,50	0,0031	3,40	1,93	2,04	0,98	1,47	16	2,350
PV 46 - PV 47	41,1	0,50	15,16	4,75	1,50	0,0069	5,07	2,87	3,24	0,77	1,16	17	2,350
PV 48 - PV 49	79	0,57	0,57	0,18	0,60	0,0399	1,06	3,76	2,82	0,27	0,16	10	2,350
PV 49 - PV 50	80	0,59	1,15	0,36	0,60	0,0327	0,96	3,40	3,17	0,42	0,25	10	2,350
PV 50 - PV 51	87	0,53	1,69	0,53	0,60	0,0248	0,84	2,96	3,14	0,58	0,35	11	2,350
PV 51 - PV 52	26,7	1,65	2,59	0,81	0,60	0,0318	0,95	3,36	3,76	0,71	0,43	11	2,350
PV 52 - PV 56	52,8	0,30	2,89	0,91	0,60	0,0579	1,28	4,53	4,89	0,62	0,37	11	2,350
PV 53 - PV 54	80	0,58	0,58	0,18	0,60	0,0385	1,04	3,69	2,81	0,28	0,17	10	2,350
PV 54 - PV 55	80	0,47	1,05	0,33	0,60	0,0364	1,02	3,59	3,18	0,39	0,23	10	2,350
PV 55 - PV 56	61,8	0,35	1,40	2,04	0,80	0,0550	2,69	5,35	5,85	0,65	0,52	11	2,350
PV 56 - PV 57	40,7	0,30	5,75	1,80	0,80	0,0324	2,06	4,10	4,60	0,73	0,58	11	2,350
PV 57 - PV 58	32,6	0,09	5,84	1,83	0,80	0,0416	2,34	4,65	5,12	0,67	0,53	11	2,350
PV 58 - PV 59	59,8	0,33	6,18	1,93	0,80	0,0425	2,36	4,70	5,22	0,69	0,55	11	2,350
PV 59 - PV 60	60,5	0,26	6,43	2,02	0,80	0,0395	2,28	4,53	5,08	0,73	0,58	12	2,350
PV 61 - PV 62	72	0,59	0,59	0,19	0,60	0,0761	1,47	5,19	3,53	0,23	0,14	12	2,350
PV 62 - PV 63	57	0,32	0,91	0,29	0,60	0,0604	1,31	4,63	3,70	0,31	0,19	11	2,350
PV 63 - PV 64	60	0,32	1,23	0,39	0,60	0,0656	1,36	4,82	4,15	0,36	0,22	11	2,350
PV 64 - PV 65	60	0,32	1,55	0,49	0,60	0,0793	1,50	5,30	4,69	0,39	0,23	11	2,350
PV 65 - PV 66	451	0,26	1,81	0,57	0,60	0,1046	1,72	6,09	5,39	0,39	0,23	11	2,350
PV 66 - PV 71	53	0,10	1,91	0,60	0,60	0,1030	1,71	6,04	5,50	0,41	0,24	13	2,350
PV 67 - PV 68	60	0,29	0,29	0,09	0,60	0,0592	1,29	4,58	2,52	0,16	0,10	13	2,350
PV 68 - PV 69	60	0,22	0,51	0,16	0,60	0,1020	1,70	6,01	3,79	0,20	0,12	11	2,350
PV 69 - PV 70	64	0,18	0,69	0,22	0,60	0,1091	1,76	6,22	4,23	0,23	0,14	11	2,350
PV 70 - PV 71	64	0,17	0,86	0,27	0,60	0,0916	1,61	5,70	4,27	0,27	0,16	12	2,350
PV 71 - PV 78	40	0,13	0,99	0,31	0,60	0,0335	0,97	3,44	3,03	0,38	0,23	12	2,350
PV 72 - PV 73	57	0,37	0,37	0,11	0,60	0,0655	1,36	4,82	2,89	0,18	0,11	10	2,350
PV 73 - PV 74	57	0,33	0,70	0,22	0,60	0,0752	1,46	5,16	3,69	0,25	0,15	10	2,350
PV 74 - PV 75	56,7	0,29	0,99	0,31	0,60	0,0854	1,56	5,50	4,29	0,29	0,17	11	2,350
PV 75 - PV 76	62,4	0,22	1,21	0,38	0,60	0,1091	1,76	6,22	4,97	0,31	0,19	11	2,350
PV 76 - PV 77	58	0,28	1,49	0,47	0,60	0,0606	1,31	4,63	4,22	0,41	0,24	11	2,350
PV 77 - PV 78	80,7	0,29	1,78	2,04	0,80	0,0378	2,23	4,43	4,96	0,76	0,60	11	2,350
PV 79 - PV 80	59,5	0,52	0,52	0,16	0,60	0,0669	1,38	4,87	3,21	0,22	0,13	10	2,350
PV 80 - PV 60	73	0,38	0,90	0,28	0,60	0,0900	1,60	5,65	4,29	0,28	0,17	10	2,350
PV 60 - PV 81	46,3	6,70	6,70	2,10	0,80	0,0496	2,55	5,08	5,66	0,69	0,55	11	2,350
PV 81 - PV 82	51	0,28	6,98	2,19	0,80	0,0550	2,69	5,35	5,94	0,69	0,55	11	2,350
PV 82 - PV 83	45,7	0,27	7,25	2,27	0,80	0,0550	2,69	5,35	5,99	0,71	0,56	11	2,350
PV 84 - PV 85	85,5	0,94	0,46	0,14	0,60	0,0571	1,27	4,50	2,97	0,22	0,13	10	2,350
PV 85 - PV 86	85,5	0,53	0,99	0,31	0,60	0,0990	1,67	5,92	4,56	0,28	0,17	10	2,350
PV 86 - PV 87	81,2	0,42	1,41	0,44	0,60	0,1000	1,68	5,95	5,03	0,35	0,21	11	2,350
PV 87 - PV 88	102	0,42	1,83	0,57	0,60	0,1000	1,68	5,95	5,36	0,40	0,24	11	2,350
PV 88 - PV 89	47	0,23	2,06	0,65	0,60	0,1021	1,70	6,01	5,59	0,42	0,25	11	2,350
PV 89 - PV 90	20,2	0,00	2,06	0,65	0,60	0,0202	0,76	2,67	2,99	0,71	0,43	11	2,350
PV 91 - PV 92	90,65	1,53	1,53	0,48	0,60	0,0511	1,20	4,26	4,00	0,43	0,26	10	2,350
PV 92 - PV 93	98,3	1,15	2,67	0,84	0,60	0,1017	1,70	6,00	5,94	0,49	0,29	11	2,350
PV 93 - PV 94	84	0,96	3,64	1,14	0,60	0,0850	1,55	5,49	5,98	0,64	0,38	11	2,350
PV 94 - PV 95	71	0,92	4,56	1,43	0,80	0,0700	3,03	6,03	5,91	0,48	0,38	11	2,350
PV 95 - PV 96	13,5	0,00	4,56	1,43	0,80	0,0750	3,14	6,24	6,09	0,47	0,38	12	2,350
PV 96 - PV 97	63,3	1,40	5,96	1,87	0,80	0,0680	2,99	5,95	6,27	0,57	0,46	12	2,350
PV 98 - PV 99	93,6	0,25	0,25	0,08	0,60	0,0713	1,42	5,03	2,51	0,14	0,08	10	2,350

Trecho	Ext. (m)	Área de Contribuição (ha) Parc.	Área de Contribuição (ha) Acum.	Vazão (m³/s)	Seção (m)	Decliv. (m/m)	Cap. Máx (m³/s)	Veloc. à Seção Plena (m/s)	Vproj (m/s)	y/D	y (m)	tc (min)	Intens. (mm/min)
PV 99 - PV 100	84	0,23	0,48	0,15	0,60	0,0924	1,62	5,72	3,60	0,20	0,12	11	2,350
PV 100 - PV 101	90	0,40	0,88	0,28	0,60	0,1062	1,73	6,13	4,48	0,26	0,16	11	2,350
PV 101 - PV 103	47	0,49	1,37	2,04	0,80	0,0550	2,69	5,35	5,85	0,65	0,52	11	2,350
PV 102 - PV 103	38	0,35	0,35	0,11	0,60	0,0248	0,84	2,96	2,02	0,23	0,14	10	2,350
PV 103 - PV 105	54	0,11	1,47	0,46	0,80	0,0822	3,29	6,54	4,67	0,25	0,20	12	2,350
PV 105 - PV 106	24	1,47	1,47	0,46	0,80	0,0100	1,15	2,28	2,17	0,44	0,35	10	2,350
PV 104 - PV 105	39	0,27	0,27	0,08	0,60	0,0241	0,83	2,92	1,84	0,20	0,12	10	2,350
PV 107 - PV 108	70,6	0,72	0,72	0,23	0,60	0,0568	1,27	4,49	3,41	0,28	0,17	10	2,350
PV 108 - PV 109	18	0,31	1,03	0,32	0,60	0,0568	1,27	4,49	3,77	0,34	0,20	11	2,350
PV 109 - PV 110	85	0,40	1,43	0,45	0,60	0,0834	1,54	5,43	4,70	0,37	0,22	11	2,350
PV 110 - PV 111	89	0,29	1,71	0,54	0,60	0,0827	1,53	5,41	4,93	0,41	0,24	12	2,350
PV 111 - PV 113	47	0,16	1,87	0,59	0,60	0,0720	1,43	5,05	4,90	0,46	0,28	10	2,350
PV 112 - PV 113	50	0,45	0,45	0,14	0,60	0,0298	0,92	3,25	2,37	0,26	0,16	10	2,350
PV 113 - PV 114	65	0,09	1,97	0,62	0,60	0,0996	1,68	5,94	5,47	0,41	0,25	11	2,350
PV 114 - PV 115	40	0,46	2,43	0,76	0,60	0,1034	1,71	6,05	5,90	0,47	0,28	11	2,350
PV 115 - PV 118	21	2,43	2,43	0,76	0,60	0,1000	1,68	5,95	5,80	0,47	0,28	12	2,350
PV 116 - PV 117	61	0,46	0,46	0,14	0,60	0,0640	1,35	4,76	3,00	0,20	0,12	12	2,350
PV 119 - PV 120	52	0,13	0,13	0,04	0,60	0,0816	1,52	5,38	2,20	0,10	0,06	12	2,350
PV 120 - PV 121	77	0,46	0,60	0,19	0,60	0,1031	1,71	6,04	3,81	0,20	0,12	13	2,350
PV 122 - PV 123	55,6	0,52	0,52	0,16	0,60	0,1318	1,93	6,83	4,10	0,18	0,11	10	2,350
PV 123 - PV 124	60	0,25	0,77	0,24	0,60	0,0897	1,59	5,64	4,12	0,26	0,16	10	2,350
PV 124 - PV 125	60	0,25	1,02	0,32	0,60	0,1212	1,85	6,55	4,98	0,28	0,17	10	2,350
PV 125 - PV 126	72	0,21	1,23	0,38	0,60	0,1000	1,68	5,95	4,82	0,31	0,19	11	2,350
PV 127 - PV 128	60	0,19	1,41	0,44	0,60	0,1008	1,69	5,98	5,05	0,35	0,21	11	2,350
PV 128 - PV 129	60	0,18	1,59	0,50	0,60	0,0887	1,58	5,61	4,93	0,38	0,23	11	2,350
PV 129 - PV 131	69	0,21	1,80	0,56	0,60	0,1035	1,71	6,05	5,36	0,39	0,23	10	2,350
PV 130 - PV 131	75	0,46	0,46	0,14	0,60	0,0577	1,28	4,52	2,98	0,22	0,13	10	2,350
PV 132 - PV 133	40	0,15	0,15	0,05	0,60	0,0989	1,67	5,92	2,43	0,10	0,06	10	2,350
PV 133 - PV 134	64	0,79	0,79	0,25	0,60	0,0200	0,75	2,66	2,36	0,39	0,23	10	2,350
PV 131 - PV 135	47	3,83	3,83	1,20	0,60	0,1023	1,70	6,02	6,50	0,62	0,37	11	2,350
PV 135 - PV 136	44	0,33	4,16	1,30	0,60	0,1000	1,68	5,95	6,55	0,66	0,40	11	2,350
PV 136 - PV 137	16	4,16	4,16	1,30	0,60	0,1000	1,68	5,95	6,55	0,66	0,40	11	2,350
PV 136 - PV 137	16	4,16	4,16	1,30	0,60	0,1000	1,68	5,95	6,55	0,66	0,40	10	2,350
PV 138 - RIO	33	4,16	4,16	1,30	0,60	0,1000	1,68	5,95	6,55	0,66	0,40	10	2,350
PV 139 - PV 140	69	1,09	1,09	0,34	0,60	0,0363	1,01	3,58	3,19	0,39	0,23	10	2,350
PV 140 - PV 141	85	0,59	1,68	0,53	0,60	0,0496	1,19	4,19	4,09	0,47	0,28	11	2,350
PV 141 - PV 142	78	0,42	2,09	0,66	0,60	0,0456	1,14	4,02	4,14	0,54	0,32	11	2,350
PV 142 - PV 143	57	0,32	2,41	0,76	0,60	0,0774	1,48	5,24	5,26	0,51	0,30	11	2,350
PV 143 - PV 144	57	0,20	2,62	0,82	0,60	0,1000	1,68	5,95	5,86	0,49	0,29	12	2,350
PV 144 - PV 153	23	0,00	2,62	0,82	0,60	0,1000	1,68	5,95	5,86	0,49	0,29	12	2,350
PV 145 - PV 146	68,6	0,89	0,89	0,28	0,60	0,0426	1,10	3,88	3,26	0,34	0,20	10	2,350
PV 146 - PV 148	88	0,42	1,31	0,41	0,60	0,0531	1,23	4,34	3,86	0,39	0,23	10	2,350
PV 147 - PV 148	54	316,00	0,32	0,10	0,60	0,0050	0,38	1,33	1,12	0,35	0,21	10	2,350
PV 148 - PV 149	19,3	2,42	2,74	0,86	0,60	0,0512	1,20	4,26	4,60	0,63	0,38	11	2,350
PV 149 - PV 150	80	0,35	3,09	0,97	0,80	0,0317	2,04	4,06	3,98	0,48	0,38	11	2,350
PV 150 - PV 151	68	0,22	3,31	1,04	0,80	0,0322	2,06	4,09	4,09	0,50	0,40	11	2,350
PV 151 - PV 152	77	0,29	3,59	1,13	0,80	0,0255	1,83	3,64	3,82	0,57	0,45	10	2,350
PV 152 - PV 153	23	0,00	3,59	1,13	0,80	0,0258	1,84	3,66	3,85	0,57	0,45	10	2,350
PV 153 - PV 154	72,5	6,75	6,75	2,12	0,80	0,0350	2,14	4,27	4,82	0,82	0,65	10	2,350
PV 154 - PV 155	77	0,34	7,09	2,22	1,20	0,0050	2,39	2,11	2,39	0,76	0,91	11	2,350
PV 155 - PV 156	80	0,27	7,35	2,30	1,20	0,0050	2,39	2,11	2,39	0,80	0,96	11	2,350
PV 156 - PV 157	60	0,21	7,56	2,37	1,20	0,0450	7,17	6,34	5,64	0,39	0,47	11	2,350
PV 157 - PV 158	60	0,26	7,82	2,45	1,20	0,0450	7,17	6,34	5,70	0,40	0,48	12	2,350

Trecho	Ext. (m)	Área de Contribuição (ha) Parc.	Área de Contribuição (ha) Accum.	Vazão (m³/s)	Seção (m)	Decliv. (m/m)	Cap. Máx (m³/s)	Veloc. à Seção Plena (m/s)	Vproj (m/s)	y/D	y (m)	tc (min)	Intens. (mm/min)
PV 158 - PV 159	60	0,27	8,09	2,54	1,20	0,0318	6,02	5,32	5,16	0,46	0,55	10	2,350
PV 160 - PV 161	52	0,38	0,38	0,12	0,60	0,0150	0,65	2,31	1,78	0,28	0,17	11	2,350
PV 161 - PV 159	33	0,38	0,38	0,12	0,60	0,0150	0,65	2,31	1,78	0,28	0,17	11	2,350
PV 159 - RIO	220	0,38	8,47	2,65	1,20	0,0110	3,54	3,13	3,42	0,64	0,77	11	2,350
PV 162 - PV 163	67	1,57	1,57	0,49	0,60	0,0818	1,52	5,38	4,76	0,39	0,23	10	2,350
PV 163 - PV 164	70	0,41	1,98	0,62	0,60	0,0571	1,27	4,50	4,43	0,49	0,29	10	2,350
PV 164 - PV 168	67,6	0,32	2,30	0,72	0,80	0,0050	0,81	1,61	1,81	0,73	0,58	10	2,350
PV 166 - PV 167	48	0,18	0,18	0,06	0,60	0,0833	1,54	5,43	2,50	0,12	0,07	10	2,350
PV 167 - PV 168	58	0,17	0,35	0,11	0,60	0,1724	2,21	7,81	3,91	0,14	0,08	10	2,350
PV 168 - PV 169	56	4,80	4,80	1,50	1,20	0,0050	2,39	2,11	2,23	0,57	0,68	11	2,350
PV 170 - PV 171	80	0,31	0,31	0,10	0,60	0,1250	1,88	6,65	3,33	0,14	0,08	11	2,350
PV 171 - PV 172	16	0,31	0,31	0,10	0,60	0,0708	1,42	5,01	2,75	0,16	0,10	11	2,350
PV 173 - PV 174	84,5	0,27	0,27	0,12	0,60	0,0705	1,41	5,00	3,00	0,18	0,11	11	3,350
PV 174 - PV 175	37	0,22	0,49	0,15	0,80	0,0973	3,57	7,11	3,56	0,14	0,11	11	2,350
PV 176 - PV 177	53	0,32	0,32	0,10	0,60	0,0695	1,40	4,96	2,98	0,18	0,11	10	2,350
PV 177 - PV 178	56	0,13	0,45	0,14	0,60	0,0378	1,03	3,66	2,56	0,24	0,14	10	2,350
PV 175 - PV 178	22	0,49	0,49	0,15	0,60	0,0750	1,46	5,15	3,25	0,20	0,12	11	2,350
PV 180 - PV 181	42	0,18	0,55	0,17	0,60	0,0803	1,51	5,33	3,52	0,22	0,13	10	2,350
PV 181 - PV 182	41,5	0,16	0,67	0,21	0,60	0,1047	1,72	6,11	4,14	0,23	0,14	10	2,350
PV 183 - PV 184	17	0,07	0,07	0,02	0,60	0,0050	0,38	1,33	0,67	0,14	0,08	10	2,350
PV 184 - PV 185	61	0,33	0,40	0,13	0,60	0,0050	0,38	1,33	1,18	0,39	0,23	10	2,350
PV 186 - PV 187	51	0,52	0,52	0,16	0,60	0,0050	0,38	1,33	1,29	0,46	0,28	10	2,350
PV 187 - PV 188	51	0,52	1,04	0,33	0,60	0,0050	0,38	1,33	1,49	0,72	0,43	11	2,350
PV 188 - PV 190	23	1,04	1,04	0,33	0,60	0,0050	0,38	1,33	1,49	0,72	0,43	11	2,350
PV 189 - PV 190	20	0,37	0,37	0,12	0,60	0,0050	0,38	1,33	1,16	0,37	0,22	10	2,350
PV 185 - PV 190	18	1,81	1,81	0,57	0,60	0,0120	0,58	2,06	2,33	0,81	0,49	10	2,350
PV 190 - PV 191	25	1,81	1,81	0,57	0,60	0,0120	0,58	2,06	2,33	0,81	0,49	10	2,350
PV 191 - PV 192	62	0,90	2,71	0,85	0,80	0,0060	0,89	1,77	2,00	0,79	0,63	10	2,350
PV 192 - PV 193	63	0,46	3,16	0,99	0,80	0,0075	0,99	1,97	2,23	0,82	0,66	11	2,350
PV 193 - PV 194	57	0,34	3,51	1,10	0,80	0,0095	1,12	2,22	2,51	0,82	0,65	11	2,350
PV 194 - PV 197	40	0,13	3,64	1,14	0,80	0,0100	1,15	2,28	2,58	0,82	0,66	12	2,350
PV 195 - PV 196	35,6	0,44	0,44	0,14	0,60	0,0050	0,38	1,33	1,22	0,41	0,25	10	2,350
PV 196 - PV 197	78	0,44	0,88	0,88	0,80	0,0070	0,96	1,91	2,14	0,76	0,60	10	2,350
PV 197 - PV 198	62,3	0,44	4,24	1,33	1,00	0,0050	1,47	1,87	2,10	0,75	0,75	11	2,350
PV 198 - PV 200	70	0,41	4,66	2,04	1,00	0,0100	2,08	2,65	2,99	0,82	0,82	11	2,350
PV 200 - PV 202	97	0,65	5,30	1,66	1,20	0,0065	2,72	2,41	2,53	0,57	0,68	11	2,350
PV 202 - PV 203	75,6	0,39	5,69	1,78	1,20	0,0075	2,93	2,59	2,72	0,56	0,67	11	2,350
PV 203 - PV 204	75	0,38	6,07	1,90	1,20	0,0085	3,12	2,75	2,89	0,57	0,68	10	2,350
PV 204 - PV 205	75	0,33	6,40	2,01	1,20	0,0100	3,38	2,99	3,11	0,55	0,66	10	2,350
PV 205 - PV 206	51	0,30	6,70	2,10	1,20	0,0100	3,38	2,99	3,15	0,57	0,68	11	2,350
PV 206 - PV 207	63,5	0,20	6,90	2,16	1,20	0,0100	3,38	2,99	3,17	0,58	0,69	11	2,350
PV 207 - PV 208	47,6	0,15	7,05	2,21	1,20	0,0100	3,38	2,99	3,18	0,59	0,70	11	2,350
PV 208 - PV 209	57,6	0,15	7,20	2,26	1,20	0,0100	3,38	2,99	3,20	0,59	0,71	12	2,350
PV 209 - PV 211	63	0,15	7,35	2,30	1,20	0,0100	3,38	2,99	3,20	0,61	0,73	10	2,350
PV 211 - PV 212	63	0,15	7,50	2,35	1,20	0,0100	3,38	2,99	3,21	0,61	0,73	10	2,350
PV 212 - PV 213	65	0,15	7,65	2,40	1,20	0,0100	3,38	2,99	3,23	0,62	0,74	11	2,350
PV 213 - PV 214	65	0,15	7,80	2,44	1,20	0,0100	3,38	2,99	3,24	0,63	0,76	11	2,350
PV 214 - PV 215	65	0,15	7,95	2,49	1,20	0,0100	3,38	2,99	3,26	0,64	0,76	12	2,350
PV 215 - PV 216	27,7	0,15	8,10	2,54	1,20	0,0100	3,38	2,99	3,27	0,65	0,77	12	2,350
PV 216 - RIO	41,3	0,15	8,25	2,59	1,20	0,0100	3,38	2,99	3,29	0,65	0,78	12	2,350

Os Desenhos DRE-DE-TAT-01 - Plantas de Microdrenagem; DRE-DE-TAT-02 - Perfis de Microdrenagem; e DRE-DE-TAT-03 - Detalhes dos Dispositivos de Microdrenagem,

ilustram o Projeto de Microdrenagem proposto encontram-se no Anexo II do Relatório Técnico R5 - Vol. II,

### 12.2.2. Custos e Quantitativos das Medidas Estruturais de Microdrenagem

O **Quadro 34** apresenta a composição de custos e quantitativos para implantação das obras descritas no *item 12.2.1* deste Relatório Técnico.

**Quadro 34 - Custos e Quantitativos Microdrenagem Pluvial Tatuí.**

Item	Código	Descrição dos Serviços	Unid.	Quant.	Preço Unitário	Custo Total (R\$)
<b>01.00</b>	<b>Serviços Preliminares</b>					
01.01	-	instalação e manutenção do canteiro de obras	gl	1,00	3%	
01.02	SIURB 01-11-00	locação de eixo de referência	m	7.736,45	4,30	33.266,74
01.03	SIURB 01-15-00	nivelamento do eixo de via pública inclusive soleiras, guias e tampões	m	1.396,30	3,62	5.054,61
<b>Subtotal do item 01</b>						<b>0,00</b>
<b>02.00</b>	<b>Projeto</b>					
02.01	SIURB 10-16-01	projeto hidráulico de galeria pluvial em tubos	m	11.268,01	4,03	45.410,08
<b>Subtotal do item 02</b>						<b>38.321,34</b>
<b>03.00</b>	<b>Movimento de Terra</b>					
03.01	SIURB 04-04-00	escavação mecânica de valas h ≤ 4,00 m de profundidade	m³	49579,82	8,14	403.579,70
03.02	SIURB 04-05-00	escavação mecânica de valas h > 4,00 m de profundidade	m³	2545,03	9,77	24.864,90
03.03	SIURB 04-09-00	Reenchimento de vala com compactação, sem fornecimento de terra	m³	36487,39	8,96	326.927,01
03.04	SIURB 06-49-00	Esgotamento de vala com bomba submersa - potência até 5 hp	hp x h	19719,00	0,83	16.366,77
<b>Subtotal do item 03</b>						<b>16.366,77</b>
<b>04.00</b>	<b>Lastros</b>					
04.01	SIURB 06-05-00	Lastro de brita e pó de pedra	m³	3.644,37	127,05	463.016,70
04.02	SIURB 06-06-00	lastro de concreto magro fck = 10 mpa	m³	159,76	257,70	41.170,68
<b>subtotal do item 04</b>						<b>504.187,38</b>
<b>05.00</b>	<b>Escoramentos</b>					
05.01	SIURB 06-03-00	escoramento descontínuo de madeira para canalização de tubos	m²	38.024,11	36,71	1.395.865,26
05.02	SIURB 06-04-00	escoramento contínuo de madeira para canalização de tubos	m²	1.131,55	60,15	68.062,52
05.03	SIURB 07-01-00	escoramento contínuo de madeira para galerias moldadas, com reaproveitamento (especial)	m²	11.462,36	66,91	766.946,35
05.04	SIURB 07-03-03	escoramento para galerias moldadas, utilizando perfis metálicos, com reaproveitamento - profundidade > 4 m, < ou = 6 m, com boca de 3 à 5 m	m²	1.497,07	174,50	261.239,41
<b>subtotal do item 05</b>						<b>2.492.113,53</b>
<b>06.00</b>	<b>Pavimentação</b>					
06.01	SIURB 05-04-00	demolição de pavimento asfáltico, inclusive capa, inclui carga no caminhão	m²	21.316,41	12,64	269.439,42

Item	Código	Descrição dos Serviços	Unid.	Quant.	Preço Unitário	Custo Total (R\$)
06.02	composição	recomposição de pavimento asfáltico	m²	25.837,58	116,01	2.997.417,31
<b>subtotal do item 06</b>						<b>3.266.856,73</b>
<b>07.00</b>	<b>Tubos de Concreto</b>					
07.01	SIURB 06-08-00	fornecimento e assentamento de tubos de concreto simples, diâmetro 40 cm	m	0,00	48,97	0,00
07.02	SIURB 06-09-00	fornecimento e assentamento de tubos de concreto simples, diâmetro 50 cm	m	0,00	68,66	0,00
07.03	SIURB 06-10-01	fornecimento e assentamento de tubos de concreto armado, diâmetro 60 cm - tipo pa-2	m	7736,45	115,73	895.339,36
07.04	SIURB 06-12-01	fornecimento e assentamento de tubos de concreto armado, diâmetro 80 cm - tipo pa-2	m	1396,30	181,52	253.456,38
07.05	SIURB 06-14-01	fornecimento e assentamento de tubos de concreto armado, diâmetro 100 cm - tipo pa-2	m	204,00	273,57	55.808,28
07.06	SIURB 06-16-01	fornecimento e assentamento de tubos de concreto armado, diâmetro 120 cm - tipo pa-2	m	1.746,26	405,48	708.073,50
07.07	SIURB 06-17-01	fornecimento e assentamento de tubos de concreto armado, diâmetro 150 cm - tipo pa-2	m	185,00	599,96	110.992,60
<b>subtotal do item 07</b>						<b>12.145.745,38</b>
<b>08.00</b>	<b>Poços de Visita</b>					
08.01	SIURB 06-18-01	construção de poço de visita tipo 1 - 1,40 x 1,40 x 1,40 m	un	183,00	3006,75	550.235,25
08.02	SIURB 06-18-02	construção de poço de visita tipo 2 - 1,60 x 1,60 x 1,60 m	un	4,00	3641,59	14.566,36
08.03	SIURB 06-18-03	construção de poço de visita tipo 3 - 2,20 x 2,20 x 2,20 m	un	30,00	6044,92	181.347,60
08.04	SIURB 06-19-00	Chaminé de poço de visita com alvenaria de um tijolo comum	m	65,10	666,22	43.370,92
08.05	SIURB 06-20-03	Instalação de tampão para galeria de águas pluviais - articulado, exceto fornecimento de tampão	un	217,00	90,27	19.588,59
08.06	SIURB 06-20-21	fornecimento de tampão de ferro fundido dúctil classe mínima 400 (40t) d= 600 mm - NBR 10160 Articulado - p/ galeria de águas pluviais	un	217,00	311,32	67.556,44
<b>subtotal do item 08</b>						<b>21.310.354,70</b>
<b>09.00</b>	<b>Dispositivos de Captação</b>					
09.01	SIURB 06-65-05	instalação de boca de leão simples com grelha articulada, exceto fornecimento da grelha	un	1296,00	1451,69	1.881.390,24
09.02	SIURB 06-65-07	instalação de boca de leão dupla com grelha articulada, exceto o fornecimento da grelha	un	0,00	2311,12	0,00
09.03	SIURB 06-65-23	fornecimento de grelha tipo "boca de leão" de ferro fund. dúctil cl. mín.d400 - 40t - dim. apr=810x270mm - nbr 10160 - t. articu. - p/ galeria de águas pluviais	un	1296,00	252,06	326.669,76
<b>subtotal do item 09</b>						<b>36.540.825,25</b>
<b>10.00</b>	<b>Cadastro</b>					
10.01	SIURB 01-23-00	cadastro de rede	m	11268,01	4,19	47.212,96
<b>subtotal do item 10</b>						<b>47.212,96</b>
<b>TOTAL DA OBRA SEM BDI – R\$</b>						<b>76.361.984,05</b>
<b>BDI (1%) – R\$</b>						<b>76.361.984,05</b>
<b>TOTAL DA OBRA – R\$</b>						<b>76.361.984,05</b>

### 12.2.3. Medidas Não Estruturais

A seguir, são propostas e recomendadas algumas ações no âmbito da implementação de medidas não estruturais.

### 12.2.3.1. Programas de Educação Ambiental

Ações de conscientização da população adulta para o combate ao descarte de resíduos sólidos e entulhos nas vias públicas e corpos d'água; estas ações podem ocorrer em centros de convivência, instituições, empresas, organizações e demais locais de acesso público. Ampla divulgação de campanha educativa através dos meios de comunicação de massa como televisão, rádio e internet.

Também são recomendadas ações de educação ambiental voltadas para o público infantil principalmente em escolas, focando o combate ao descarte de resíduos sólidos e à preservação das áreas de várzea dos corpos d'água. Incentivo ao plantio de mudas e hortas comunitárias através de oficinas e cursos com ampla participação das comunidades.

É de fundamental importância que se demonstre principalmente às crianças a importância da preservação dos recursos hídricos e do solo, bem como as consequências e prejuízos sociais e ambientais de sua degradação.

Para tanto, propõe-se a captação e/ou capacitação de recursos humanos para a implantação de tais programas de educação ambiental.

### 12.2.3.2. Sistemas Descentralizados de Tratamento de Esgoto Doméstico

Fomento à capacitação das comunidades rurais ou urbanas sem acesso a rede de coleta e tratamento de esgoto doméstico para a implantação de sistemas descentralizados de tratamento de esgoto como fossa séptica ou tecnologias sociais e ecológicas de tratamento. Tais sistemas deverão substituir as fossas negras que poluem o solo e as águas subterrâneas, além de combater os despejos de esgoto bruto nos corpos d'água causando contaminação e risco de doenças de veiculação hídrica às populações circunvizinhas dos corpos d'água.

### 12.2.3.3. Regulamentação do Uso e Ocupação do Solo para Novas Edificações

Restrição à ocupação indiscriminada das várzeas, procurando preservá-las, além da restrição da implantação de sistemas de utilidade pública em áreas de risco de ocorrência de inundações: água encanada, rede de esgotos, iluminação pública, rede de energia

elétrica e telefone.

Fiscalização de áreas de ocupação irregulares e determinação de alternativas de áreas para implantação de loteamentos e conjuntos habitacionais com a devida infraestrutura de saneamento básico.

#### **12.2.4. Técnicas Compensatórias**

A seguir, são propostas e recomendadas algumas técnicas compensatórias que complementam as medidas estruturais de intervenções no sistema de drenagem urbana. Neste item serão apresentadas técnicas em escala de microdrenagem como ações auxiliares ao sistema de microdrenagem como um todo. Estas soluções ajudam na compensação dos efeitos da urbanização progressiva sobre os processos hidrológicos. Estas ações visam promover o controle do escoamento das águas pluviais ou o retardo do deflúvio superficial direto, através do uso de pequenas áreas. Com resultado, espera-se o aumento da infiltração de águas pluviais, o auxílio à manutenção da recarga de aquíferos e a sustentabilidade hídrica urbana.

##### **12.2.4.1. Coleta e Armazenamento de Águas Pluviais em Escala Residencial**

Orientação, incentivo e capacitação da população para a implantação de Mini cisternas urbanas com capacidade de até 200 litros em escala residencial para utilização em irrigação de jardins, lavagem de pisos, carros, descarga em vasos sanitários e outros fins não-potáveis.

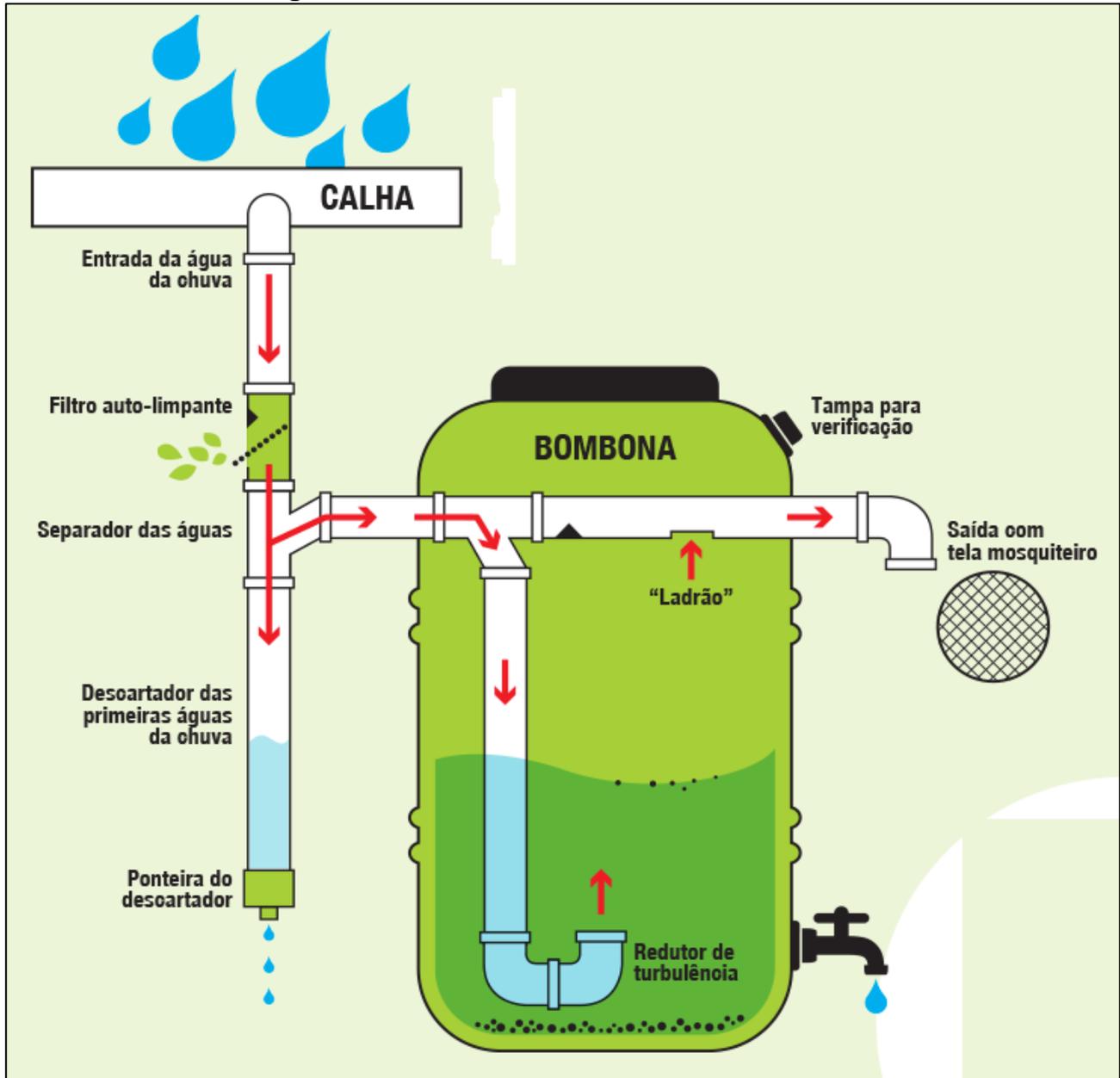
De fácil instalação e manutenção, as Mini cisternas urbanas são compostas por tambores ou “bombonas” de material plástico e tubulações, demandam pouco espaço e podem ser instaladas em qualquer residência, proporcionando ganhos econômicos, sociais e ambientais.

O website [www.sempresustentavel.com.br](http://www.sempresustentavel.com.br) disponibiliza o manual de construção e instalação das Mini cisternas urbanas.

Propõe-se ainda a implantação das Mini cisternas urbanas em escolas, podendo ser utilizadas como ferramenta de educação ambiental e conscientização de crianças e comunidades vizinhas.

A **Figura 25** apresenta um desenho esquemático da Mini cisterna urbana.

Figura 25 - Mini Cisterna Urbana Residencial.



Fonte: [www.sempresustentavel.com.br](http://www.sempresustentavel.com.br)

#### 12.2.4.2. Incentivo ao Uso de Pavimentos Permeáveis

A fim de se minimizar os impactos do escoamento superficial e promover maior infiltração do volume precipitado, propõe-se como medida auxiliar o incentivo ao uso de pavimentos permeáveis em calçadas de edificações de qualquer natureza, praças, estacionamentos, ruas de pouco tráfego, etc.

Os pavimentos permeáveis constituem uma técnica compensatória que tem como

vantagens a redução da produção de escoamento superficial, a redução da lâmina d'água em estacionamentos e passeios e a redução dos custos com o sistema de drenagem urbana. No entanto, este sistema precisa de manutenção para que não seja prejudicada a capacidade de infiltração do material.

Os pavimentos permeáveis mantêm o espaço útil do terreno, reduzem as enxurradas, promovem a melhoria na segurança e conforto, pois há redução na formação de poças de água e conseqüente melhoria da aderência. No caso de pavimentos de infiltração, observam-se ganhos ambientais, com a possibilidade de recarga de reservas subterrâneas. Já no caso de pavimentos porosos, ocorre a melhoria da qualidade das águas por ação de filtração no corpo do pavimento.

São muitos os tipos de pavimentos permeáveis existentes no mercado, com diferentes técnicas de aplicação e finalidades, principalmente de acordo com a carga a que serão submetidos. A seguir, apresenta-se alguns exemplos destes pavimentos:

- **Concreto Permeável:** Amplamente disponível, pode suportar o tráfego frequentes, e é universalmente acessível. O concreto permeável, assim como o tradicional, é formado por cimento, água e agregados. A principal diferença entre eles está na granulometria dos agregados utilizados. Enquanto o concreto tradicional possui uma composição complexa de britas e areias de diferentes tamanhos, o concreto permeável possui graduação uniforme.
- **Asfalto Poroso:** Misturado em usinas de asfalto convencional com agregados grandes que deixam porosidade. O asfalto permeável tem a vantagem de drenar a pista mais rapidamente. Com uma estrutura similar ao concreto permeável, a principal característica deste dispositivo é a permeabilidade, sendo esta maior que a dos dispositivos tradicionais. A porcentagem total de vazios deve ser de aproximadamente 20% e a porosidade útil do asfalto, porcentagem de vazios comunicantes, deve ser 12%, no mínimo. Além disso, a condutividade hidráulica deve ser inicialmente superior a 1cm/s, uma vez que a mesma reduz significativamente com o tempo. Este tipo de pavimentação não é indicado para tráfego intenso ou locais com muita solicitação de carga. Porém, assim como o concreto permeável, a permeabilidade do solo aumenta consideravelmente, reduzindo os picos de chuva e volume de água que escoam.

superficialmente, reduzindo os alagamentos. O asfalto poroso tem uma condutividade hidráulica alta e, além de reduzir o escoamento superficial, filtra a água que segue para a rede de drenagem, reduzindo a poluição e melhorando a qualidade dos cursos d'água. O asfalto permeável serve como a camada de revestimento no processo de pavimentação. A Camada Porosa de Asfalto (CPA) é constituída por 2 camadas. A parte superficial do asfalto possui pequenas britas ligadas ao asfalto. Elas possuem pequenos espaços vazios entre si, permitindo à água penetrar na camada abaixo. A parte interna é uma camada mais espessa, com agregados maiores e distâncias maiores entre si para armazenar o que veio da superfície.

- **Bloquetes Intertravados:** São pequenos blocos de concreto ou pedra, com juntas abertas, não levam rejunte e são alternativas viáveis para pavimentação permeável principalmente de passeios públicos.
- **Ecopavimento com Agregado ou Grama ou Brita:** Grelha plástica sem aglutinante preenchida com cascalho, é o material pavimentador mais permeável. Pode ser utilizado em estacionamentos, ciclovias, caminhos de parques etc. É o menor custo entre os pavimentos permeáveis.
- **Blocos de Concreto Vazados:** Estruturas de concretos com orifícios que permitem a passagem da água para os reservatórios subterrâneos. O preenchimento entre os orifícios pode ser realizado com areia, cascalhos de menores diâmetros ou tufo de grama. A área vazada deve corresponder a pelo menos 20% da área superficial do pavimento. Este tipo de pavimento é indicado para pequenos estacionamentos, calçadas e áreas de lazer, em locais com poucas solicitações de carga. A **Figura 26** mostra uma aplicação deste tipo de pavimento.

**Figura 26 - Pavimento de Bloquetes, Intertravados sem Rejunte com Blocos de Concreto Vazados Permeáveis.**



Fonte: ArchiExpo, 2017.

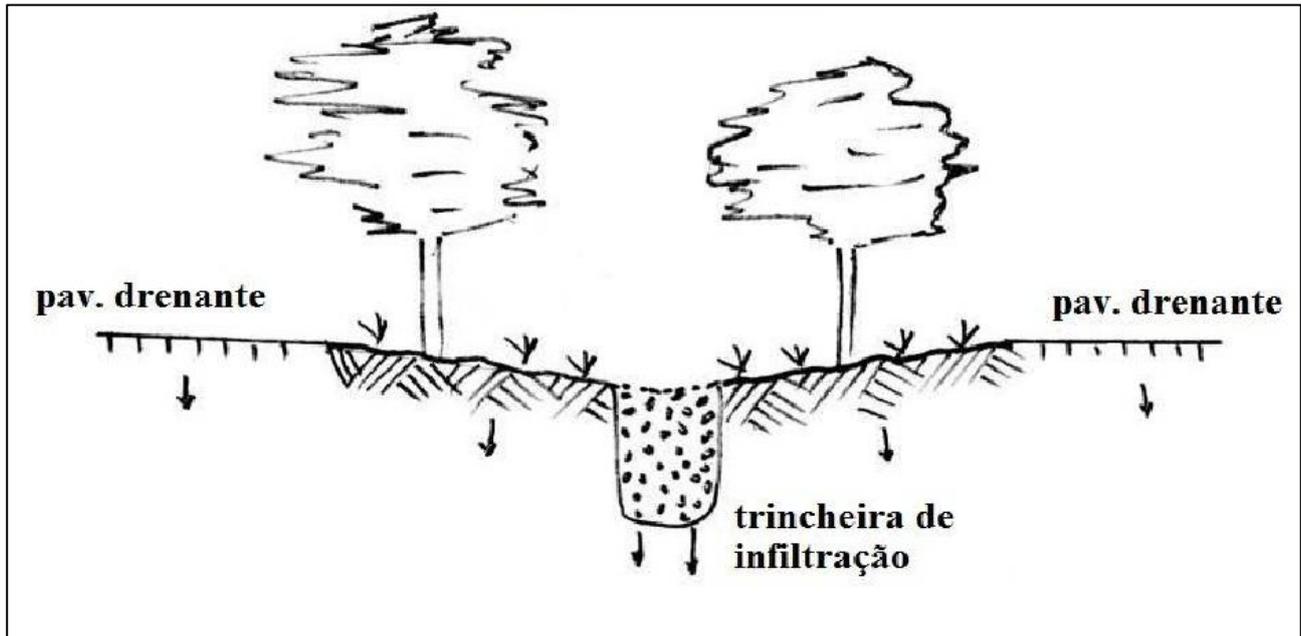
#### 12.2.4.3. Trincheiras de Infiltração

Implantação de trincheiras de infiltração associadas ao paisagismo do município, em canteiros de vias públicas, parques, estacionamentos, praças e demais áreas verdes do município. Trata-se de estruturas compensatórias de drenagem que tem como principais funções a captação das águas pluviais provenientes do escoamento superficial e consequente recarga dos lençóis freáticos. Também proporcionam a melhoria da qualidade da água infiltrada no solo, através de processos de filtração por gravidade. Caracterizam uma importante estrutura aliada à sustentabilidade hídrica urbana.

As trincheiras de infiltração são estruturas longitudinais e estreitas, constituídas por uma vala escavada na terra, preenchida por materiais granulares. Quanto maior a granulometria das matérias, maior é a capacidade de armazenamento de água por metro cúbico de preenchimento granular, o que permite o armazenamento temporário da água nos espaços vazios do material, com infiltração posterior da água no solo, reduzindo assim os picos de volume de escoamento.

A **Figura 27** apresenta o corte esquemático de uma trincheira de infiltração.

**Figura 27 - Trincheira de Infiltração.**



### 12.3. Programas Complementares

Os programas complementares estabelecem um conjunto de ações que devem ser desenvolvidas paralelamente às demais ações do Plano, com vistas à operação adequada dos sistemas de drenagem.

#### 12.3.1. Programa de Manutenção e Drenagem

As diretrizes para operação e manutenção da micro e macrodrenagem compreendem um conjunto de rotinas que deverão ser incorporadas em um Sistema de Informações de Drenagem Urbana.

Estas diretrizes encontram-se descritas no **Anexo I** deste Relatório Técnico.

#### 12.3.2. Programa de Complementação do Cadastro do Sistema de Micro e Macrodrenagem

A Prefeitura deverá desenvolver e manter um programa permanente de atualização periódica do cadastro do sistema de drenagem, incorporando ao cadastro às intervenções que forem sendo realizadas ao longo do tempo.

Este cadastro será realizado de maneira complementar ao Programa de Manutenção, e visa obter, além dos aspectos dimensionais dos sistemas de drenagem, elaborar uma

descrição do estado estrutural, limpeza e conservação, de modo que permita manter o sistema operando com eficiência e de acordo com a sua capacidade projetada ao longo do tempo.

#### 12.4. Plano Municipal de Drenagem

A implantação de uma gestão equilibrada e sustentável para o sistema de drenagem, de acordo com os conceitos e princípios apresentados no item anterior, exige o cumprimento, entre outras, das seguintes diretrizes e orientações:

- a) Gestão dinâmica do sistema de drenagem, mediante o acompanhamento permanente, dos impactos provocados pelas intervenções ou expansões e adensamento urbano no sistema de drenagem, compatibilizadas com as previsões e prognósticos estabelecidos para cada sub-bacia;
- b) Adoção da bacia e sub-bacia como unidade de planejamento e avaliação dos impactos gerados pelas modificações urbanas no sistema de drenagem;
- c) Evitar ou compensar a transferência de impactos provocados por intervenções ou medidas nos corpos d'água, capazes de contribuir, agravar ou provocar enchentes;
- d) Incorporação das medidas de prevenção e controle de enchentes de forma integrada em todos os instrumentos de gestão urbana do Município e desde Plano Diretor, planos setoriais, Manual de Drenagem e legislações municipais;

##### 12.4.1. Objetivos e Prioridades do Plano Diretor de Drenagem

Considerando os desafios que o município de Tatuí apresenta para se adequar às condições requeridas pelos recursos hídricos, mais especificamente em relação aos problemas criados no tocante às águas pluviais, foram estabelecidos quatro objetivos principais:

**Capacitar o Município de Tatuí para a Gestão e o Manejo de Águas Pluviais, criando os meios político-institucionais, administrativos, financeiros e técnicos necessários para enfrentar as perspectivas de agravamento das enchentes.**

Essa capacitação inclui, dentre outras condições:

- a) A criação de sistema articulado de gestão entre os diferentes setores da administração municipal que partilham responsabilidades e atribuições em relação aos recursos hídricos;
- b) A criação de um núcleo ou organismo coordenador, com ascendência hierárquica e os demais meios necessários para tratar das questões de recursos hídricos, incluída a gestão das inundações;
- c) A qualificação dos quadros técnicos e operacionais;
- d) A criação de canais para a participação cidadã na deliberação sobre as políticas municipais nesse campo, ou com interfaces sobre ele;
- e) A capacitação do município para lidar com as políticas externas ao seu território, que tenham interferência ou se mostrem determinantes no equacionamento de problemas e nas possibilidades de utilização dos recursos hídricos. Demais diretrizes para atingir este objetivo poderão ser vistas, mais adiante, no âmbito dos seguintes temas: gestão municipal articulada e interfaces com outros municípios. Essa qualificação constitui pré-requisito para o Município estar em condições de enfrentar seus problemas na dimensão que eles têm, utilizando informações que possibilitem clareza na definição dos focos e prioridades de suas políticas, bem como o exercício de escolha entre diferentes alternativas de solução desses problemas.

**Reduzir o agravamento das inundações que se verifica pelo avanço da ocupação, degradação de áreas estratégicas através de grandes investimentos na infraestrutura urbana, já realizados, abrangendo, entre outras, as seguintes diretrizes.**

- a) Impedir o desmatamento e outras formas de perda da cobertura vegetal existente;
- b) Manter atual nível de espaços de acomodação das águas, incluindo as várzeas e margens dos cursos d'água, assim como a capacidade existente de infiltração das águas pluviais no solo;
- c) Implementar um aprimorado sistema de manutenção e operação da infraestrutura de drenagem; de controle dos processos erosivos e do lançamento de resíduos sólidos fora dos locais habilitados;

- d) Criar alternativas de construção e adensamento urbano, de forma a não avançar sobre os espaços das águas;
- e) Implementar incentivos e compensações aos proprietários para a manutenção das áreas estratégicas protegidas;
- f) Planejar e implementar um conjunto de medidas destinadas a preparar o município para o enfrentamento dos efeitos mais sérios das mudanças climáticas, o que pode incluir a ampliação das medidas apontadas acima.

**Reduzir as consequências dos casos mais críticos de inundação e equacionar os pequenos alagamentos; buscando-se estabelecer formas de convivência menos danosa e insalubre com as inundações; melhorando a qualidade dos espaços e da infraestrutura por onde passam as águas pluviais, através de medidas que incluem:**

- a) Atualização periódica do cadastro das áreas afetadas;
- b) Implementação de sistemas de alerta à população quanto à ocorrência de inundações;
- c) Remoção de habitações e relocação de moradores das áreas afetadas;
- d) Monitoramento da qualidade das águas nas diferentes sub-bacias;
- e) Implantação do sistema de esgotos, com tratamento dos efluentes, abrangendo com a coleta, prioritariamente, as áreas a montante dos trechos inundáveis, onde a população tem contato com as águas pluviais;
- f) Controle da disposição dos resíduos sólidos e dos efluentes domésticos, hospitalares e industriais nessas sub-bacias.

**Reequilibrar o regime hídrico, diminuindo-se os picos das cheias e das estiagens em níveis capazes de superar os efeitos das mudanças climáticas, assegurando o uso sustentável das águas, reduzindo o risco de ocorrência de situações de escassez e de inundações, através da adoção de medidas para ampliação dos espaços atualmente disponíveis para a acomodação, produção e depuração das águas superficiais e subterrâneas. Nesse sentido, trata-se de ampliar, especialmente, as medidas destinadas à infiltração de águas pluviais, à redução de sua velocidade de escoamento para as áreas mais baixas e, nelas, a capacidade de acomodação das cheias. Isto deve ser realizado, também, através da ampliação da**

cobertura vegetal nas diferentes sub-bacias, além, é claro, da eliminação dos riscos de erosão e assoreamento, bem como do lançamento de resíduos, que obstrui e eliminam os espaços das águas nos cursos d'água, fundos de vale e infraestruturas de drenagem, além de piorar sua qualidade, inviabilizando seu uso. No que se refere às interferências da urbanização, atingir esse objetivo pressupõe ainda:

- a) Liberar trechos de várzeas aterradas para acomodar as cheias;
- b) Rever as disposições da legislação de uso e ocupação do solo e do código de edificações, no sentido de estabelecer limites e condicionantes relativos às áreas permeáveis; e
- c) Reorientar o crescimento, o adensamento e a renovação da cidade para reduzir as vazões de cheia; entre outras medidas.

São Paulo, 17 de agosto de 2018.

**Responsáveis Técnicos**

---

Eng.º Civil Gentil Balzan  
**Responsável Técnico**  
CREA - SP 0601512472

---

Tecn.º Marcio Lucio Gonzaga  
**Sócio Diretor**  
CREA - SP 0601315882

**13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ANDRADE FILHO, Alceu et al. Estudo de Medidas Não Estruturais para Controle de Inundações Urbanas. Revista Publicatio: ciências exatas e da terra, ciências agrárias e engenharias, ano 6, nº 1, 2000.
- BENTO, A.J. 1995. Consumo de água. Botucatu, 18p. (Monografia apresentada ao Departamento de Estudos Geográficos da Associação de Ensino de Botucatu - UNIFAC).
- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. Piracicaba, Livro Ceres. 1985. 329p.
- BITAR, O. Y. et al. 1995. A abordagem do meio físico em EIA através do estudo de processos: um método recomendado para obras em ambientes tropicais. Avaliação de Impactos, v. 1, n.2, p.35-45.
- BRIGHETTI, Giorgio et al. Estabilização e Proteção de Margens. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.
- CHAGURI JR, A. 2000. Propriedades rurais: extensão e proprietários. Informações verbais obtidas em palestra na Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (Cati) em Botucatu.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. 1990. Controle de erosão: bases conceituais e técnicas, diretrizes para planejamento urbano e regional; orientação para o controle de boçorocas urbanas. 2. ed. São Paulo: DAEE/IPT. 92 p.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA – DAEE. Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos – CTH. Precipitações intensas no estado de São Paulo. São Paulo. 2016. 270 p.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA – DAEE. Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos – CTH. 1998. Banco de dados pluviométricos do Estado de São Paulo (atualizado até 1997). São Paulo. (CD Rom).
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. Guia prático para projetos de pequenas obras hidráulicas. São Paulo. 2006. 2ª ed.
- FILHO, Kamel Zahed; MARTINS, José Rodolfo Scarati; PORTO, Mônica Ferreira do Amaral. Fascículo 6: Planos Diretores de Drenagem Urbana. Coleção Águas Urbanas. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.
- FORNASARI FILHO, N. et al. 1996. O meio físico em instrumentos de gerenciamento ambiental sob a ótica da ISO 14000. Apostila de curso da Associação Brasileira de

- Geologia de Engenharia - ABGE. São Paulo. 48p.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT, 1991. Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo – Bacia do médio Tietê. Relatório no. 29.004. São Paulo. DAEE.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT, 1995. Carta de risco de erosão da área urbana de Botucatu, SP. Relatório no. 33.369. São Paulo. Secretaria de Ciência Tecnologia e Desenvolvimento Econômico – SCTDE.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT, 1997a. Base de dados geoambientais do Estado de São Paulo. CD-ROM.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT, 1997b. Elaboração de projeto básico de contenção de erosão urbana no Jardim Riviera e Jardim Evelyn II, município de Botucatu, SP. Parecer Técnico no. 6941. São Paulo. Secretaria de Ciência Tecnologia e Desenvolvimento Econômico – SCTDE.
- LOPES, L.R. 1995. A verticalização da cidade de Botucatu. Botucatu, 17p. (Monografia apresentada ao Departamento de Estudos Geográficos da Associação de Ensino de Botucatu - UNIFAC).
- MARTINEZ JUNIOR, F.; MAGNI, N.L.G. Equações de chuvas intensas do Estado de São Paulo. São Paulo: Departamento de Águas e Energia Elétrica, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo. 1999. 125 p.
- MORES, R. de C. 1998. Análise do crescimento desordenado da cidade de Botucatu. Botucatu, 249p. (Monografia do curso de Ciências Econômicas apresentada à Associação de Ensino de Botucatu - UNIFAC).
- MOSCA, D.C. 1996. Enchentes no município de Botucatu. Botucatu. (Monografia apresentada ao Departamento de Estudos Geográficos da Associação de Ensino de Botucatu - UNIFAC).
- MUNIZ, P. 1998. Preservação do Parque Municipal de Botucatu. Botucatu, 32p. (Monografia apresentada ao Departamento de Estudos Geográficos da Associação de Ensino de Botucatu - UNIFAC).
- PINTO, S.A. 1994. No velho Botucatu. São Paulo: Paulicéia. 205p.
- PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. Diretrizes Básicas Para Projetos De Drenagem Urbana No Município De São Paulo. São Paulo. 1999.
- PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO. DP-H05 Diretrizes de projeto para estudos hidrológicos método do “Soil Conservation service”. São Paulo. 1999.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BOTUCATU. 2000a. Listagem das estradas sob administração municipal. Seção de Projetos (cedida pelo desenhista projetista Ocimar Antônio Santa Rosa).

PREFEITURA MUNICIPAL DE BOTUCATU. 2000b. Relação de Empresas. (listagem).

PROJETO LUPA. 1997. Estatísticas agrícolas, município de Botucatu, Estado de São Paulo, 1995/96. Disponível on-line em URL: [www.cati.sp.gov.br/servicos/lupa/municipios/botucatu.html](http://www.cati.sp.gov.br/servicos/lupa/municipios/botucatu.html).

REDE DE CAPACITAÇÃO E EXTENSÃO TECNOLÓGICA EM SANEAMENTO AMBIENTAL - ReCESA. Águas pluviais: técnicas compensatórias para o controle de cheias urbanas: guia do profissional em treinamento : nível 2 e 3 / Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (org.). Belo Horizonte, 2007. 52 p.

SECRETARIA MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO. Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais. São Paulo, 2012.

SEMPRE SUSTENTÁVEL. Projeto Experimental de Aproveitamento de Água da Chuva com Tecnologia da Mini cisterna para Residência Urbana. Versão 1.2 (dez 2014). Disponível em <[www.sempresustentavel.com.br](http://www.sempresustentavel.com.br)> acesso em 07/10/2017.

TUCCI, C.E.M. E GENZ, F., Controle do Impacto da Urbanização, IN: Drenagem Urbana, Tucci, C,E. M. orgs., ABRH, Editora Universidade/Universidade Federal do Rio Grande do Sul 1995.

TUCCI, C.E.M., PLANO Diretor de Drenagem Urbana: Princípios e concepção, IN: Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Volume 2, N.º 2 Jul./Dez.,1997.

**ANEXO I  
DIRETRIZES PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS  
DE MICRO E MACRODRENAGEM**

**DIRETRIZES PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS DE MICRO E**

## MACRODRENAGEM

As diretrizes para operação e manutenção da micro e macrodrenagem compreendem um conjunto de rotinas que devem ser incorporadas na gestão do sistema de Drenagem Urbana.

### 1. SISTEMA DE MICRODRENAGEM

A limpeza e desobstrução de bocas de leão, bocas de lobo e poços de visita devem ser executadas com periodicidade diferenciada nos períodos secos e chuvosos, lembrando sempre que antes do início do período chuvoso o sistema de drenagem inicial deve estar completamente livre de obstruções ou interferências. A forma de execução dos serviços de manutenção do sistema de drenagem inicial pode ser juntamente com a varrição de guias e sarjetas, dentro dos serviços de limpeza urbana indivisíveis.

Essas práticas permitem tornar mais eficientes os sistemas de drenagem urbana e manejo das águas pluviais levando em conta de modo integral os seus vários componentes: rede de drenagem, elevatórias, comportas, reservatórios operados, extravasores, fontes de poluição, estações de tratamento, corpos receptores, etc.

As ferramentas típicas que compõem um sistema de manutenção incluem o mapa de planejamento com as rotinas de controle, acompanhamento e inspeção de cada parte do sistema e a ficha de cadastro histórico de manutenção conforme modelo apresentado na **Figura 01**.

**Figura 01 - Modelo de Ficha de Cadastro de Manutenção.**



**PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA**  
**DO**  
**MUNICÍPIO DE TATUÍ**



<b>Modelo de Ficha de Cadastro Histórico de Manutenção</b>		
Identificação / Localização:		Data:
Estrutura / Código:	Localidade:	
Cursos D'água:	Bacia:	
<b>Coordenadas GPS</b>		
Latitude:	Longitude:	Altitude:
Tipo de Material da Estrutura:		
Componentes / Equipamentos:		
<b>Administração</b>		
( ) Concessão ( ) Município ( ) Outros		
Nome (para o caso de concessão/outros):		
<b>Elementos do Sistema de Drenagem</b>		
Galerias:	( ) Sim	( ) Não
Canais:	( ) Sim	( ) Não
Boca de Lobo:	( ) Sim	( ) Não
Ramais:	( ) Sim	( ) Não
Poços de Visita:	( ) Sim	( ) Não
<b>Dimensões</b>		
Extensão:		
Largura:		
Diâmetro:		
<b>Comentários Gerais</b>		
a) Condições de estabilidade:	( ) Boa	( ) Sofrível ( ) Precária
b) Inspeção especializada (por engenheiro) necessária?	( ) Sim	( ) Não
c) Ocorrência de acidentes:	( ) Sim	( ) Não
d) Seção da vazão adequada:	( ) Sim	( ) Não
<b>Observações Adicionais:</b>		

## 2. SISTEMA DE MACRODRENAGEM



Apresenta-se a seguir o conjunto de diretrizes para os procedimentos e rotinas de manutenção preventiva e/ou corretiva das obras e equipamentos que integram o sistema de macrodrenagem urbana do Município composto por galerias, canais, equipamentos hidromecânicos, reservatórios e estruturas hidráulicas em parques.

A principal finalidade de um serviço de manutenção é manter o sistema de drenagem em condições de receber, conduzir, armazenar e tratar as águas pluviais a qualquer momento, reduzindo assim os riscos de falha e, conseqüentemente, os riscos de inundação e da poluição hídrica na sua área de influência.

Um dos grandes problemas do sistema de drenagem decorre da falta de manutenção e da má utilização de seus mecanismos. Podem ser observadas falhas no sistema de macrodrenagem em virtude da falta de manutenção, seja por assoreamento da calha dos principais corpos receptores seja pelo mau funcionamento das estruturas de armazenamento.

Assim sendo, a elaboração de um plano de manutenção é vital para obter a efetiva gestão da drenagem urbana do Município.

## 2.1. Manutenção

A manutenção pode ser definida como o conjunto de atividades destinadas a garantir as condições operacionais pré-estabelecidas para o sistema de drenagem de forma a reduzir o risco de falhas devido ao mau funcionamento de seus componentes.

### 2.1.1. Tipos de Manutenção

A manutenção deve se dar através de três práticas básicas, a saber:

- **Manutenção Corretiva:** caracteriza-se como uma intervenção realizada após a ocorrência de eventuais falhas do sistema ou até mesmo após seu funcionamento, como o caso dos reservatórios de detenção que necessitam de limpeza após a ocorrência dos eventos de chuva;
- **Manutenção Preventiva:** é uma intervenção programada que tem como objetivo manter a disponibilidade do sistema de drenagem para quando for requisitado;

- **Manutenção Preditiva:** permite garantir uma qualidade desejada do funcionamento do sistema de drenagem, por meio de análises e supervisões sistemáticas do sistema visando diminuir as manutenções corretiva e preventiva, ou seja, a manutenção preditiva é uma técnica de gerenciamento da manutenção.

### 2.1.2. Diretrizes da Manutenção

Neste item é apresentado um conjunto de instruções que deve ser seguido para a efetivação das metas previstas pelo sistema de manutenção da drenagem urbana do Município. Dentre elas destacam-se:

- O plano de manutenção deverá ser composto por um conjunto de atividades que visem à preservação do desempenho, da segurança e da confiabilidade dos componentes do sistema de drenagem, de forma a prolongar a sua vida útil e reduzir os custos de manutenção;
- O plano de manutenção será configurado pelos seguintes pontos essenciais: organização da área de manutenção, arquivo técnico e cadastro dos componentes do sistema de drenagem e programa de manutenção;
- A forma de organização do programa de manutenção será compatível com o porte e complexidade do sistema de drenagem de cada região;
- A gestão do sistema de manutenção deverá compreender a manutenção do arquivo técnico e cadastro dos componentes do sistema de águas pluviais e elaboração do programa de manutenção;
- O arquivo técnico do sistema de drenagem deverá ser composto por todos os documentos de projeto e construção, incluindo memoriais descritivos, memoriais de cálculo, desenhos e especificações técnicas;
- O cadastro dos componentes do sistema de águas pluviais deverá conter o registro de todos os componentes e sistemas abrangidos pelo programa de manutenção, incluindo identificação, descrição e localização;
- O arquivo técnico e o cadastro dos componentes do sistema de águas pluviais serão mantidos permanentemente atualizados, refletindo fielmente todas as modificações e complementações realizadas ao longo da vida útil do sistema de

drenagem;

- A gestão do Sistema de Manutenção deverá apoiar-se no Sistema Municipal de Informação sobre Drenagem (SISDREN), o qual deverá estar inserido no Plano Municipal de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais, para o gerenciamento de dados e informações pertinentes às atividades de manutenção. Deverão fazer parte deste sistema de informações o arquivo técnico e o cadastro dos componentes do sistema de drenagem, o programa de manutenção, o registro dos serviços, datas, custos de manutenção e outros dados de interesse;
- Os procedimentos e rotinas de manutenção deverão ser continuamente avaliados e ajustados, de modo a permanecerem sempre atualizados e consistentes com as necessidades e experiência adquirida na gestão do Sistema de Manutenção.

## **2.2. Diagrama Funcional da Manutenção**

O Plano de Manutenção deve ser estabelecido considerando algumas funções básicas, conforme apresentadas a seguir.

### **Gerenciar**

- Estabelecer políticas de manutenção;
- Elaborar plano estratégico global da manutenção;
- Estabelecer diretrizes, metas, prioridades e níveis de eficiência;
- Sugerir medidas administrativas;
- Avaliar desempenho e propor ajustes que garantam a melhoria do desempenho do sistema;
- Garantir e apresentar resultados estabelecidos no planejamento;
- Fazer cumprir normas e procedimentos do programa de manutenção.

### **Planejar**

- Estabelecer metas de trabalho para o período;
- Desenvolver o plano de trabalho para a consecução das metas estabelecidas;
- Analisar e identificar serviços passíveis de planejamento;
- Estudar e estabelecer métodos e processos de planejamento;
- Definir sequências e períodos de intervenção;

- Definir parâmetros de gestão da manutenção;
- Propor métodos, parâmetros e orientação para elaboração da programação;
- Avaliar relatórios gerenciais de modo a aprimorar continuamente os processos e métodos de planejamento.

### **Programar**

- Elaborar e priorizar relação de serviços a executar;
- Alocar recursos;
- Programar os serviços de manutenção;

### **Executar**

- Cumprir normas, procedimentos e rotinas de manutenção;
- Viabilizar recursos para os serviços;
- Alocar/distribuir recursos necessários para a execução dos serviços;
- Executar os serviços programados;
- Garantir a qualidade de execução;
- Analisar a necessidade de troca ou substituição dos componentes do sistema de drenagem;
- Registrar dados técnicos de execução;
- Detectar/analisar a origem de eventuais falhas ou defeitos;
- Emitir as ordens de manutenção não programadas.

### **Controle da Manutenção**

- Manter acervo técnico atualizado;
- Analisar dados de manutenção;
- Apresentar relatórios gerenciais de manutenção;
- Divulgar indicadores de desempenho do sistema de drenagem e manejo das águas pluviais.

### **Inspecionar**

- Realizar inspeção, identificando falhas e defeitos;
- Definir necessidades de intervenção;
- Identificar e comunicar falhas de evidências à execução;

- Fornecer subsídios quantitativos para estudos de desempenho e confiabilidade de equipamentos.

## 2.3. Procedimentos e Rotinas

### 2.3.1. Objetivos

Estabelecer as diretrizes gerais para a execução de serviços de conservação e manutenção do sistema de drenagem urbana do Município de São Paulo.

### 2.3.2. Execução dos Serviços

Os serviços de conservação e manutenção correspondem às atividades de inspeção, limpeza e reparos dos componentes do sistema de drenagem, que deverão ser executadas de acordo com o Plano de Manutenção, baseado em rotinas e procedimentos periodicamente aplicados nos equipamentos do sistema. Os procedimentos e rotinas de serviços, dentre os quais estão inspeção, limpeza e manutenção, serão aplicados aos seguintes componentes:

- Sarjetas
- Bocas de lobo, bueiros e galerias;
- Canais abertos e fechados;
- Reservatórios de armazenamento;
- Equipamentos eletromecânicos: bombas, painéis eletrônicos, tubulações, comportas, etc.

O **Quadro 01** indica as estruturas do sistema de drenagem que devem ser submetidas à inspeção com suas rotinas e frequência mínima de execução das atividades.

## Quadro 01 - Procedimento de Inspeção para as Estruturas do Sistema de Drenagem.

<b>Estrutura</b>	<b>Rotina</b>	<b>Frequência Mínima</b>
Sarjetas	Inspecionar os pontos de acesso bem como a superfície na área dos pontos de acesso. Atenção especial deve ser dada aos danos ou bloqueios.	A cada 60 dias
	Inspecionar revestimento das estruturas para determinar quaisquer danos e deteriorações.	A cada 60 dias
	Procurar por obstruções causadas por acúmulo de resíduos e sedimentos.	A cada 60 dias
Bocas de lobo, poços de visita, galerias e canais abertos e fechados	Inspecionar os pontos de acesso bem como a superfície na área dos pontos de acesso. Atenção especial deve ser dada aos danos ou bloqueios.	A cada 60 dias
	Inspecionar revestimento das estruturas para determinar quaisquer danos e deteriorações.	A cada 60 dias
	Procurar por obstruções causadas por acúmulo de resíduos e sedimentos.	A cada 60 dias

O **Quadro 02** indica as estruturas do sistema de drenagem que devem ser submetidas à limpeza com suas rotinas e frequência mínima de execução das atividades.

**Quadro 02 - Procedimento de Limpeza para as Estruturas do Sistema de Drenagem.**

<b>Estrutura</b>	<b>Rotina</b>	<b>Frequência Mínima</b>
Sarjetas	Limpar sedimentos acumulados e resíduos sólidos	Diariamente de forma contínua
Bocas de lobo, bueiros, galerias e canais abertos e fechados	Limpar sedimentos acumulados e resíduos sólidos.	A cada 60 dias, com devida atenção nos períodos de chuvas.
Reservatórios de armazenamento	Limpar sedimentos, resíduos sólidos e outros detritos acumulados. Remover vegetação. Desinfecção da área do reservatório.	Nos períodos de estiagem limpar mensalmente. Durante o período chuvoso, após a ocorrência de cada evento de chuva.

O **Quadro 03** indica as estruturas do sistema de drenagem que devem ser submetidas à manutenção com suas rotinas e frequência mínima de execução das atividades.

**Quadro 03 - Procedimento de Manutenção para as Estruturas do Sistema de Drenagem.**

<b>Estrutura</b>	<b>Rotina</b>	<b>Frequência Mínima</b>
Sarjetas	Reparar / Substituir elementos danificados ou vandalizados Refazer revestimento	Quando verificada a necessidade durante a inspeção
Bocas de lobo, bueiros, galerias e canais abertos e fechados	Reparar / Substituir elementos danificados ou vandalizados Refazer revestimento	Quando verificada a necessidade durante a inspeção
Reservatórios de armazenamento	Reparar / Substituir elementos danificados ou vandalizados Refazer revestimento	Quando verificada a necessidade durante a inspeção

**2.4. Fiscalização**

### 2.4.1. Objetivo

Estabelecer as diretrizes gerais para a fiscalização de serviços de manutenção dos componentes do sistema de drenagem.

### 2.4.2. Procedimentos

A Fiscalização deverá realizar, dentre outras, as seguintes atividades:

- Manter um arquivo completo e atualizado de toda a documentação pertinente aos trabalhos, incluindo o cronograma e relatórios de serviços;
- Analisar o plano de execução a ser apresentado por contratados no início dos trabalhos;
- Solucionar as dúvidas e questões pertinentes à prioridade ou sequência dos serviços em execução, bem como às interferências e interfaces dos serviços a serem executados;
- Solicitar a substituição de materiais e equipamentos que sejam considerados defeituosos, inadequados ou inaplicáveis aos serviços;
- Exercer rigoroso controle sobre o cronograma de execução dos serviços, aprovando os eventuais ajustes que ocorrerem durante o desenvolvimento dos trabalhos;
- Verificar e aprovar os relatórios de execução dos serviços;
- Verificar e aprovar eventuais acréscimos de serviços necessários ao perfeito funcionamento do sistema.

## **TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP**

A TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP, constituída em 03 de julho de 2008, tem como objetivo atender os Setores Públicos e Privados na Prestação de Serviços, Estudos, Pesquisas, Planejamento e Gerenciamento de Controle Ambiental, Estudos Topográficos, Geotécnicos, Hidrológicos, Projetos de Engenharia, Rodoviárias, Empreitada de Mão de Obra na Construção Civil, Consultoria de Movimento de Terra, Pavimentação, Irrigação, Recursos Hídricos e Saneamento.

A TCA dispõe de uma equipe de consultores independentes especializados nos diversos campos da Engenharia, Geologia e Ciências Ambientais, ao longo de vinte e sete anos de experiência técnica, já atuaram na direção, supervisão e coordenação de estudos e

projetos, tanto para indústria, como na área de planejamento territorial e grandes obras civis. Além dos serviços de empresas colegiadas que desempenham funções em áreas afins, como é o caso de estudos socioeconômicos e institucionais. Seu corpo técnico realiza os trabalhos por contratação direta, em regime de parceria ou por meio de convênios, de forma a atender amplo aspecto de demanda dos setores descritos nas suas áreas de atuação.

A Empresa é estruturada de maneira simples e direta. Gerenciada diretamente pelos seus sócios que dividem as funções administrativas e operacionais. Oferecemos autonomia e poder de decisão aos gestores dos projetos e incentivamos a formação de parcerias estratégicas.