



## **PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE MACRODRENAGEM RURAL DE TATUÍ**



**CONSÓRCIO DE ESTUDOS, RECUPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO  
DA BACIA DOS RIOS SOROCABA E MÉDIO TIETÊ  
CERISO**

**Outubro / 2018**

## Índice

<b>1 - APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 - INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>3 - CARACTERIZAÇÃO E DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO .....</b>	<b>11</b>
3.1 - HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO.....	12
3.2 - ASPECTOS POPULACIONAIS .....	13
3.4. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS.....	14
3.4 -ASPECTOS LEGAIS E INSTITUCIONAIS .....	17
3.4.1 - Aspectos legais .....	17
3.4.2 - Aspectos institucionais para gestão da macrodrenagem rural .....	21
3.5 - CLIMA E PLUVIOMETRIA.....	21
3.6 - CARTOGRAFIA BÁSICA DE APOIO .....	22
3.7. HIDROGRAFIA.....	25
3.8 - PEDOLOGIA.....	28
3.9 - GEOLOGIA .....	29
3.10 - GEOMORFOLOGIA .....	30
3.11 - VEGETAÇÃO .....	31
3.12 - HIPSOMETRIA.....	31
3.13 - DECLIVIDADE .....	32
3.14 - VULNERABILIDADE À EROSÃO .....	34
3.15 - USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL.....	35
3.16 - ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE - APPS E UNIDADES DE CONSERVAÇÃO .....	37
3.17 - CAPACIDADE DE USO DA TERRA .....	38
3.18 - ESTRADAS VICINAIS .....	39
3.19 - PONTOS CRÍTICOS DE EROSÃO ASSOCIADOS ÀS ESTRADAS VICINAIS .....	38
3.20 - SISTEMA DE MACRODRENAGEM NAS ESTRADAS VICINAIS.....	39
3.21 - DELIMITAÇÃO DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM .....	40
3.22 - CÁLCULO DAS ÁREAS DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM.....	41
3.23 - CÁLCULO DOS COEFICIENTES DE DEFLÚVIO DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE DRENAGEM .....	42
<b>4. PROGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL .....</b>	<b>45</b>
4.1 - IMPORTÂNCIA DAS PRÁTICAS DE CONTROLE DE EROSÃO RURAL .....	47
4.2 - ESTRATÉGIAS DE INTERVENÇÕES TÉCNICAS SEGUNDO A CLASSIFICAÇÃO DAS ESTRADAS .....	47
4.3 - MEDIDAS PROPOSTAS PARA INTERVENÇÕES NOS PONTOS CRÍTICOS DE EROSÃO NO MUNICÍPIO DE TATUÍ.....	49
4.3.1 - Manutenção e adequação das estradas vicinais .....	50
4.3.2 - Elementos de proteção das estradas vicinais.....	51
4.3.2.1 - Abaulamento da seção transversal da pista de rolamento .....	52
4.3.2.2 - Melhorais na plataforma da seção transversal .....	52
4.3.2.3 - Terraceamento.....	53
4.3.2.4 - Superelevação nas curvas .....	54
4.4 - OBRAS DE DRENAGEM SUPERFICIAL .....	55
4.4.1 - Bueiros ou travessias .....	55
4.4.2 - Canaletas de concreto armado ou pré-moldadas .....	58
4.4.3 - Escadas hidráulicas ou descidas d'água .....	58
4.4.4 - Controle de voçorocas em áreas rurais.....	60
4.5 - RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS .....	62
4.6 - RECOMPOSIÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (MATA CILIAR).....	63
4.7 - PRÁTICAS VEGETATIVAS.....	64

4.7.1 - Culturas em faixas ou consorciamento de culturas .....	64
4.7.2 - Adubação verde .....	64
4.7.3 - Alternância de capinas .....	64
4.7.4 - Faixa de vegetação permanente .....	65
4.8 - PRÁTICAS MECÂNICAS - PLANTIO EM NÍVEL .....	65
4.9 - PRÁTICAS ESPECÍFICAS POR PROPRIEDADE RURAL .....	65
4.10 - TÉCNICAS DE MANUTENÇÃO.....	66
<b>5 - CUSTOS E QUANTITATIVOS DAS INTERVENÇÕES PROPOSTAS.....</b>	<b>67</b>
<b>6 - PLANO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL - PEA .....</b>	<b>70</b>
6.1 - APRESENTAÇÃO .....	70
6.2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	71
6.2.1 - Política Nacional de Educação Ambiental – PNEA .....	71
6.2.2 - Programa Nacional de Educação Ambiental – ProNEA.....	72
6.2.3 - Política Estadual de Educação Ambiental .....	74
6.3 - OBJETIVOS .....	75
6.3.1 - Objetivos gerais .....	75
6.3.2 - Objetivos específicos.....	76
6.4 - DIRETRIZES .....	76
6.4.1 - Diretrizes gerais.....	76
6.4.2 - Diretrizes específicas .....	77
6.5 - TEMÁTICAS .....	78
6.5.1 - EROSÃO .....	78
6.5.1.1 - Relação com a PEA .....	78
6.5.2 - INUNDAÇÕES .....	78
6.5.2.1 - Relação com a PEA .....	79
6.5.3 - RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	79
6.5.3.1 - RELAÇÃO COM A PEA .....	80
6.5.4 - IMPORTÂNCIA DA MATA CILIAR .....	80
6.5.4.1 - RELAÇÃO COM A PEA .....	81
6.5.5 - POLUIÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	81
6.5.5.1 - RELAÇÃO COM A PEA .....	81
6.5.6 - PRESERVAÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DA FLORA E FAUNA NATIVAS.....	82
6.5.6.1- RELAÇÃO COM A PEA .....	82
6.6 - LINHAS DE AÇÃO .....	83
6.6.1 - PRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO DE MATERIAL .....	83
6.6.2 - DIVULGAÇÃO DA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL.....	84
6.6.3 - EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO BÁSICO E NO ENSINO NÃO FORMAL .....	85
6.6.3.1 - PLANO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA EDUCAÇÃO BÁSICA .....	85
6.6.3.2 - PLANO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA EDUCAÇÃO NÃO FORMAL .....	86
<b>7 - RESPONSABILIDADE TÉCNICA E COORDENAÇÃO.....</b>	<b>88</b>
7.1 - RESPONSABILIDADE TÉCNICA .....	88
7.2 - COORDENAÇÃO .....	88
<b>8 - REFERÊNCIAS .....</b>	<b>89</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>93</b>
ANEXO A - MAPA BASE PLANIALTIMÉTRICO DE TATUÍ	
ANEXO B - BACIAS DE PLANEJAMENTO DE TATUÍ	
ANEXO C - PEDOLOGIA DE TATUÍ	
ANEXO D - GEOLOGIA DE TATUÍ	
ANEXO E - HIPSOMETRIA DE TATUÍ	
ANEXO F - DECLIVIDADE DO TERRENO EM GRAUS DE TATUÍ	
ANEXO G - DECLIVIDADE DO TERRENO EM PERCENTUAL DE TATUÍ	
ANEXO H - VULNERABILIDADE A EROSÃO DE TATUÍ	
ANEXO I - USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL DE TATUÍ	
ANEXO J - ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DA ÁREA RURAL DE TATUÍ	

---

ANEXO K - CAPACIDADE DE USO DA TERRA DE TATUÍ

ANEXO L - MAPA DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE TATUÍ

ANEXO M - GEOMORFOLOGIA DE TATUÍ

ANEXO N - PASSIVO AMBIENTAL EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE TATUÍ

ANEXO O - ESTRADAS VICINAIS DE TATUÍ

ANEXO P - PONTOS CRÍTICOS DE EROSÃO ASSOCIADOS ÀS ESTRADAS VICINAIS DE TATUÍ

ANEXO Q - DISPOSITIVOS DE DRENAGEM DE TATUÍ

ANEXO R1 - BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO DE TATUÍ

ANEXO R2 - BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO DE TATUÍ

ANEXO R3 - BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO DE TATUÍ

ANEXO S - ESTRADAS MUNICIPAIS DE INTERESSE RURAL DE TATUÍ

## Lista de Figuras

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE TATUÍ .....	11
FIGURA 2 – PRODUTO INTERNO BRUTO DE TATUÍ .....	15
FIGURA 3 – PRECIPITAÇÃO MÉDIA E TEMPERATURA MÉDIA PARA TATUÍ.....	22
FIGURA 4 - BASE PLANIMÉTRICA DE TATUÍ.....	24
FIGURA 5 - LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE TATUÍ NAS UNIDADES DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS.....	25
FIGURA 6 - LOCALIZAÇÃO DAS SUB-BACIAS DA UGRHI 10.....	26
FIGURA 7 - BACIAS DE PLANEJAMENTO DE TATUÍ .....	27
FIGURA 8 - PEDOLOGIA DE TATUÍ .....	28
FIGURA 9 - GEOLOGIA DE TATUÍ.....	29
FIGURA 10 - GEOMORFOLOGIA DE TATUÍ .....	30
FIGURA 11 - HIPSOMETRIA DE TATUÍ .....	32
FIGURA 12 - DECLIVIDADE DO TERRENO EM GRAUS DE TATUÍ .....	33
FIGURA 13 - DECLIVIDADE DO TERRENO EM PERCENTUAL DE TATUÍ.....	33
FIGURA 14 - VULNERABILIDADE À EROSÃO DE TATUÍ.....	34
FIGURA 15 - USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL DE TATUÍ .....	35
FIGURA 16 - CLASSES DE USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL DO MUNICÍPIO DE TATUÍ. [A-B] MATAS. [C-D] ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE EFLuentes. [E-F] CULTURA TEMPORÁRIA. [G-H] MINERAÇÃO.....	36
FIGURA 17 - ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DA ÁREA RURAL DE TATUÍ .....	37
FIGURA 18 - CAPACIDADE DE USO DA TERRA DO MUNICÍPIO DE TATUÍ.....	39
FIGURA 19 - PERFIL TRANSVERSAL DE UMA ESTRADA COM SUPERFÍCIE ABAULADA.....	52
FIGURA 20 - SEÇÃO TRANSVERSAL TÍPICA DE TERRAÇO EMBUTIDO.....	54
FIGURA 21 - PERFIL TRANSVERSAL DE UMA ESTRADA COM SUPERELEVAÇÃO.....	54
FIGURA 22 - ESQUEMA DE UM BUEIRO SIMPLES TUBULAR DE CONCRETO.....	55
FIGURA 23 - CANALETA EM CONCRETO ARMADO - CORTE ESQUEMÁTICO .....	58
FIGURA 24 - ESCADA HIDRÁULICA OU DESCIDA D'ÁGUA EM CORTE.....	59

---

FIGURA 25 - ESCADA HIDRÁULICA OU DESCIDA D'ÁGUA EM PLANTA.....	59
FIGURA 26 - ESQUEMA MOSTRANDO ALGUMAS OBRAS / MEDIDAS NECESSÁRIAS PARA A CONTENÇÃO DE UMA VOÇOROCA.....	60
FIGURA 27 - DRENO CEGO COMPOSTO DE BRITA E TUBO DE PVC, RECOBERTOS POR MATERIAL IMPERMEÁVEL (SELO). .....	61
FIGURA 28 - DRENO DE BAMBU COMPOSTO DE BRITA E BAMBUS AMARRADOS EM FEIXES, RECOBERTOS POR MATERIAL IMPERMEÁVEL (SELO) .....	61
FIGURA 29 - DRENO DE GEOTÊXTIL PREENCHIDA POR BRITA .....	62

## Lista de Tabelas

TABELA 1 – PROJEÇÃO POPULACIONAL ATÉ O ANO DE 2050 PARA TATUÍ .....	14
TABELA 2 - PRODUTO INTERNO BRUTO DE TATUÍ.....	14
TABELA 3 - ESTRATIFICAÇÃO DAS ÁREAS AGRÍCOLAS .....	15
TABELA 4 - QUANTITATIVO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NAS UPAS.....	15
TABELA 5 - QUANTITATIVO DE TIPO DE CULTURAS AGRÍCOLAS NAS UPAS .....	16
TABELA 6 - QUANTITATIVO DE ATIVIDADE AGROPASTORIL.....	17
TABELA 7 – A PRECIPITAÇÃO MÉDIA E TEMPERATURA PARA TATUÍ.....	21
TABELA 8 - QUANTITATIVO DE ÁREA TERRITORIAL DAS BACIAS DE PLANEJAMENTO.....	27
TABELA 9 - CLASSES DE DECLIVIDADE.....	32
TABELA 10 - QUANTITATIVO DE VULNERABILIDADE À EROSÃO NO MUNICÍPIO DE TATUÍ .....	34
TABELA 11 - QUANTITATIVO DAS CLASSES DE USO DO SOLO E COBERTURA VEGETAL .....	35
TABELA 12 - QUANTITATIVO DA CAPACIDADE DE USO DA TERRA .....	39

## Lista de Quadros

QUADRO 1 - LEGISLAÇÃO FEDERAL RELATIVA À MACRODRENAGEM RURAL E MATÉRIAS AFINS .....	18
QUADRO 2 - LEGISLAÇÃO ESTADUAL RELATIVA À MACRODRENAGEM RURAL E MATÉRIAS AFINS.....	19
QUADRO 3 - RELAÇÃO DAS SUB-BACIAS DA UGRHI 10 E SUAS RESPECTIVAS ÁREAS (KM <sup>2</sup> ).....	26
QUADRO 4 – PARÂMETROS ADOTADOS PARA AS ESTRADAS.....	41
QUADRO 5 – ESTRADAS LEVANTADAS E PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS.....	37
QUADRO 6 – PONTOS CRÍTICOS DE EROSÃO ASSOCIADOS ÀS ESTRADAS VICINAIS .....	38
QUADRO 7 – DISPOSITIVOS DE DRENAGEM NAS ESTRADAS VICINAIS. ....	39
QUADRO 8 – ÁREA DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO .....	41
QUADRO 9 - <i>CURVE NUMBER</i> PARA ÁREAS RURAIS (AGRICULTURA) .....	43
QUADRO 10 - <i>CURVE NUMBER</i> PARA ÁREAS URBANAS .....	44
QUADRO 11 - TRECHOS-TIPO E SUAS RESPECTIVAS TECNOLOGIAS DE ADEQUAÇÃO. ....	48
QUADRO 12 - PONTOS CRÍTICOS DE EROSÃO ASSOCIADOS ÀS ESTRADAS VICINAIS DO MUNICÍPIO DE TATUÍ.....	49
QUADRO 13 - TRAVESSIAS EXISTENTES NAS ESTRADAS VICINAIS .....	56
QUADRO 14 - VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE HIDRÁULICA DAS TRAVESSIAS EXISTENTES .....	57
QUADRO 15 - VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE HIDRÁULICA DAS TRAVESSIAS EXISTENTES .....	57
QUADRO 16 - PLANILHA DE CUSTOS E QUANTITATIVOS DE MANUTENÇÃO E ADEQUAÇÃO DAS ESTRADAS VICINAIS .....	67
QUADRO 17 - PLANILHA DE CUSTOS E QUANTITATIVOS DE OBRAS DE DRENAGEM SUPERFICIAL .....	68
QUADRO 18 - PLANILHA DE CUSTOS E QUANTITATIVOS DE OBRAS DE CONTROLE DE VOÇOROCAS.....	69
QUADRO 19 - PLANILHA DE CUSTOS E QUANTITATIVOS DE RECOMPOSIÇÃO DE APPS (MATAS CILIARES) ..	70

---

## Lista de Siglas e Abreviações

CERISO - Consórcio de Estudos, Recuperação e Desenvolvimento da Bacia do Rio Sorocaba e Médio Tietê

FEHIDRO – Fundo Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo

SMT – Sorocaba e Médio Tietê

UGRHI – Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

SEADE - Fundação Sistema Estadual de Análises de Dados

CATI - Coordenadoria de Assistência Técnica Integral

PIB - Produto Interno Bruto

UPAS - Unidades de Produção Agrícola

CEPAGRI - Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura

SIG - Sistema de Informações Geográficas

SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação

EMBRAPA -

IAC - Instituto Agronômico de Campinas

CPRM - Serviço Geológico do Brasil

SMA – Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Produção Agropecuária

USLE - Equação Universal de Perda de Solo

ETE - Estação de Tratamento de Esgoto

UCs - Unidades de conservação

ETA - Estação de Tratamento de Água

CEPA - Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola

MDEP - Maine Department of Environmental Protection

PNEA - Política Nacional de Educação Ambiental

PRONEA - Programa Nacional de Educação Ambiental

COEA/MC - Coordenação da Educação Ambiental era do Ministério da Educação

PEMA - Política Estadual do Meio Ambiente de São Paulo

## 1 - Apresentação

O Consórcio denominado Keyassociados/TCA/VM, constituído pelas empresas Key Consultoria e Treinamento Ltda, inscrita nº CNPJ/MF nº 03.006.106/0001-90; TCA Soluções e Planejamento Ambiental LTDA EPP, inscrita no CNPJ/MF nº 10.245.713/0001-79; e VM Engenharia de Recursos Hídricos LTDA EPP, inscrita no CNPJ/MF nº 04.247.647/0001-54, devidamente inscrito no Cadastro Geral de Contribuintes do Ministério da Fazenda - CNPJ/MF sob nº 26.734.419/0001-60, com sede na Avenida Paulista, 2439 - 13º andar - Bela Vista - CEP: 01310-300 - São Paulo - SP, apresenta o **Plano Diretor de Macrodrrenagem Rural do Município de Tatuí-SP**, elaborado de acordo com o Anexo I - Termo de Referência para Elaboração de Planos Diretores Municipais de Macrodrrenagem Rural na Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba e Médio Tietê, da Concorrência Pública 002/2016, objeto de convênio celebrado entre o Consórcio de Estudos, Recuperação e Desenvolvimento da Bacia dos Rios Sorocaba e Médio Tietê - **CERISO** e o Fundo Estadual de Recursos Hídricos - **FEHIDRO** (empreendimento FEHIDRO 2014-SMT-COB-109), referente à "**Elaboração de 23 (vinte e três) Planos Diretores de Macrodrrenagem Rural na Bacia Hidrográfica dos Rios Sorocaba e Médio Tietê**", para os seguintes municípios: Alambari, Alumínio, Anhembi, Araçariguama, Araçoiaba de Serra, Bofete, Boituva, Cabreúva, Cerquilho, Ibiúna, Iperó, Capela do Alto, Laranjal Paulista, Pereiras, Piedade, Porangaba, Sarapuí, Sorocaba, Porto Feliz, Tatuí, Tietê, São Manuel e Votorantim.

Estamos à disposição de V.S as para eventuais esclarecimentos.

São Paulo, 30 de Outubro de 2018.

---

**Consórcio Keyassociados - TCA - VM**

**Eng. Civil Gentil Balzan**

**Responsável Técnico**

**CREA SP Nº 0601512472**

---

**Consórcio Keyassociados - TCA - VM**

**Eng. Civil Marcelo Malheiros Duclerc Verçosa**

**CREA SP Nº 0600416758**

## 2 - Introdução

O Plano Municipal de Macrodrenagem Rural constitui-se de um instrumento para auxílio da gestão rural municipal, com base na inserção dessas áreas no contexto da bacia hidrográfica, contemplando de forma conjunta o planejamento e a gestão dos recursos hídricos associados aos rios Sorocaba e Médio Tietê.

Visando contemplar os aspectos da conservação dos recursos hídricos e da manutenção das estradas rurais, este Plano converge para a contenção da erosão como medida de gestão da área rural. Nestes termos, a erosão é vista como um problema mundial que assola, sobretudo, países em desenvolvimento.

A erosão caracteriza-se como um processo físico, com origem facilitada pela ação antrópica ou natural, que ocasiona o transporte do solo em decorrência da falta de cobertura vegetal. A água e o vento são os principais agentes da erosão e, em condições de alta pluviometria, facilita o desprendimento, arraste e deposição de partículas do solo. Assim, a prática agrícola e as demais atividades da área rural devem ser realizadas com práticas de manejo corretas que favoreçam a conservação da água e do solo.

Nessa perspectiva, este Plano tem como objetivo mitigar efeitos das chuvas intensas que assolam de forma devastadora diversos pontos do município, causando prejuízos como destruição de pontes e aterros de travessias, danificando vários locais do sistema viário rural, como, a destruição das estradas, formação de erosões na área agropecuária e assoreamento em vários cursos d'água, gerando grandes transtornos à sua população.

O Plano visa também, identificar, caracterizar e diagnosticar os problemas com a erosão rural, principalmente nas atividades agropecuárias, bem como, apresentar propostas e definir ações estruturais e não estruturais de controle de erosão e de cheias, sejam estas de curto, médio e longo prazo, contribuindo para a redução progressiva da frequência, intensidade e a gravidade das ocorrências de enchentes do município.

Os estudos de diagnóstico e prognóstico apresentam a caracterização das área rural contida na Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Sorocaba e Médio Tietê (UGRHI-10). O diagnóstico indica as condições físicas, biológicas e socioeconômicas do município, oferecendo o conhecimento necessário dos aspectos municipais para as intervenções a respeito da drenagem rural. Além disso, apresenta-se o levantamento dos pontos críticos de erosão, o cadastramento, a atualização e a classificação das estradas vicinais rurais e os sistemas de drenagem.

Oportunamente, o prognóstico aborda a importância, estratégias de intervenção, manutenção e medidas propostas para o controle da erosão. Indica ainda, obras de drenagem superficial e opções de recuperação de áreas degradadas identificadas.

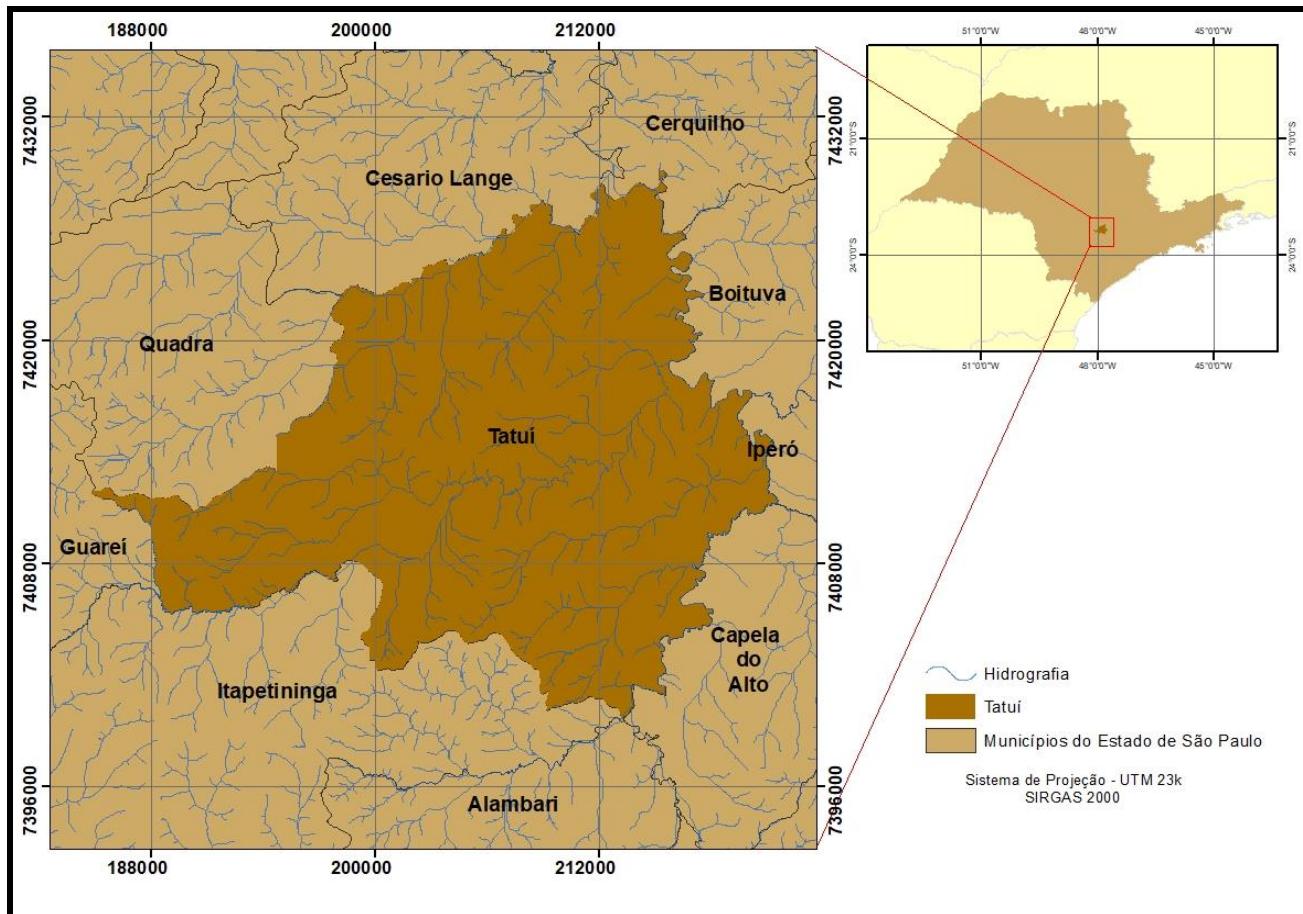
Portanto, este documento técnico torna-se um importante suporte para o planejamento do meio rural, capaz de subsidiar as prioridades para a realização de obras, práticas de recuperação e ações de conservação dos recursos hídricos municipal que integram a UGRHI 10 no Estado de São Paulo.

### 3 - Caracterização e diagnóstico do município

O município de Tatuí está situado na Região Metropolitana de Sorocaba, na mesorregião de Itapetininga, nas coordenadas geográficas sexagesimais - Latitude: 23° 21'20" Sul / Longitude: 47° 51'25"Oeste. Limita-se com os municípios de Cesário Lange, Cerquilho, Itapetininga, Alambari, Boituva, Iperó, Capela do Alto, Guareí e Quadra (Figura 1). Distante a 131 km da capital do estado de São Paulo, tendo as seguintes rodovias de acesso ao município as rodovias estaduais SP 129 – Rodovia Vicente Palma e SP 141 – Rodovia Senador Laurindo Dias Minhoto.

O município está localizado na região centro oeste da Bacia Hidrográfica dos Rios Sorocaba e Médio Tietê, denominada de 10ª Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (UGRHI 10) e abrange uma área territorial correspondente a 524,60 km<sup>2</sup>.

**Figura 1 – Localização do município de Tatuí.**



### 3.1 - Histórico de ocupação

Os bandeirantes, indo para o Sul, foram os primeiros a passarem por suas terras, movidos pelo ímpeto desbravador e explorador. Em busca de tesouros, expulsaram os indígenas que mantinham suas tribos no encontro entre os rios Sorocaba e Tatuvú (hoje bairro da Barreira), local onde havia o cemitério dos primeiros habitantes da região.

A partir da fundação do povoado de Nossa Senhora Del Popolo, em Araçoiaba da Serra, estruturado a partir da implantação da fábrica de ferro, em 1682, foi desmembrado a faixa de terra hoje pertencente à cidade. A gleba foi concedida aos frades do Convento do Carmo de Itu, em 10 de novembro de 1609. Anos mais tarde, os frades se dividiram em dois grupos, um com sede próxima à freguesia de São João do Benfica e outro em um casarão em frente à Estação Sorocabana - unidade que seria mais tarde transferida para a Avenida Salles Gomes.

As terras seriam mais tarde arrendadas a Antonio Xavier de Freitas e Jeronymo Antonio Fiuza, sertanejos que aqui se estabeleceram. Tendo plenos poderes adquiridos por procuraçao, sobre as terras do Brigadeiro Manoel Rodrigues Jordão, os dois sertanejos transferiram o povoado de São João do Benfica para o local onde hoje é Tatuí.

No princípio do século XIX, com a fundação da Usina de São João de Ipanema, em 1810 ? a primeira fábrica de ferro da América Latina - uma ordem régia proibiu o corte de madeira que não fosse exclusivo à atividade ? fato que fez aumentar significativamente o número de moradores de Tatuhu, que passaram a se dedicar à agricultura.

Finalmente, em 11 de agosto de 1826 deu-se início à divisão de terras através de Brigadeiro Manoel Rodrigues Jordão. Com a demarcação do rocio, ocorreu então o arruamento da Rua 11 de Agosto.

A origem da palavra Tatuí vem do Tupi-Guarany e significa "Água do Rio do Tatu". Passou por diversas grafias diferentes, Tatuuuvú, Tatuhú, Tatuhibi, Tatuy, Tatuhý, até chegar à forma atual (PREFEITURA DE TATUÍ, 2017).

#### Formação Administrativa

Distrito criado com a denominação de Tatuí, por Alvará de 05-03-1822, no município de Itapetininga.

Elevado à categoria de município com a denominação de Tatuí, pela Lei Provincial n.º 12, de 13-02-1844, desmembrado do município de Itapetininga. Sede no antigo distrito de Tatuí. Constituído do distrito sede. Instalado em 17-08-1844.

Elevado à condição de cidade com a denominação de Tatuí, pela Lei Provincial n.º 13, de 20-07-1861.

Pela Lei Provincial n.º 12, de 06-02- 1885, é criado o distrito de Bela Vista e anexado ao município de Tatuí.

Pela Lei Estadual n.º 1.137, de 24-10-1908, é criado o distrito de Cesário Lange (ex-localidade Capela de Passa Três) e anexado ao município de Tatuí.

Em divisão administrativa referente ao ano de 1911, o município é constituído de 3 distritos: Tatuí, Bela Vista e Cesário Lange.

Pela Lei Estadual n.º 1.346, de 18-12-1912, é criado o distrito de Quadra e anexado ao município de Tatuí.

Pela Lei Estadual n.º 1.658, de 04-11-1919, o distrito de Bela Vista tomou o nome de Porangaba.

Nos quadros de apuração do recenseamento geral de 1-IX-1920, o município é constituído de 4 distritos: Tatuí, Cesário Lange, Porangaba (ex-Bela Vista) e Quadra.

Pela Lei Estadual n.º 1.896, de 20-11-1922, é criado o distrito de Torres de Pedra e anexado ao município de Tatuí.

Pela Lei Estadual n.º 2.444, de 26-12-1927, é desmembrado do município de Tatuí o distrito de Porangaba. Elevado à categoria de município.

Em divisão administrativa referente ao ano de 1933, o município é constituído de 3 distritos: Tatuí, Cesário Lange e Quadra.

Pelo Decreto-lei n.º 6.530, de 03-07-1934, Tatuí adquiriu o território do extinto município de Guareí, como simples distrito.

Em divisão territorial datada de 31-XII-1936, o município é constituído de 4 distritos: Tatuí, Cesário Lange, Guareí e Quadra.

Pelo Decreto-lei Estadual n.º 2.695, de 05-11-1936, é desmembrado do município de Tatuí o distrito de Guareí. Elevado à categoria de município.

Em divisão territorial datada de 31-XII-1937, o município é constituído de 3 distritos: Tatuí, Cesário Lange e Quadra.

Assim permanecendo em divisão territorial datada de 1-VII-1955.

Pela Lei Estadual n.º 5.285, de 18-02-1959, é desmembrado do município de Tatuí o distrito de Cesário Lange. Elevado à categoria de município.

Em divisão territorial datada de 1-VII-1960, o município é constituído de 2 distritos: Tatuí e Quadra.

Assim permanecendo em divisão territorial datada de 1988.

Pela Lei Estadual n.º 8.550, de 30-12-1993, é desmembrado do município de Tatuí o distrito de Quadra. Elevado à categoria de município.

Em divisão territorial datada de 2001, o município é constituído do distrito sede.

Assim permanecendo em divisão territorial datada de 2009. (IBGE Cidades, 2017).

### 3.2 - Aspectos populacionais

Os dados populacionais foram coletados através do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) segundo o censo demográfico de 2010 e através da Fundação Sistema Estadual de Análises de Dados (SEADE) segundo o ano de 2016. A Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População compreende o período 2010/2017. Os dados agrícolas municipais foram levantados através do Levantamento Censitário das Unidades de Produção Agropecuária (LUPA) que produz dados atualizados da agropecuária paulista através do último Censo Agrícola realizado em 2008 e através da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI).

O município de Tatuí apresentou uma população de 107.326 habitantes no Censo IBGE de 2010, com uma população total estimada em 2016 em 115.049 habitantes, sendo 111.079 habitantes de população urbana e 3.970 de população rural. A projeção populacional do município para o ano de 2050 é de 137.969 habitantes, sendo que a quantidade de população urbana será de 136.272 e de população rural de 1.697 (Tabela 1).

**Tabela 1 – Projeção populacional até o ano de 2050 para Tatuí**

Ano	Urbana	Rural	Total
2025	122.725	2.891	125.616
2030	127.519	2.490	130.009
2035	131.157	2.193	133.350
2040	133.740	1.975	135.715
2045	135.360	1.814	137.174
2050	136.272	1.697	137.969

Fonte: SEADE (2017).

A taxa geométrica de crescimento anual da população foi estimada em 1,17% apresentando a 12ª posição em relação aos municípios da UGRHI 10, sendo que o município de Araçariguama (2,23%) apresentou a 1ª posição e Piedade (0,26%) a última classificação. O grau de urbanização foi definido em 96,55% colocando o município na 4ª posição, sendo que Araçariguama apresentou a 1ª (100%) e Ibiúna (36,14%) a última posição entre os municípios da UGRHI 10. Já a densidade demográfica foi de 222,04 hab./km<sup>2</sup> apresentando a 3ª colocação, enquanto Sorocaba (1415,33 hab./km<sup>2</sup>) e Anhembi (8,64 hab./km<sup>2</sup>) apresentou a primeira e última posição entre os municípios da UGRHI 10, respectivamente.

### 3.4. Aspectos socioeconômicos

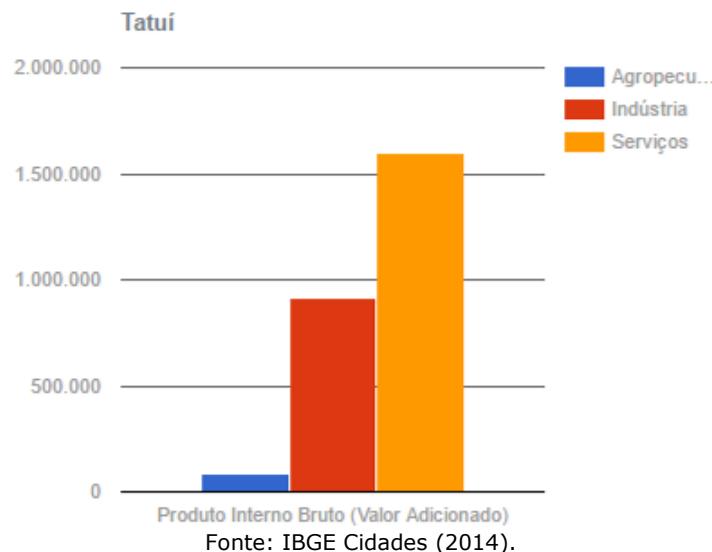
A economia do município de Tatuí apresenta sua renda baseada em serviços, indústria e agropecuária com um Produto Interno Bruto (PIB) de 1.598.078, 912.363 e 84.689, respectivamente (Tabela 2 e Figura 2). Em 2015, tinha 70,8% do seu orçamento proveniente de fontes externas. Em comparação aos outros municípios do estado, estava na posição 481 de 645.

**Tabela 2 – Produto Interno Bruto de Tatuí**

Produto Interno Bruto (Valor Adicionado)			
Variável	Tatuí	São Paulo	Brasil
Agropecuária	84.689	11.265.005	105.163.000
Indústria	912.363	193.980.716	539.315.998
Serviços	1.598.078	406.723.721	1.197.774.001

Fonte: IBGE Cidades (2014).

**Figura 2 – Produto Interno Bruto de Tatuí.**



Quanto à estratificação de áreas agrícolas, os dados do Censo Agropecuário informam um total de 1016 Unidades de Produção Agrícola (UPAs), sendo que as menores encontram-se de 0 a 10 ha, equivalendo a 39,17% destas UPAs e a 5,98% da sua área total agrícola. As maiores UPAs encontram-se entre 1000 a 2000 ha, representando 0,10% destas e 3,63% da área total, conforme Tabela 3.

**Tabela 3 - Estratificação das áreas agrícolas**

Extrato – ha	UPAs		Área total	
	Nº	%	ha	%
0 a 10	398	39,17%	2278,30	5,98%
10 a 20	212	20,87%	3180,30	8,35%
20 a 50	212	20,87%	6793,30	17,83%
50 a 100	107	10,53%	7456,40	19,57%
100 a 200	57	6%	8091,90	21%
200 a 500	27	2,66%	7689,30	20,18%
500 a 1000	2	0,20%	1230,80	3,23%
1000 a 2000	1	0,10%	1383,00	3,63%
Total	1016	100%	38103,30	100%

Fonte: LUPA – CATI/SAA (2008).

Os dados do censo agrícola identificaram os percentuais de uso do solo em UPAS para o município, conforme Tabela 4. O maior percentual de atividades nas UPAS refere-se às culturas temporárias e pastagens. Os menores respondem por área de descanso e vegetação de brejo e várzea.

**Tabela 4 - Quantitativo de uso e ocupação do solo nas UPAS**

Descrição do uso do solo	Nº de UPAs	Área (ha)	%
Cultura Perene	32	841,80	2,21%
Cultura temporária	367	15.039,80	39,47%
Pastagens	852	16.526,30	43,37%
Reflorestamento	48	223,20	0,59%
Vegetação Natural	666	2.980,10	7,82%
Vegetação de brejo e várzea	71	202,50	0,53%
Área em descanso	49	507,90	1,33%
Área complementar	899	1.781,70	4,68%

Fonte: LUPA – CATI/SAA (2008).

Quanto as culturas agrícolas das UPAS, a Tabela 5 revela um maior quantitativo de braquiária, seguido de produção de cana-de-açúcar e de milho. Os menores respondem pela produção de café, fruta-doconde e outras leguminosas para pastagem.

**Tabela 5 - Quantitativo de tipo de culturas agrícolas nas UPAS**

CULTURA	N. DE UPAs	MÍNIMO	MÉDIA	MÁXIMO	TOTAL
Braquiária	757	0,3	19,6	210,0	14.807,7
Cana-de-açúcar	176	0,2	54,4	994,8	9.576,4
Milho	196	0,3	23,5	621,9	4.611,4
Outras gramíneas para pastagem	70	0,3	13,1	121,0	920,2
Laranja	8	0,5	70,6	251,0	584,7
Gramas	20	1,2	28,0	189,0	559,2
Feijão	10	4,8	32,1	91,0	321,0
Grama em Placas	4	5,0	72,1	121,0	288,3
Outras culturas temporárias	6	24,0	41,2	77,0	247,1
Eucalipto	46	0,1	4,5	45,0	209,0
Capim-napier (ou capim-elefante)	11	1,0	14,0	49,8	154,4
Banana	5	5,0	14,3	32,0	71,3
Tangerina	3	2,2	22,5	62,0	67,4
Outros viveiros	2	12,4	30,9	49,4	61,8
Colonião	7	2,8	8,0	16,2	55,8
Mandioca	8	0,1	5,5	14,0	43,9
Soja	1	40,0	40,0	40,0	40,0
Batata-inglesa (ou batata, ou batatinha)	1	29,0	29,0	29,0	29,0
Capim-jaragua	4	4,7	7,0	9,4	28,0
Melancia	3	2,4	6,5	12,1	19,4
Abóbora (ou jerimum)	4	1,0	3,8	7,0	15,2
Outras florestais	1	13,7	13,7	13,7	13,7
Outras frutíferas	3	2,4	4,4	8,5	13,3
Pomar doméstico	9	0,1	0,3	0,8	2,9
Horta doméstica	2	0,1	1,3	2,4	2,5
Outras oleícolas	1	2,4	2,4	2,4	2,4
Brócolos (ou brócolis)	2	0,1	0,7	1,2	1,3
Café	1	1,2	1,2	1,2	1,2
Fruta-do-conde (ou pinha, ou anona)	1	1,0	1,0	1,0	1,0
Outras leguminosas para pastagem	1	1,0	1,0	1,0	1,0

Fonte: LUPA – CATI/SAA (2008).

Segundo a Tabela 6, o quantitativo de atividade agropastoril das UPAS revela uma maior produção de avicultura para corte e avicultura para ovos. Já a carcinocultura e os asininos e muares representam as menores áreas produtivas do município. Outras taxas de ocupação podem ser visualizadas na mesma tabela.

**Tabela 6 - Quantitativo de atividade agropastoril**

ITEM	UNIDADE	N. DE UPAs	MÍNIMO	MÉDIA	MÁXIMO	TOTAL
Bovinocultura de corte	cabeças	57	3,0	64,1	258,0	3.653,0
Bovinocultura de leite	cabeças	58	2,0	37,3	298,0	2.166,0
Bovinocultura mista	cabeças	540	1,0	29,6	350,0	15.991,0
Bubalinocultura	cabeças	3	7,0	9,3	11,0	28,0
Apicultura	colmeias	-	-	-	-	-
Asininos e muares	cabeças	3	1,0	1,3	2,0	4,0
Avestruz e ema	cabeças	-	-	-	-	-
Avicultura de corte	cab./ano	39	2,0	97.872,2	400.000,0	3.817.014,0
Avicultura ornamental/decorativa/exótica	cabeças	5	10,0	22,0	30,0	110,0
Avicultura para ovos	cabeças	15	20,0	51.449,7	450.000,0	771.745,0
Capivaras	cabeças	-	-	-	-	-
Caprinocultura	cabeças	2	5,0	6,5	8,0	13,0
Carcinocultura	pós-larvas	1	8,0	8,0	8,0	8,0
Codornicultura	cabeças	-	-	-	-	-
Cunicultura	cabeças	-	-	-	-	-
Equinocultura	cabeças	190	1,0	5,8	188,0	1.104,0
Helicicultura	viveiros	-	-	-	-	-
Jacarés	cabeças	-	-	-	-	-
Javalis	cabeças	-	-	-	-	-
Minhocultura	canteiros	-	-	-	-	-
Míticulatura	viveiros	-	-	-	-	-
Ovinocultura	cabeças	15	2,0	80,9	800,0	1.214,0
Piscicultura, área de tanques	m2	-	-	-	-	-
Ranicultura	girinos/ano	-	-	-	-	-
Sericicultura (larvas)	gramas/ano	-	-	-	-	-
Suinocultura	cabeças	14	1,0	19,9	70,0	279,0
Outra exploração animal	cabeças	-	-	-	-	-

Fonte: LUPA – CATI/SAA (2008).

## 3.4 -Aspectos legais e institucionais

### 3.4.1 - Aspectos legais

O município de Tatuí não possui legislação específica sobre a temática de macrodrenagem rural e/ou de controle do erosão rural que normatiza as atividades associadas a esta temática. Contudo, há legislações que incidem indiretamente sobre as questões de macrodrenagem do município, tais como as Lei Orgânica n. 2.156 instituída em 05 de abril de 1990, o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, segundo a Lei Municipal n. 3.885 de 18 de outubro de 2006 e a Lei de Zoneamento Urbano, por meio da Lei municipal n. 4.228 foi instituída em 27 de julho de 2009, que regula todo e qualquer uso de terrenos no território municipal.

A legislação federal que trata de associados aos aspectos de macrodrenagem rural e matérias afins, como o ordenamento territorial e a proteção ambiental está elencadas no Quadro 1 a seguir.

**Quadro 1 - Legislação federal relativa à macrodrenagem rural e matérias afins.**

<b>Dispositivo legal</b>	<b>Descrição</b>
Lei Federal nº 5.764, de 16 de dezembro de 1971	Institui a Política Nacional de Cooperativismo e o regime jurídico das sociedades cooperativistas, e dá outras providências.
Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
Lei Complementar nº 63, de 11 de janeiro de 1990	Dispõe sobre critérios e prazos de crédito das parcelas do produto da arrecadação de impostos de competência dos Estados e de transferências por estes recebidos, pertencentes aos Municípios, e dá outras providências
Lei Federal nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995	Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previstos no art. 175 da Constituição Federal.
Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997	Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
Lei Federal nº 9.795, de 27 de abril de 1999	Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.
Lei Complementar nº 101, de 04 de maio de 2000	Estabelece normas de finanças públicas voltadas para a responsabilidade na gestão fiscal e dá outras providências.
Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001 - Estatuto das Cidades	Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.
Lei Federal nº 11.107, de 06 de abril de 2005 – Lei de Consórcios Públicos	Dispõe sobre normas gerais de contratação de consórcios públicos realizados entre a união e os estados, ou estados e municípios e dá outras providências. Regulamentada pelo Decreto nº 6.017, de 17 de janeiro de 2007.
Lei Federal nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007 - Política Nacional de Saneamento Básico	Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.
Lei Federal nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009	Institui a Política Nacional sobre Mudanças Climáticas - PNMC e dá outras providências.
Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

<b>Dispositivo legal</b>	<b>Descrição</b>
Lei Complementar Federal nº 140, de 08 de dezembro de 2011	Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora.
Lei Federal nº 13.249, de 13 de janeiro de 2016	Plano Plurianual (PPA) Nacional 2016-2019.
Decreto Federal nº 7.217, de 21 de junho de 2010	Regulamenta a Lei nº 11.445/2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências.
Decreto Federal nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010	Regulamenta os artigos 6º, 11 e 12 da Lei nº 12.187/2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC).
Decreto Federal nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010	Regulamenta a Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências.
Instrução Normativa nº 14, de 30 de maio de 2014 - Ministério das Cidades.	Regulamenta as disposições e os procedimentos relativos ao enquadramento e a habilitação de propostas para a contratação de operações de crédito de saneamento, utilizando-se de excepcionalidade prevista no art. 9º da Resolução CMN nº 2.827, de 30 de março de 2001

As leis estaduais e outros dispositivos legais no âmbito estadual que tratam de aspectos associados à macrodrenagem rural e de matérias afins, como o ordenamento territorial, a proteção ambiental e a formação de consórcios estão elencadas no Quadro 2.

**Quadro 2 - Legislação estadual relativa à macrodrenagem rural e matérias afins**

<b>Dispositivo legal</b>	<b>Descrição</b>
Lei nº 997, de 31 de maio de 1976 e Decreto nº 8.468, de 08 de setembro de 1976 Decreto alterado pelo: - Decreto nº 15.425, de 23/07/1980; - Decreto Nº 39.551, de 18/11/1994; - Decreto nº 43.594, de 27/10/1998; - DECRETO nº 48.523, de 02/03/2004; - Decreto nº 50.753, de 28/04/2006; - DECRETO Nº 52.469, de 12/12/2007; - Decreto nº 54.645, de 05/08/2009.	Dispõe sobre o controle da poluição do Meio Ambiente.
Constituição Estadual de 5 de outubro de 1989.	Constituição Estadual do Estado de São Paulo.
Memorando Cetesb nº 11, de 07 de março de 1997	Estabelece a obrigatoriedade da emissão de CADRI para todos os tipos de resíduos prioritários.
Lei nº 9.509, de 20 de março de 1997	Política Estadual do Meio Ambiente.
Lei nº 9.866, de 28 de novembro de 1997	Dispõe sobre diretrizes e normas para a proteção e recuperação das bacias hidrográficas dos mananciais de interesse regional do Estado de São Paulo e dá outras providências.

<b>Dispositivo legal</b>	<b>Descrição</b>
Lei nº 10.888, de 20 de setembro de 2001	Dispõe sobre o descarte final de produtos potencialmente perigosos do resíduo urbano que contenham metais pesados e dá outras providências.
Lei nº 12.300 de 16 de março de 2006	Política Estadual de Meio Ambiente.
Lei nº 12.684, de 26 de julho de 2007	Proíbe o uso, no Estado de São Paulo de produtos, materiais ou artefatos que contenham quaisquer tipos de amianto ou asbesto ou outros minerais que, accidentalmente, tenham fibras de amianto na sua composição. Fica proibido, a partir de 1º de janeiro de 2008, o uso, no Estado de São Paulo, de produtos, materiais ou artefatos que contenham quaisquer tipos de amianto ou asbesto. - Entende-se como amianto ou asbesto a forma fibrosa dos silicatos minerais pertencentes aos grupos de rochas metamórficas das serpentinas, isto é, a crisotila (asbesto branco), e dos anfibólios, entre eles, a actinolita, a amosita (asbesto marrom), a antofilita, a crocidolita (asbesto azul), a tremolita ou qualquer mistura que contenha um ou vários destes minerais.
Lei nº 12.780, de 30 de novembro de 2007	Institui a Política Estadual de Educação Ambiental.
Lei nº 13.577, de 08 de julho de 2009 Regulamentada pelo: Decreto nº 59.263, de 05 de junho de 2013.	Dispõe sobre diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas, e dá outras providências correlatas.
Lei nº 13.798 de 09 de novembro de 2009	Política Estadual de Mudanças Climáticas
Lei nº 14.470, de 22 de junho de 2011	Dispõe sobre a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública estadual, na forma que especifica.
Lei nº 14.691, de 06 de janeiro de 2012	Dispõe sobre o uso de asfalto enriquecido com borracha proveniente da reciclagem de pneus inservíveis na conservação das estradas estaduais, nas condições que especifica. Na conservação das estradas estaduais será utilizado, sempre que possível, asfalto enriquecido com borracha pulverizada proveniente da reciclagem de pneus inservíveis.
Lei nº 12.300, de 16 de março de 2006 e Decreto nº 54.645, de 05 de agosto de 2009 Alterada pelo Decreto nº 57.817, de 28 de fevereiro de 2012	Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes.
Decreto nº 58.107, de 05 de junho de 2012	Instituiu a Estratégia para o Desenvolvimento Sustentável do Estado de São Paulo 2020.
Lei nº 15.684, de 14 de janeiro de 2015	Programa de Regularização Ambiental - PRA das propriedades e imóveis rurais (CAR).

### 3.4.2 - Aspectos institucionais para gestão da macrodrenagem rural

A gestão dos aspectos relacionados à macrodrenagem rural e do controle dos processos erosivos na zona rural está sob responsabilidade da Secretaria da Agricultura e Meio Ambiente. No entanto, não há legislação específica que dispõe sobre a gestão de macrodrenagem rural, sendo as atividades de fiscalização, gestão e manutenção da drenagem rural realizada pela equipe técnica deste setor.

## 3.5 - Clima e pluviometria

Segundo a classificação climática proposta por Köeppen, a UGRHI 10 apresenta três tipos climáticos: clima úmido quente com inverno seco (Oeste da cidade de Sorocaba); clima quente úmido sem estação seca (próximo aos municípios de Ibiúna e Piedade); e o clima temperado úmido sem estação seca (próximo ao município de São Roque).

Conforme precipitações médias anuais históricas, observa-se na UGRHI 10 comportamento de distribuição das chuvas, com valores regionais em torno de 1.200mm. Mesmo se considerarmos os dados de precipitação pluviométrica, atualizados até 2004 e disponibilizados pelo DAEE, constata-se média histórica de 1.293,33mm, com as médias nas sub-bacias variando de 1.206,77 a 1.364,83mm.

O município de Tatuí apresenta a classificação climática do tipo Cwa, subtropical de inverno seco (com temperaturas inferiores a 18°C) e verão quente (com temperaturas superiores a 22°C).

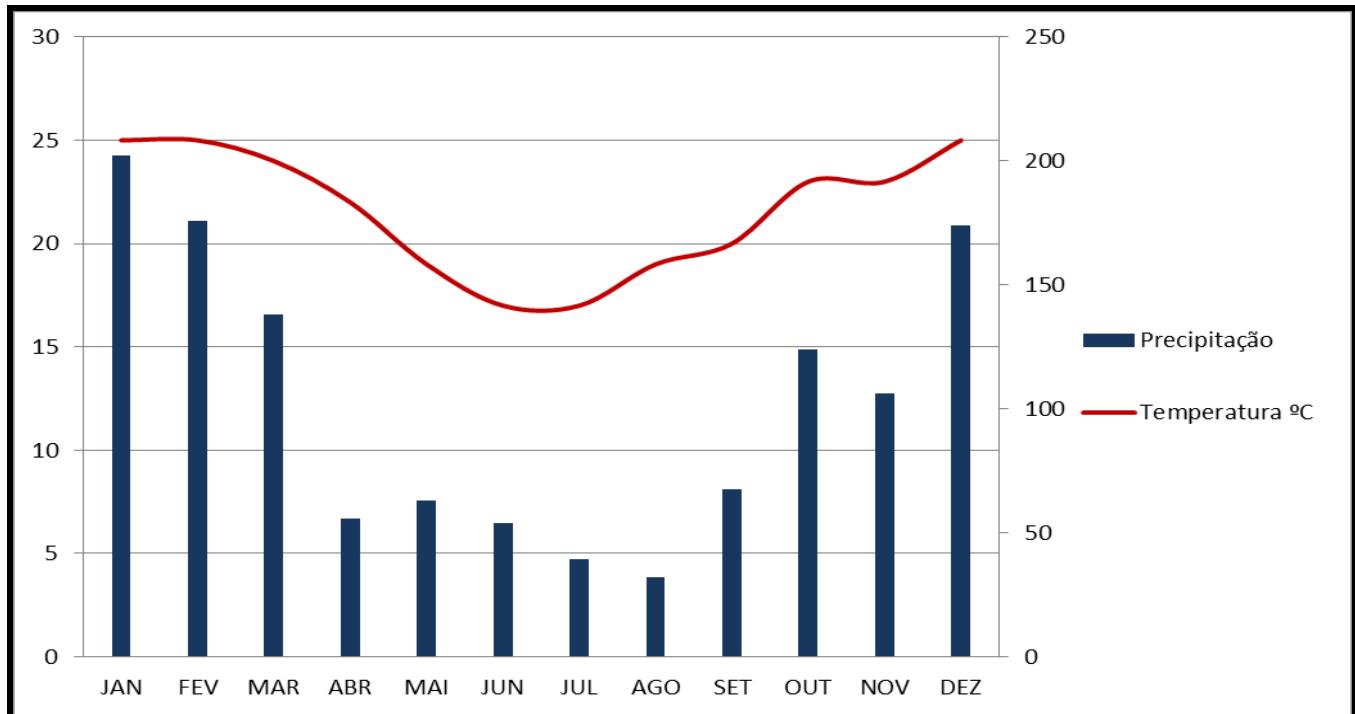
A precipitação média mensal de acordo com a série de normais climatológicas do período de 1961 a 1990 computadas pelo INMET em 1992, foram disponibilizados pelo Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura (CEPAGRI) e variam de 32,3 mm no período seco a 202,3 mm no período úmido conforme Tabela 7.

**Tabela 7 – A precipitação média e temperatura para Tatuí**

MÊS	TEMPERATURA DO AR (°C)			CHUVA (mm)
	mínima média	máxima média	média	
JAN	20	31	25	202,3
FEV	19	31	25	175,7
MAR	18	31	24	138
ABR	15	29	22	55,7
MAI	12	26	19	62,8
JUN	10	25	17	53,7
JUL	9	25	17	39,5
AGO	11	27	19	32,3
SET	13	27	20	67,7
OUT	16	29	23	123,8
NOV	17	30	23	106,1
DEZ	18	31	25	174

Fonte: CEPAGRI (2017).

A Figura 3 apresenta o climograma da série de precipitação e temperatura do município que permite verificar a sazonalidade climática local, referente ao período de 1961 a 1990 computadas pelo INMET em 1992.

**Figura 3 – Precipitação média e temperatura média para Tatuí.**

Fonte: CEPAGRI (2017).

### 3.6 - Cartografia básica de apoio

A construção da base cartográfica de apoio consistiu da montagem e organização das informações originárias das folhas topográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em escala 1:50.000, editoradas e vetoriais do município. A base contém informações planimétricas de malha viária, área urbana, aglomerados rurais, localidades e pontos de erosão. As informações altimétricas contém curva de nível mestras e intermediárias e pontos cotados. Há um arquivo de imagem satélite do limite territorial do município.

A base cartográfica digital prévia do município, foi elaborada com o objetivo de reconhecimento e tomada de decisões relacionadas às abordagens metodológicas do estudo. Esta base foi construída através da vetorização de cartas topográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, em escala 1:50.000, de onde foram extraídas as informações planialtimétricas relativas ao limite dos municípios, à rede hidrográfica contendo basicamente rios, córregos e ribeirões com seus respectivos nomes usuais, além de represas e açudes, e rede viária.

Após a elaboração desta base, efetuou-se a retificação cartográfica relacionada as informações planialtimétricas extraídas das cartas topográficas, visando a atualização de informações relevantes ao escopo do trabalho, tais como - hidrografia, curvas de nível, malha viária e aglomerados urbanos na zona rural.

Para analisar as alterações na hidrografia local e na malha viária, foram utilizadas imagens de satélite multiespectrais com resolução espacial de 2,5 metros e, complementarmente, as imagens disponibilizadas no software *Google Earth*. Os vetores extraídos das cartas topográficas do IBGE foram sobrepostos as imagens de satélite previamente tratadas, e foi verificada a concordância dos elementos gráficos que representam as

---

entidades hidrográficas e viárias da carta cartográfica (antiga) com as imagens de satélite (atual). Quando identificado alterações nas feições que representam uma nascente ou curso d'água, um açude ou represa, uma estrada ou uma rodovia, procedeu-se a sua retificação, com exclusão ou inclusão do elemento, e registro tanto do local no mapa bem como nos relatórios que compõe o estudo. Tal mapeamento possibilita uma análise panorâmica das alterações espaciais e temporal, bem como uma contribuição na elaboração do diagnóstico ambiental relacionadas as áreas de preservação permanente e nos estudos dos pontos críticos de assoreamento.

Com relação aos aglomerados urbanos na zona rural, foram realizados dois procedimentos analíticos. O primeiro foi semelhante ao executado para retificação da hidrografia e da malha viária para os pequenos aglomerados urbanos localizados na zona rural. Já áreas urbanas consolidadas de maior importância, foram retificadas por meio de técnicas de sensoriamento remoto resultantes do processo de interpretação semi-automático por meio de técnicas de processamento digital de imagens. Este item está descrito no item - mapeamento de uso do solo e cobertura vegetal, visto que este produto abrange este tema.

Para a delimitação das bacias hidrográficas do município foram utilizadas as informações de hidrografia, as curvas de nível, as cotas altimétricas e o limite do município. Sobre estes elementos em tela no computador foi traçado o caminhamento dos divisores d'água inseridos dentro do limite territorial do município, mas não se restringindo a ele, tendo como geometria de orientação a cota de maior altitude e exultório do curso d'água principal e seus afluentes. Em seguida, foi realizada a classificação dos rios por ordem hierárquica e, quando se fez necessário, novas subdivisões foram realizadas dentro de uma mesma bacia, visando um melhor diagnóstico com vistas a análise hidrológica.

Por fim, a atualização da malha viária municipal constante na Mapa Planialtimétrico do IBGE (escala 1:50.000) foi feita com base nas imagens de satélite e no mapa de estradas municipais fornecido pela administração municipal.

As estradas municipais foram nomeadas de acordo com a nomenclatura / código adotada oficialmente pelo município.

A atualização, o cadastramento e a classificação das estradas vicinais rurais feito realizado através do caminhamento em todas as estradas rurais do município pela equipe de campo com equipamento de localização por GPS.

Foi organizado uma base cartográfica contendo: hidrografia (cursos d'água, lagos, lagoas, reservatórios e açudes, topônimos), curva de nível mestras e intermediárias, pontos cotados, imagem satélite, localidades, área urbana, malha viária e pontos críticos de erosão.

Após a montagem da base de dados do município, foi projetado no sistema de coordenadas Universal Transversa de Mercator – UTM, Datum horizontal SIRGAS2000 no fuso 23 Sul, conforme o padrão estabelecido pelo IBGE.

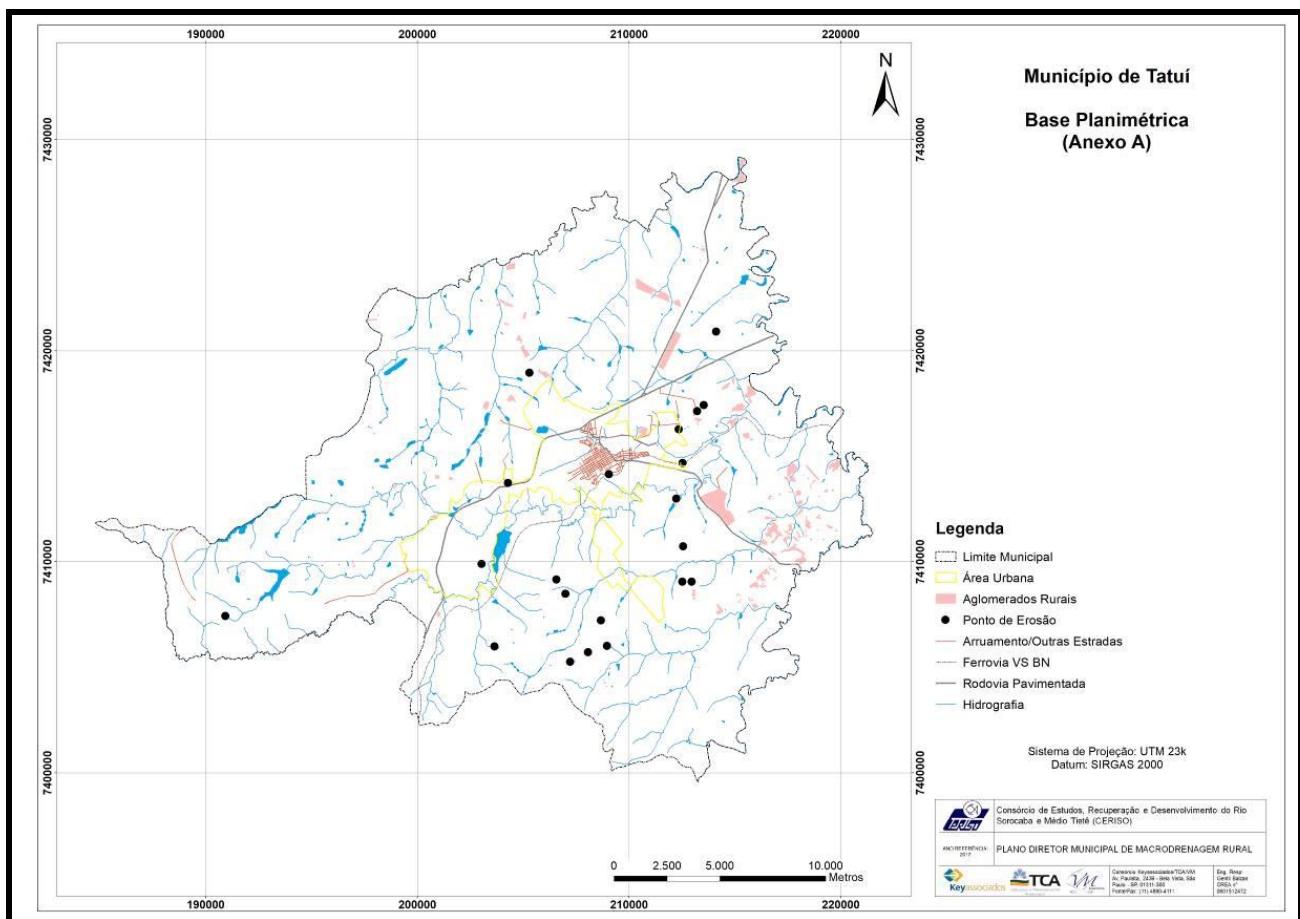
Os mapas temáticos foram gerados conforme rotinas de processamento dos dados planialtimétricos em ambiente do Sistema de Informações Geográficas (SIG) utilizando o software *ArcGis*, onde se procedeu a elaboração dos mapas de uso do solo e cobertura vegetal, Áreas de Preservação Permanente (APPs), segundo o Código Florestal Brasileiro, Unidades de Conservação conforme denominação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC, mapa do diagnóstico ambiental, hipsometria, declividade em graus e percentual, geologia, geomorfologia, pedologia, capacidade de uso das terras e vulnerabilidade à erosão.

Os arquivos finais resultantes dos trabalhos de mapeamento foram disponibilizados ao município, sendo os dados vetoriais (pontos, linhas e polígonos) estão apresentados no formato *shapefile*, enquanto os dados ao matriciais estão no formato *Geotiff* (imagens de satélite), ambos de amplo conhecimento e manipulação em todos os SIGs comerciais, gratuitos e de código aberto. Todos os dados foram nomeados de forma intuitiva e de fácil identificação ao tema representado.

A base planimétrica do município está apresentado no Figura 4. Devido ao montante de informações cartográficas, os dados altimétricos de curva de nível e pontos cotados não foram apresentados na Figura, porém encontram-se disponíveis na base de dados.

O município de Tatuí possui área total de 524,60 Km<sup>2</sup>, encontrando-se totalmente na UGRHI 10. Apresenta uma área urbana estimada em 48,75 Km<sup>2</sup> e aglomerados rurais correspondem a 7,06 km<sup>2</sup>. A malha viária é estimada em 625 km, sendo 527 km de arruamento, 51 km de rodovias e 47 km de ferrovias. A hidrografia é quantificada em 551,57 km, sendo identificadas 151 potenciais áreas de nascentes. Na Figura 4 é apresentada a base planimétrica de Tatuí.

**Figura 4 - Base Planimétrica de Tatuí.**

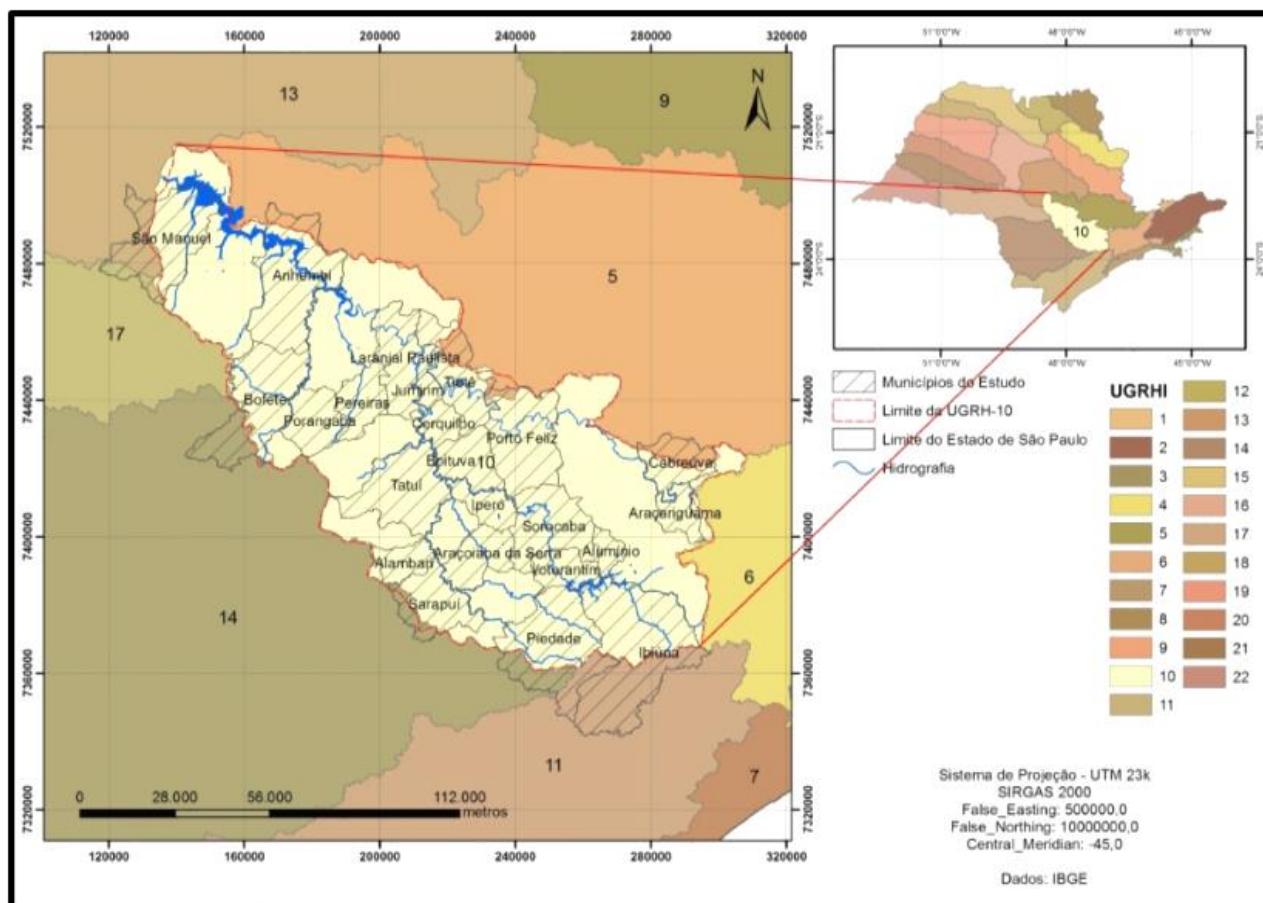


### **3.7. Hidrografia**

O município de Tatuí está localizado na região centro oeste da Bacia Hidrográfica dos Rios Sorocaba e Médio Tietê, denominada de 10ª Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (UGRHI 10) e abrange uma área territorial correspondente a 524,60 km<sup>2</sup>.

A Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - UGRHI 10 é constituída pela Bacia do Rio Sorocaba e de outros tributários do Rio Tietê, a montante no trecho compreendido entre a barragem do Rasgão, a jusante na barragem de Barra Bonita. Todos os corpos d'água da UGRHI 10 são de domínio estadual e recebem as águas do Alto Tietê (UGRHI 06), a Leste, e tem, a jusante (Noroeste), a UGRHI 13 (Tietê/Jacaré). As bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, que deságuam na margem direita do rio Tietê e constituem a UGRHI 05, são os limites Nordeste e Norte da UGRHI 10, enquanto que a Sul-Sudoeste e Noroeste são limites as bacias do Alto e Médio Paranapanema (UGRHIs 14 e 17, respectivamente) (Figura 5).

**Figura 5 - Localização do Município de Tatuí nas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos.**

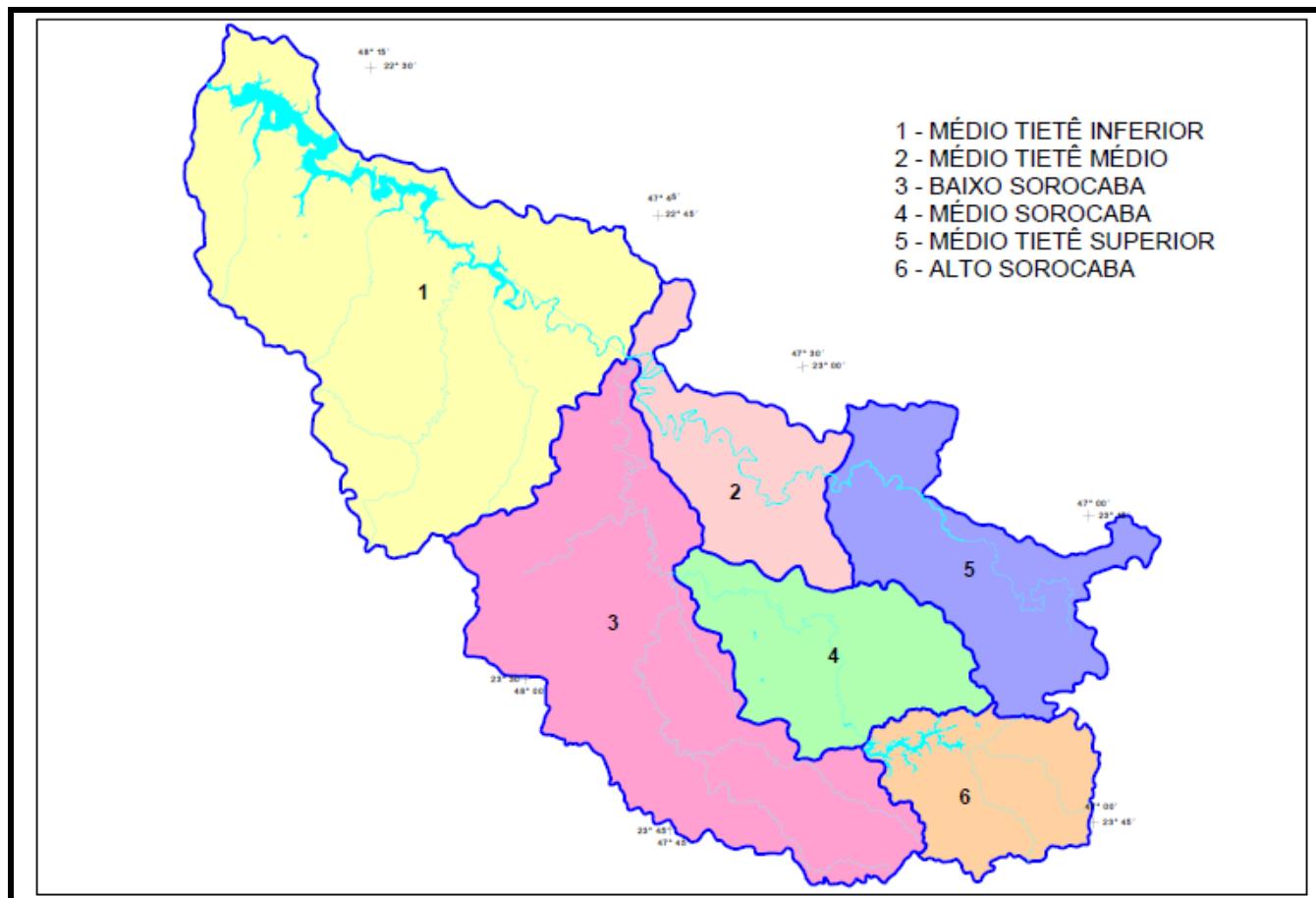


Fonte: Consórcio Key/TCA/VM.

A Bacia Hidrográfica dos Rios Sorocaba e Médio Tietê é composta por três sub-bacias que drenam para o Rio Tietê, e três sub-bacias que compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba, resultando em seis sub-bacias: Médio Tietê Inferior, Médio Tietê Médio e Médio Tietê Superior e Baixo Sorocaba, Médio Sorocaba e

Alto Sorocaba (Figura 6). O município de Tatuí está inserido na sub-bacia 3 - Baixo Sorocaba da UGRHI 10. O Quadro 3 apresenta a relação das referidas sub-bacias e as áreas correspondentes.

**Figura 6 - Localização das Sub-bacias da UGRHI 10.**



Fonte: IPT (2008).

**Quadro 3 - Relação das sub-bacias da UGRHI 10 e suas respectivas áreas (km<sup>2</sup>)**

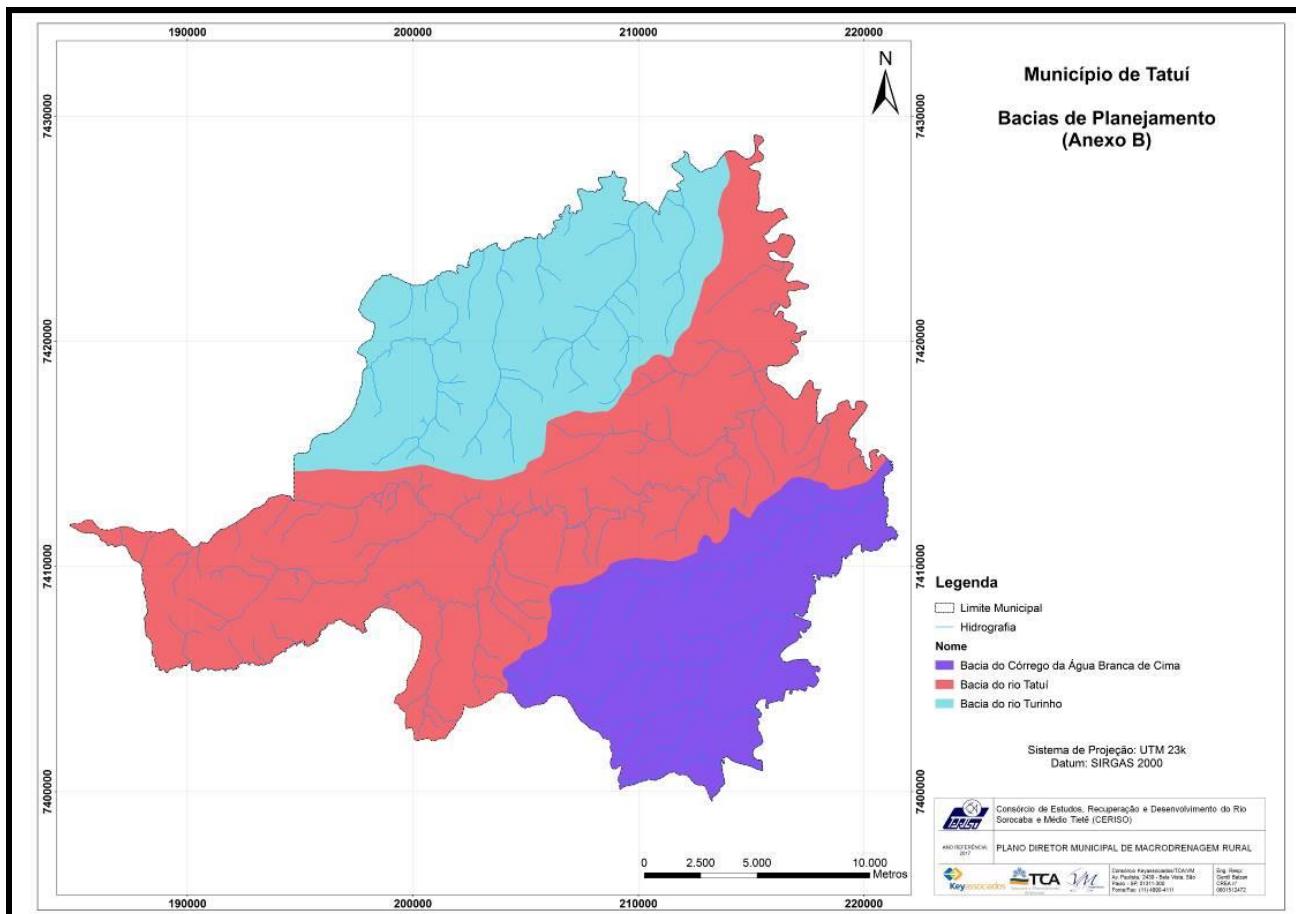
Nº	Sub-bacia	Área (km <sup>2</sup> )
1	Médio Tietê Inferior	4.141,332
2	Médio Tietê Médio	1.025,181
3	Baixo Sorocaba	3.136,384
4	Médio Sorocaba	1.212,364
5	Médio Tietê Superior	1.388,065
6	Alto Sorocaba	924,498
<b>Total da UGRHI</b>		<b>11.827,824</b>

Fonte: IPT (2008).

Os rios Tatuí e Sarapuí são os principais cursos hídricos do município, sendo estes utilizados como mananciais de abastecimento de água da cidade. Há ainda, o Rio Sorocaba, Ribeirão Turino e o Ribeirão Água Branca de Cima como afluentes de importância hídrica municipal. O Rio Sarapuí serve de limite entre Tatuí e Capela do Alto; e o Rio Sorocaba serve de limite entre Tatuí e Boituva e de Tatuí e Cerquilho.

Quanto às bacias de planejamento esses espaços subsidiarão a aplicação de ações para a recuperação de áreas suscetíveis no município. Foram delimitadas, conforme o perfil topográfico e a hidrografia, um total de três bacias, sendo elas: Bacia do Ribeirão Turino, Rio Tatuí e Córrego Água Branca de Cima (Figura 7). A bacia do rio Tatuí apresentou maior área territorial, equivalendo a 262,65 km<sup>2</sup>, devendo ser aquela com maior contribuição para o planejamento de áreas rurais no município. A bacia do Córrego Água Branca de Cima possui uma extensão territorial de 120,49 km<sup>2</sup>, correspondente a 22,97% de área do município na UGRHI, encontrando-se na região sudoeste do município (Tabela 8).

**Figura 7 - Bacias de planejamento de Tatuí.**



**Tabela 8 - Quantitativo de área territorial das bacias de planejamento**

Bacias de Planejamento	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Ribeirão Turino	141,44	26,96
Rio Tatuí	262,65	50,07
Córrego Água Branca de Cima	120,49	22,97

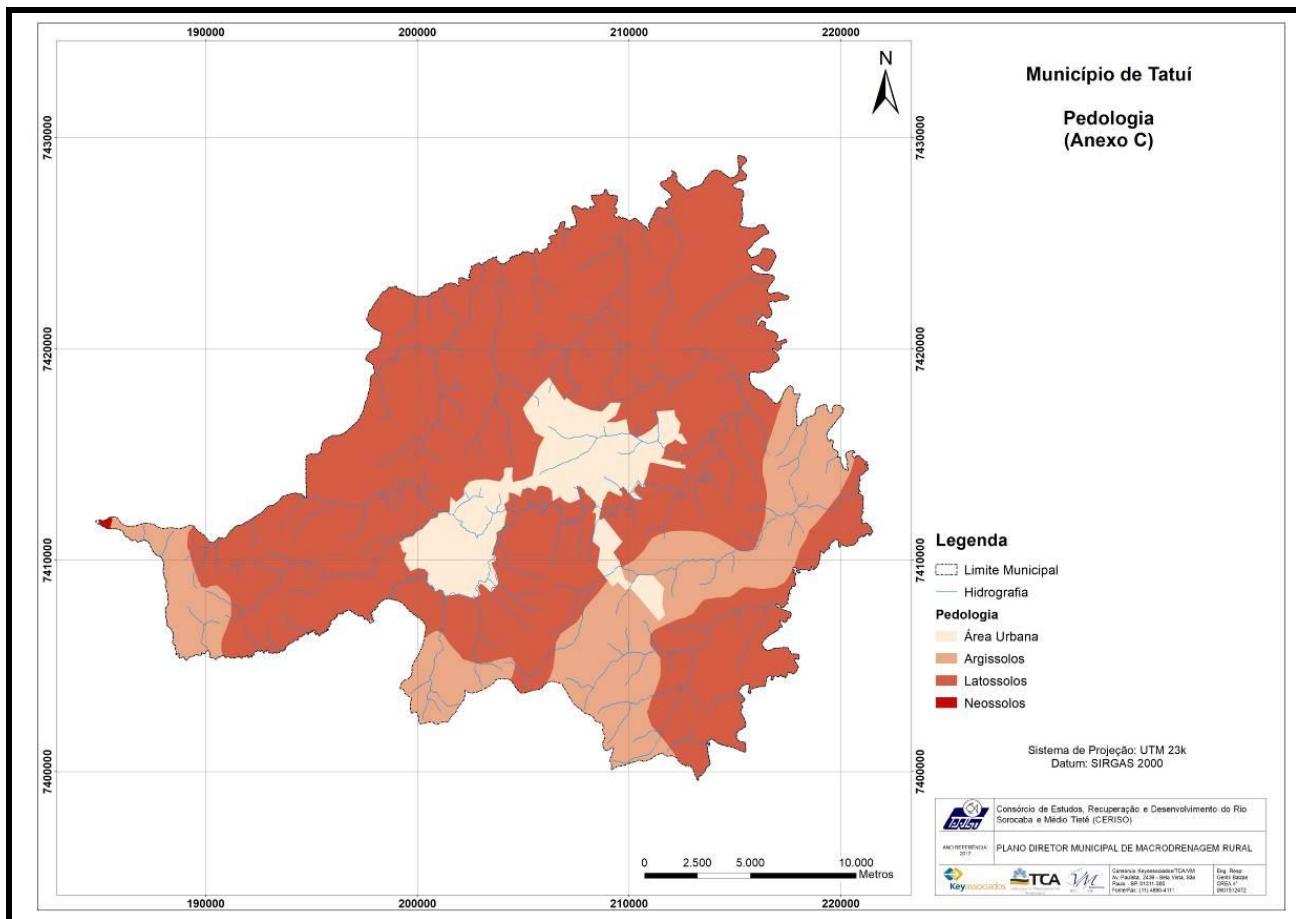
### 3.8 - Pedologia

A pedologia local apresenta solos do tipo Argissolos e Latossolos (Figura 8). Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos os Argissolos representam a classe de solos constituídos por material mineral, profundidade variável, podendo ser forte a imperfeitamente drenados, forte a moderadamente ácido. A textura varia de arenosa a argilosa no horizonte A, com aumento gradual de argila para o horizonte B.

Os Latossolos representam a classe com estágio avançado de intemperização, profundo, com transições graduais entre os horizontes. Caracterizam-se por solos fortemente a bem drenados, fortemente ácidos, com baixa saturação por bases, distróficos ou alumínicos. Em consequência do teor de chuva, são lixiviados até grandes profundidades.

Os Neossolos compreendem solos constituídos por material mineral, ou por material orgânico pouco espesso, que não apresentam alterações expressivas em relação ao material originário devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenéticos, seja em razão de características inerentes ao próprio material de origem, como maior resistência ao intemperismo ou composição químico-mineralógica, ou por influência dos demais fatores de formação (clima, relevo ou tempo), que podem impedir ou limitar a evolução dos solos (EMBRAPA, 2006).

**Figura 8 - Pedologia de Tatuí.**

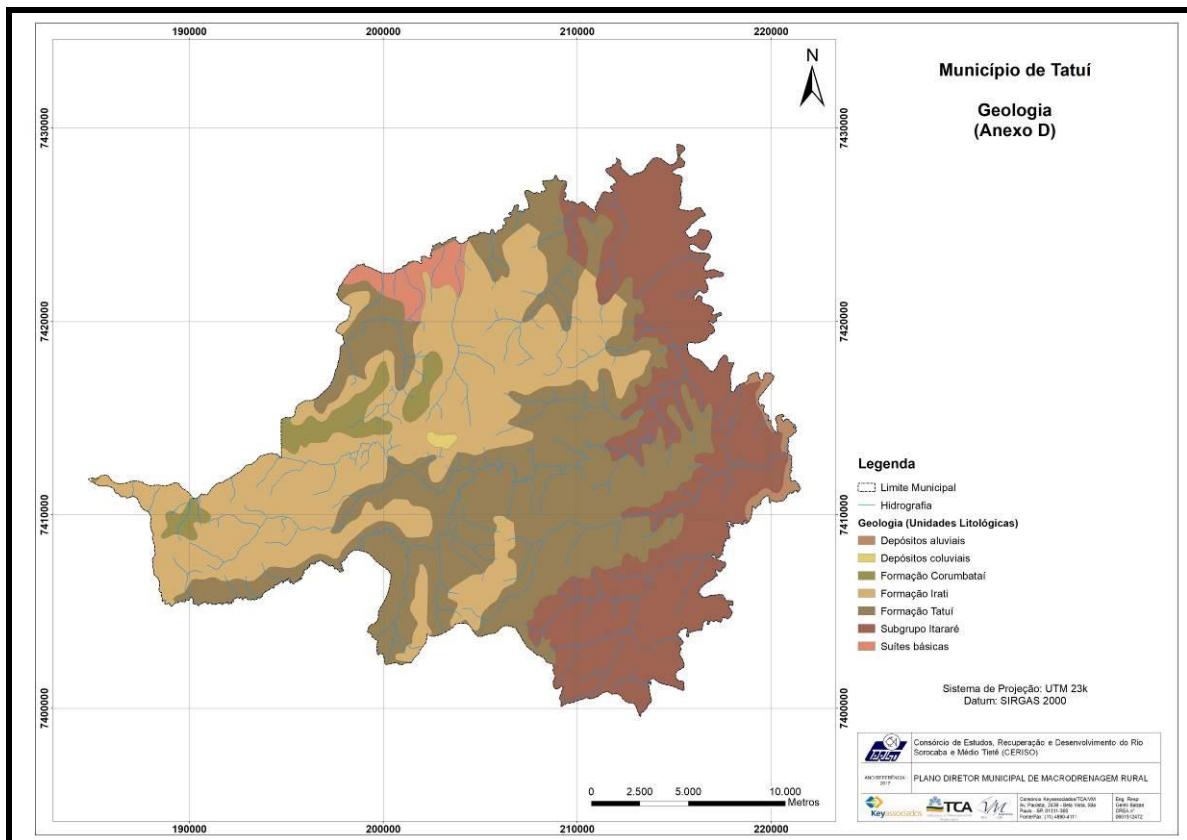


Fonte: Instituto Agronômico de Campinas (IAC, 1999).

### 3.9 - Geologia

A geologia do município é caracterizada por unidades litológicas do tipo Depósitos aluviais, Depósitos Coluviais, Formação Corumbataí, Formação Iratí, Formação Tatuí, Subgrupo Itararé e Suítes Básicas (Figura 9).

**Figura 9 - Geologia de Tatuí.**



Fonte: Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2006).

Os Depósitos Aluviais são originados de um único tipo de rocha e podem ser designados pelo tipo de rocha que os originou, a formação desses depósitos ocorre devido o transporte de material arrastado pelas águas correntes. Já os Depósitos Coluviais são originados de um único tipo de rocha e podem ser designados pelo tipo de rocha que os originou, são solos que se formam nas encostas dos morros, e são geralmente formados por detritos que descem do alto das encostas.

A Formação Corumbataí apresenta como principal litologia os siltitos e argilitos cinza-avermelhados/esverdeados e arroxeados. Intercaladas a essas rochas mais finas, ocorrem também lentes e camadas de arenitos muito finos.

A Formação Iratí (Permiano) apresenta folhelhos acinzentados do Membro Taquaral (inferior) e as intercalações de calcários dolomíticos e folhelhos pretos pirobetuminosos. Nesta unidade que se extraí o calcário dolomítico (corretor da acidez de solos) e também é conhecida porque suas rochas são a matriz dos fósseis de répteis mesossaurídeos.

A Formação Tatuí (Permiano) é dominada por rochas de granulação fina, como os siltitos e argilitos. Ocorrem também alguns níveis e lentes de arenitos e calcários. A associação dos processos geradores dessas

rochas aponta para ambientes marinhos rasos, às vezes restritos, plataformais, com atuação principalmente de marés e subordinadamente de ondas.

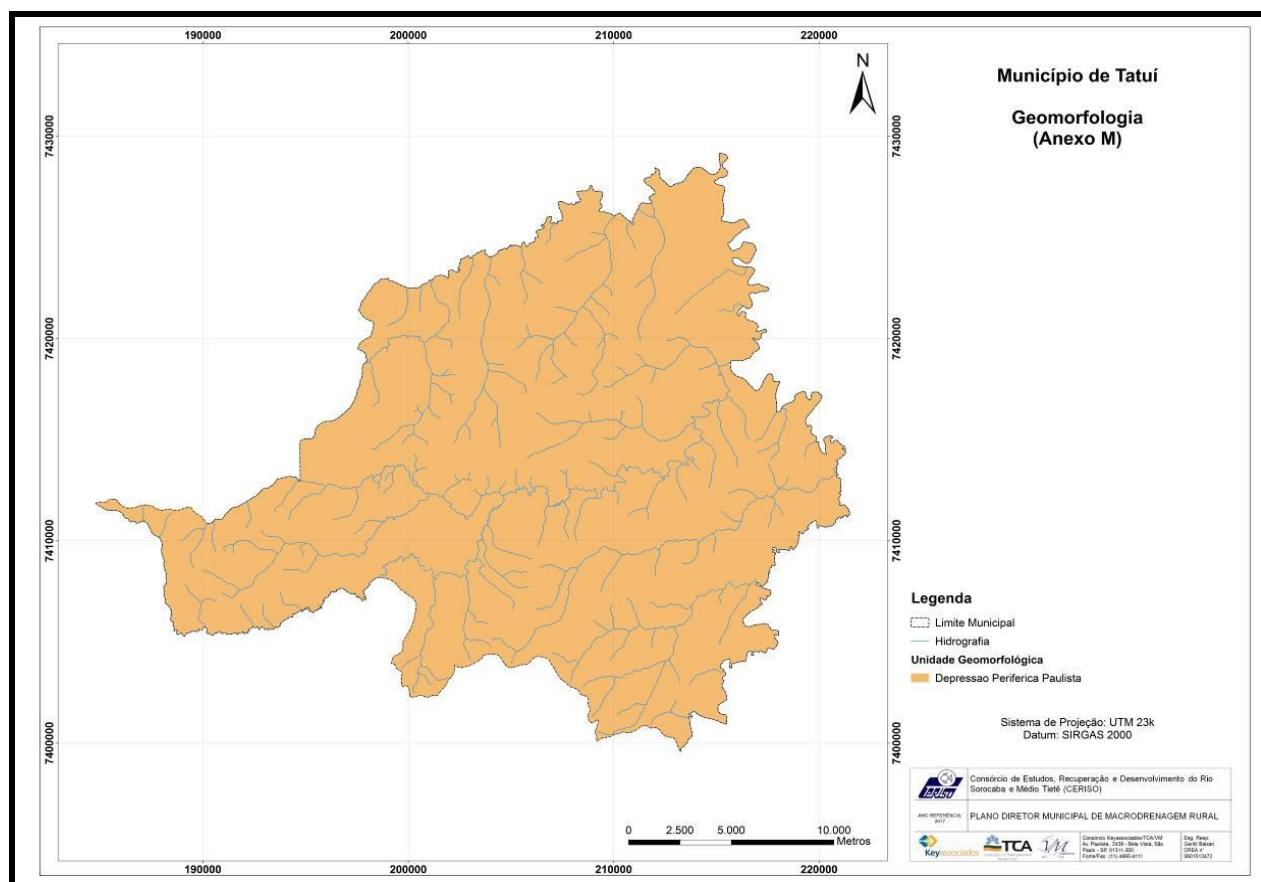
O Subgrupo Itararé é uma unidade sedimentar depositada entre o Carbonífero Superior e o Permiano Inferior (Permocarbonífero), representando, na Bacia do Paraná, um dos mais duradouros eventos glaciais do Fanerozóico, com equivalentes em todo o Gondwana. Encontram-se nesta unidade vários tipos de rochas sedimentares numa complexa relação entre elas, como os ritmitos (varvitos e turbiditos), arenitos de várias granulometrias dispostos em lentes e camadas (que se constituem nos principais aquíferos nesta região), conglomerados, siltitos, argilitos, diamictitos e tilitos.

A Suite Básica é uma unidade formal constituída pela associação de rochas ígneas saturadas em sílica e com teor de SiO<sub>2</sub> entre 44% e 52%, relativamente ricas em Fe, Mg e Ca, como o gabro (plutônico) e o basalto (vulcânico).

### 3.10 - Geomorfologia

O Estado de São Paulo é praticamente todo envolvido pela Bacia do rio Paraná e está situado sobre um amplo planalto no sentido sudeste-noroeste, sendo orlado por uma estreita planície litorânea. O Município de Tatuí está inserido sob a unidade geomorfológica da Depressão Periférica Paulista (Figura 10).

**Figura 10 - Geomorfologia de Tatuí.**



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006).

A Depressão Periférica Paulista, está esculpida quase que totalmente nos sedimentos Páleomesozóicos. Apresenta características de modelado diversos em função da influência tectônica, variação litológica e dos graus de atuação dos processos morfodinâmicos dos mais variados ambientes paleoclimáticos. Esta unidade caracteriza-se por apresentar relevo com altitudes inferiores às áreas ao seu redor e sua morfoestrutura está subdividida nas seguintes unidades morfológicas: Depressão de Moji-Guaçu, Depressão do Médio Tietê e Depressão do Paranapanema (ROSS; MOROZ, 1996; IBGE, 2006).

### 3.11 - Vegetação

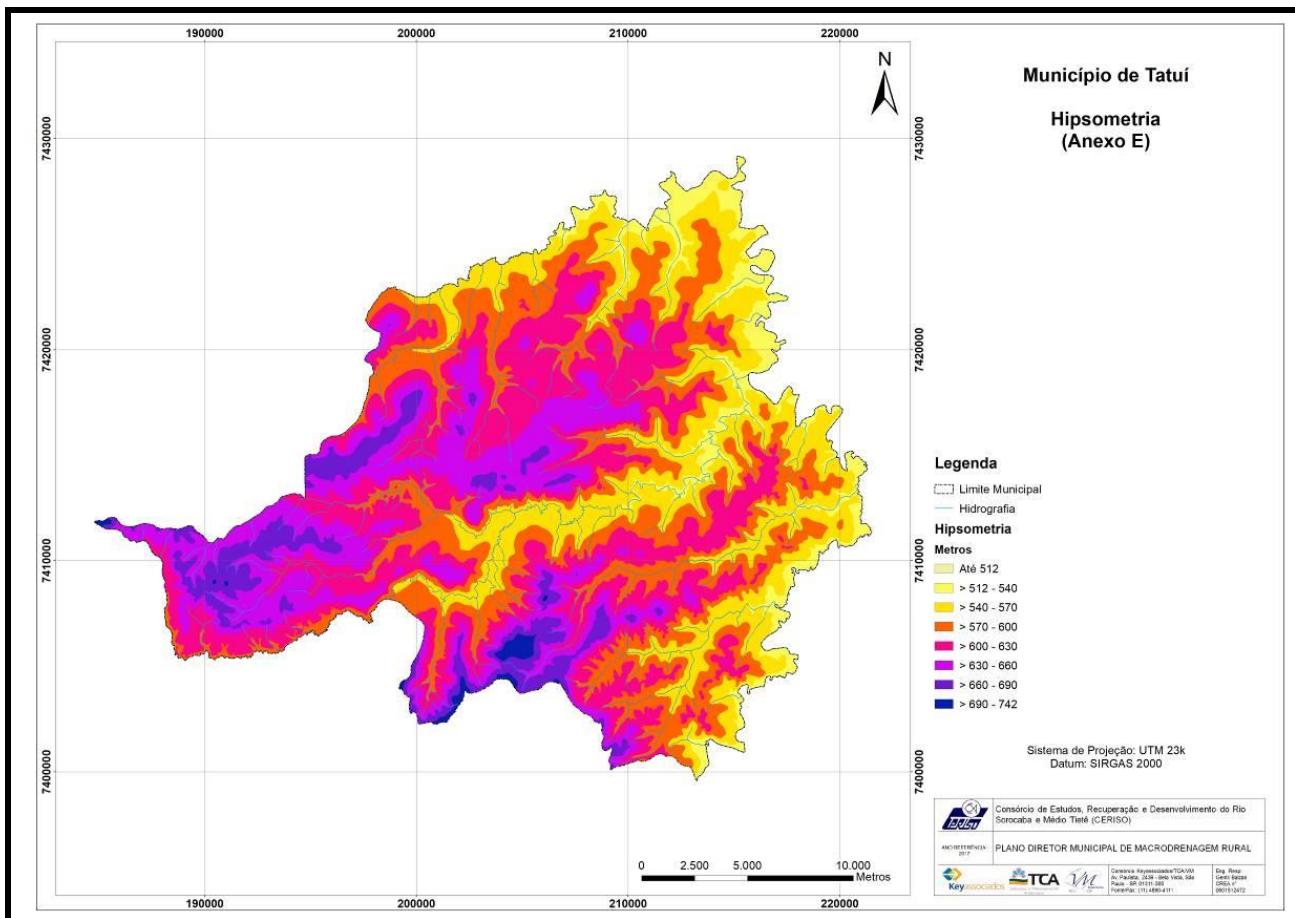
A UGRHI 10 está inserida no domínio da Floresta Atlântica, englobando vegetações e ecossistemas fluviolagunares, com diversas formações vegetais, dentre elas, a Floresta Ombrófila que se caracteriza por uma Floresta Atlântica mais densa, com numerosas plantas arborícolas de elevada altitude.

Na porção do Médio Tietê Superior, a Floresta Ombrófila é predominante, estendendo-se da Serra do Japi, Serra de São Roque, Serra de São Francisco até a Serra de Paranapiacaba. Nos topo das cristas e picos montanhosos é possível distinguir outro compartimento da Floresta Ombrófila, os Campos de Altitude, caracterizados por uma vegetação mais baixa, ou mesmo rasteira, típica de solos rasos e rochosos.

A vegetação natural do município de Tatuí, que originalmente era constituída pela Floresta Ombrófila Densa e Formação Arbórea /Arbustiva em Região de Várzea, foi quase totalmente destruída. Restam poucos remanescentes isolados, totalmente descaracterizados quanto a espécies e estrutura vegetal, que foram, segundo o Inventário Florestal do Estado de São Paulo, avaliados em 4.235 ha, cobrindo 8,1 % do território municipal (SMA, 2009).

### 3.12 - Hipsometria

O mapa hipsométrico caracteriza o relevo através de curvas de nível, associadas ao nível médio do mar, com o intervalo de altitudes discriminadas com diferentes cores. A altitude do município de Tatuí na UGRHI 10 varia entre 512 e 742 metros, sendo as áreas mais elevadas distribuídas no extremo e sul do município e as áreas menos elevadas ao leste e norte (Figura 11).

**Figura 11 - Hipsometria de Tatuí.**

### 3.13 - Declividade

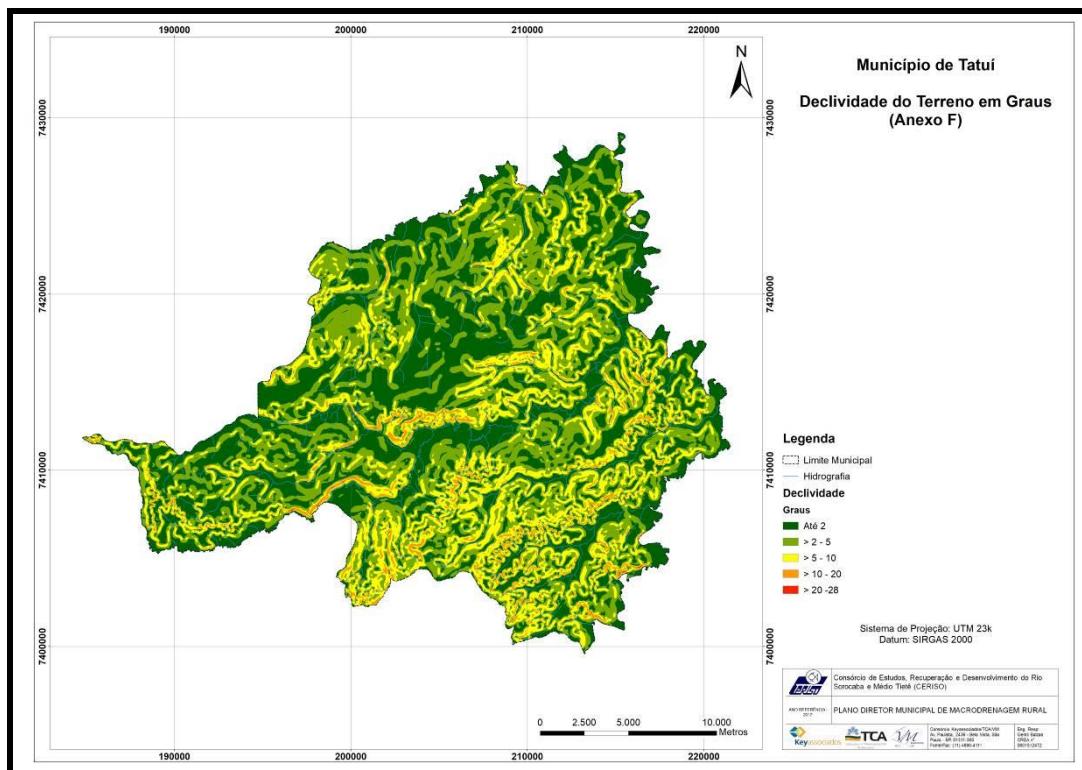
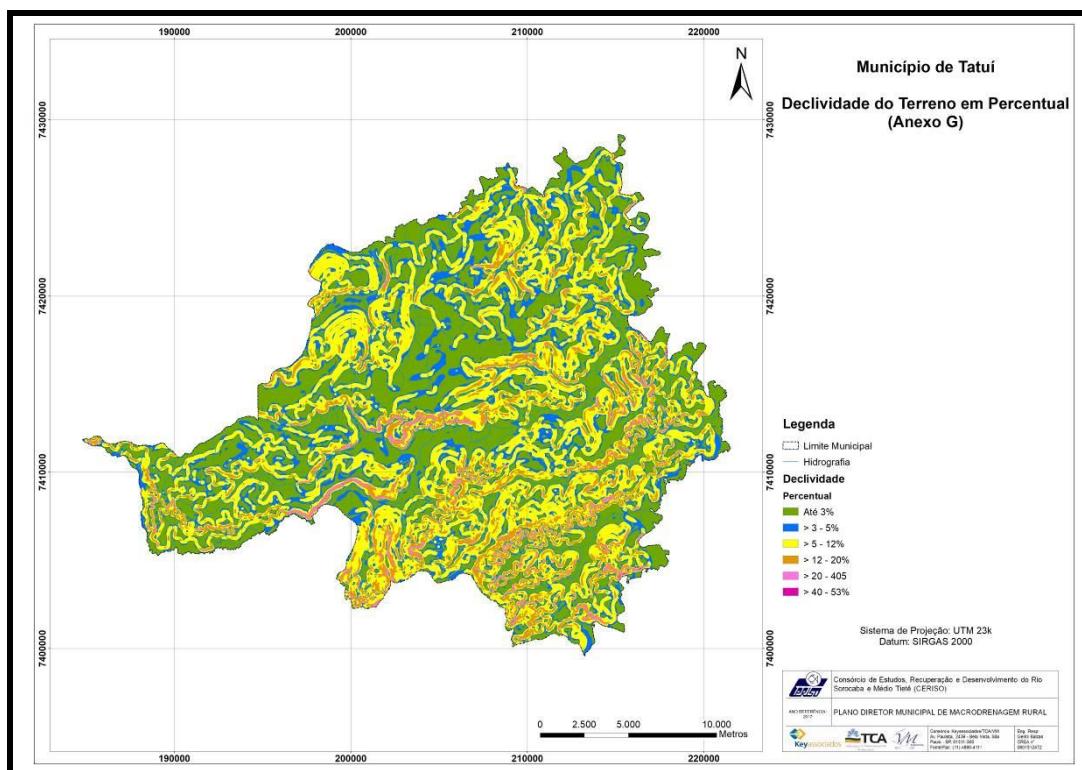
A declividade é baseada na proporção entre desníveis e suas respectivas distâncias horizontais, que podem ser expressas em graus ( $0^\circ$  a  $90^\circ$ ) ou em porcentagem (0% a infinito). O terreno apresenta declividade entre 0 e 28 graus e percentuais que variam entre 0 e 53% (Figura 12 e 13).

As áreas de declividade em percentual foram classificadas conforme a Empresa Brasileira de Produção Agropecuária (EMBRAPA), variando entre relevo plano a relevo escarpado (Tabela 9). As áreas com relevo montanhoso encontram-se predominantemente na região sul e aquelas com relevo predominantemente plano na região central e norte do município.

**Tabela 9 - Classes de declividade**

Intervalo (%)	Tipo de declividade no relevo
0 - 3%	Relevo plano
3 - 8%	Relevo suavemente ondulado
8 - 20%	Relevo ondulado
20 - 45%	Relevo fortemente ondulado
45 - 75%	Relevo montanhoso
> 75%	Relevo escarpado

Fonte: EMBRAPA (2006).

**Figura 12 - Declividade do terreno em graus de Tatuí.****Figura 13 - Declividade do terreno em percentual de Tatuí.**

### 3.14 - Vulnerabilidade à erosão

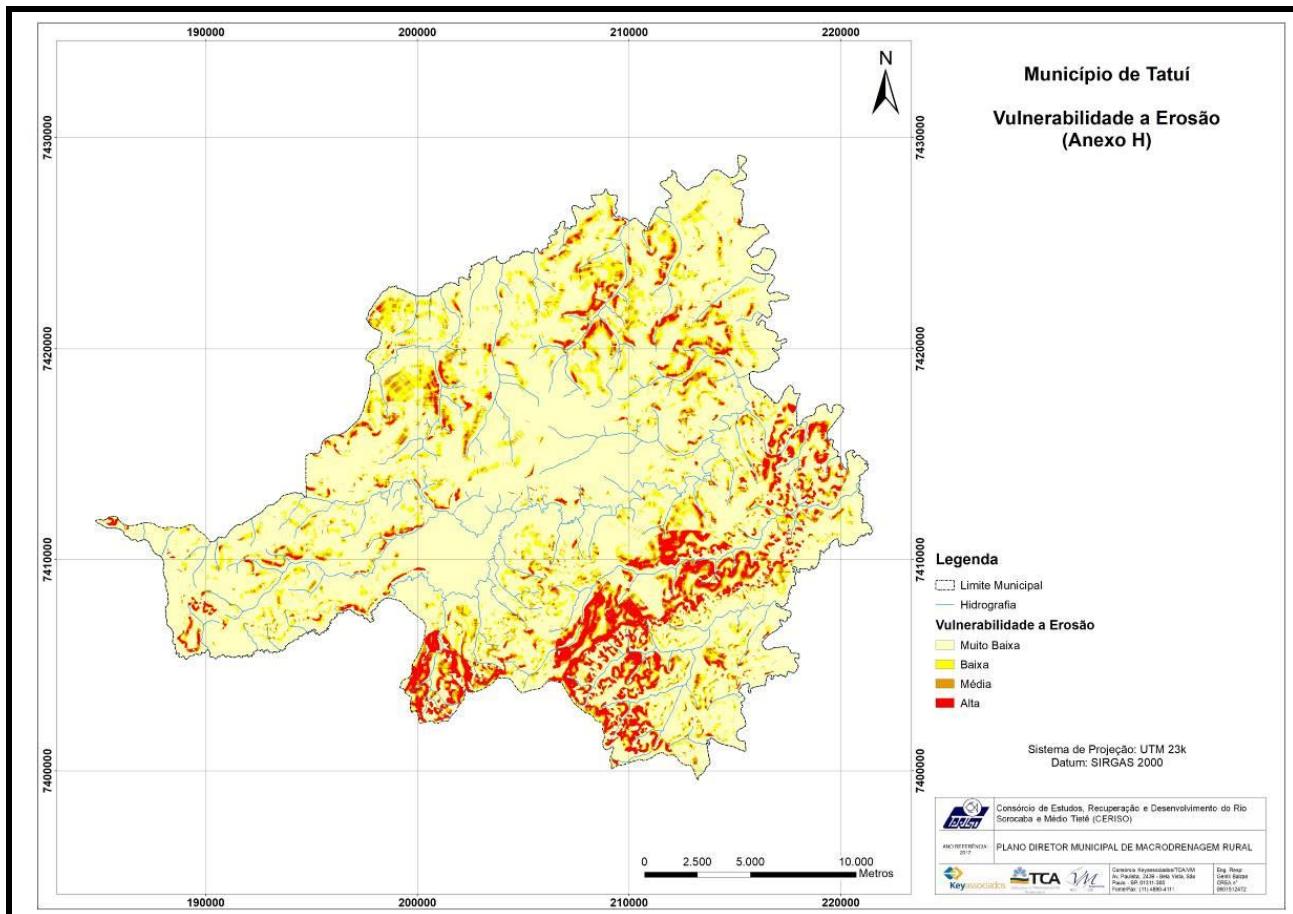
A vulnerabilidade a erosão foi elaborada conforme aplicação da Equação Universal de Perda de Solo (USLE) considerando variáveis do meio físico, uso do solo e cobertura vegetal e precipitação, além da associação aos pontos de erosão identificados no município. A vulnerabilidade foi classificada em quatro categorias: Muito Baixa, Baixa, Média e Alta.

A vulnerabilidade a erosão do município ocupou maior percentual de área na categoria muito baixa, conforme Tabela 10 e Figura 14. Apenas 12,16% da área apresentaram vulnerabilidade baixa, 5,12% vulnerabilidade média e 7,45% de vulnerabilidade alta. As áreas com percentuais de vulnerabilidade alta representam áreas onde o solo poder estar mais suscetível à erosão e a perda de solo pode ocorrer com maior intensidade quando associados a eventos climáticos extremos, ocupação e práticas agrícolas irregulares.

**Tabela 10 - Quantitativo de vulnerabilidade à erosão no município de Tatuí**

Categorias	Área (Km <sup>2</sup> )	Área (%)
Muito Baixa	394,72	75,28
Baixa	63,74	12,16
Média	26,83	5,12
Alta	39,05	7,45

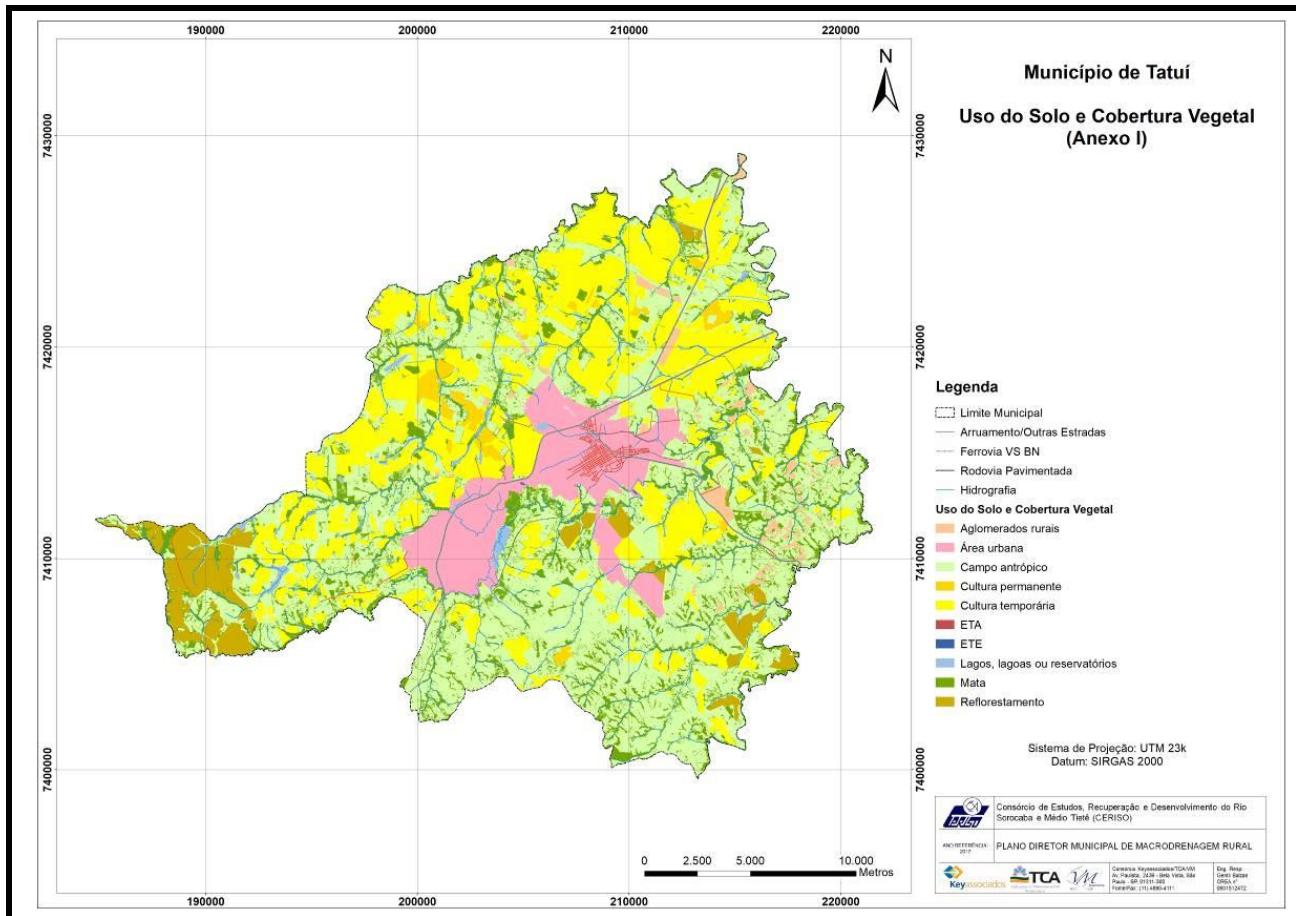
**Figura 14 - Vulnerabilidade à Erosão de Tatuí.**



### 3.15 - Uso do solo e cobertura vegetal

O uso do solo e cobertura vegetal apresentou 10 classes, conforme Figura 15 e Tabela 11. Conforme observado, o campo antrópico apresenta o maior quantitativo, seguindo de culturas temporárias e campo antrópico. Os menores percentuais são verificados para a E.T.A, E.T.E. e lagos, lagoas ou reservatórios.

**Figura 15 - Uso do solo e cobertura vegetal de Tatuí**

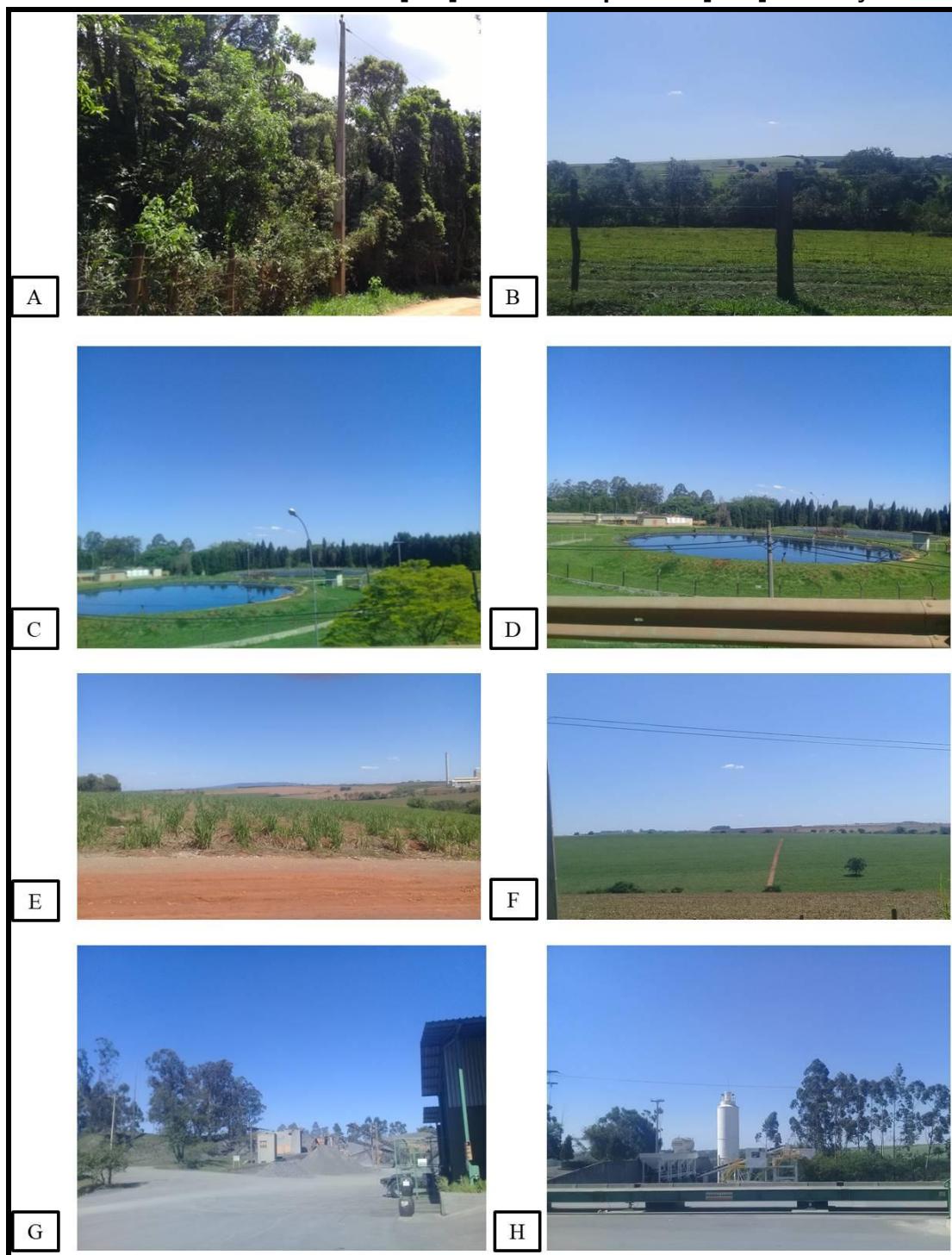


**Tabela 11 - Quantitativo das classes de uso do solo e cobertura vegetal**

Classes de Uso do Solo e Cobertura Vegetal	Área (km <sup>2</sup> )	Área (%)
Aglomerados rurais	7,06	1,35
Área urbana	48,75	9,29
Campo antrópico	229,60	43,77
Cultura permanente	7,73	1,47
Cultura temporária	133,49	25,45
ETA	0,00	0,01
ETE	0,06	0,01
Lagos, lagoas ou reservatórios	6,12	1,17
Mata	69,52	13,25
Reflorestamento	22,27	4,23
<b>Total</b>	<b>524,60</b>	<b>100,00</b>

A Figura 16 apresenta as principais áreas identificadas ao longo do trabalho de campo realizado no município. O trabalho de campo teve por objetivo a verificação da exatidão do mapeamento ocorrido, auxiliando a aplicação da validação estatística do mapeamento realizado.

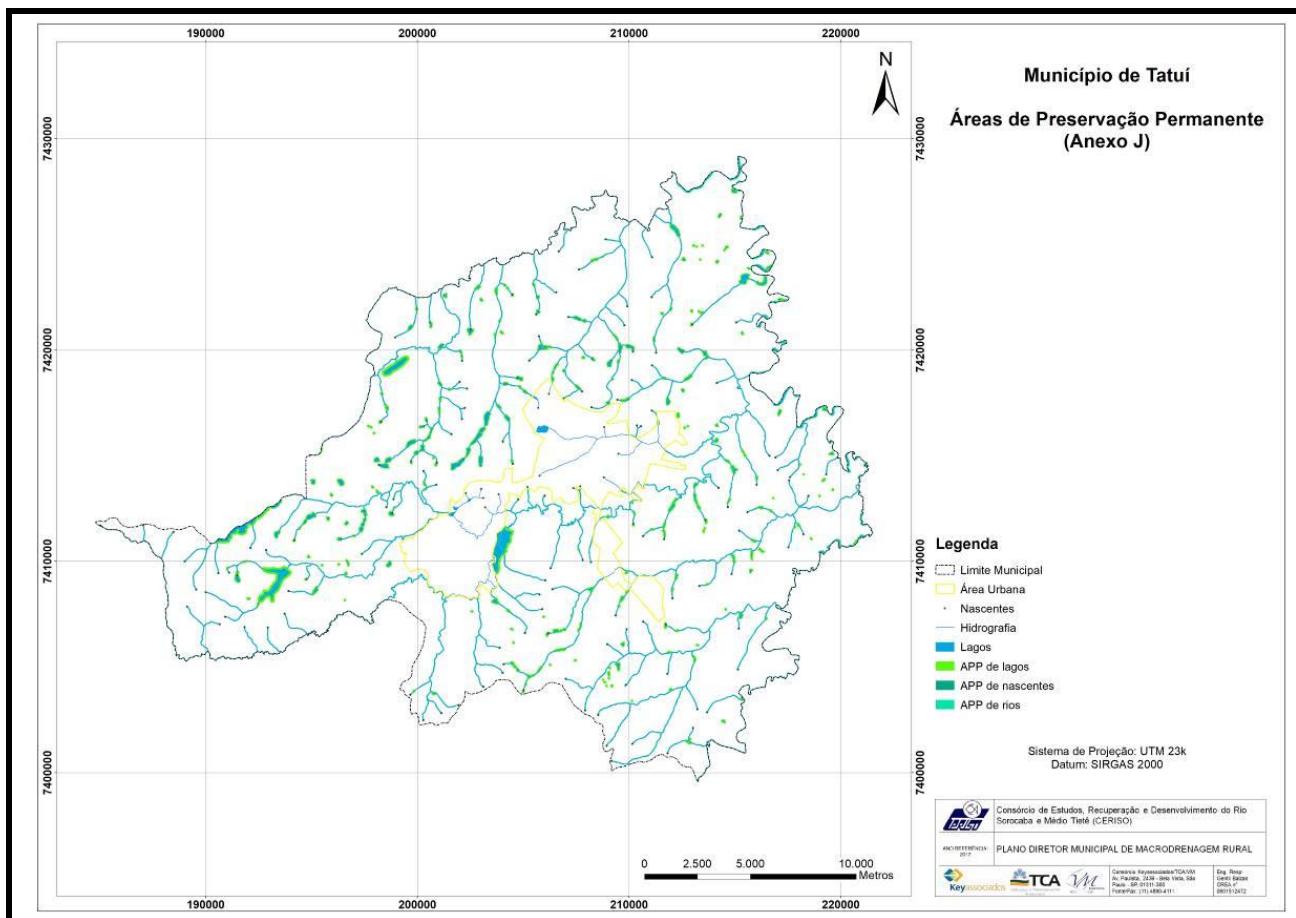
**Figura 16 - Classes de uso do solo e cobertura vegetal do município de Tatuí. [A-B] Matas. [C-D] Estação de Tratamento de Efluentes. [E-F] Cultura temporária. [G-H] Mineração.**



### 3.16 - Áreas de preservação permanente - APPs e unidades de conservação

As áreas de preservação Permanente (APP) são aquelas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, que apresenta a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, além disso de promover o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e proporcionar as populações humanas o bem-estar (BRASIL, 2012). O município de Tatuí apresenta área de preservação permanente para lagos, rios e nascentes na área rural (Figura 17). As áreas de APPs totalizaram 33,84 km<sup>2</sup>, correspondendo a 6,45% da área territorial do município na UGRHI. Não há áreas de APP associadas à declividade e topo de morro, segundo preconizado pelo Código Florestal Brasileiro.

**Figura 17 - Área de Preservação Permanente da área rural de Tatuí**



A partir da análise das imagens de satélites atuais, foram identificadas e delimitadas as Áreas de Preservação Permanente desprovidas de vegetação nativa, sendo em sua maioria ocupada por campo antrópico degradado, por pastagem ou por culturas agrícolas ou mesmo com presença de edificações. Esta situação implica em passivos ambientais que, segundo a legislação ambiental vigentes, deverão ser objeto de

---

um processo de recuperação ambiental. Em Tatuí, 51,40% das APPs encontram-se com passivo ambiental (ANEXO N).

As unidades de conservação (UCs) são instituídas pela Lei 9.985 (de 18 de julho de 2000) através do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Essa Lei define o espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

Existem vários tipos de UCs, com diferentes nomes e diretrizes de atividades a serem realizadas. Umas são mais restritivas, voltadas para pesquisa e conservação, outras para visitação e atividades educativas e algumas que conciliam habitação e uso produtivo e urbano do território. No território de Tatuí, não foram identificadas unidades de conservação.

### **3.17 - Capacidade de uso da terra**

A capacidade de uso da terra do município refere-se a sua adaptabilidade para diversos fins, sem que suceda um esgotamento devido ao desgaste ou empobrecimento da terra. O mapeamento da capacidade baseou-se na intersecção e análise das características pedológicas, do uso da terra e cobertura vegetal e da declividade. A partir da intersecção destas características, classifica-se a capacidade de uso em cinco grupos (A, B, C, D e E), sendo:

Grupo A – Agricultura sem restrição: terras aptas a cultivos anuais ou perenes, campo antrópico e reflorestamento;

Grupo B – Agriculturas com restrição: terras impróprias para cultivos intensivos, mas aptas para campo antrópico e reflorestamento;

Grupo C - Preservação: terras indicadas apenas para a preservação.

Grupo D – Uso restrito: refere-se às áreas consideradas consolidadas de área urbana, área industrial, aglomerados rurais, área de mineração, estação de tratamento de esgoto (E.T.E), estação de tratamento de água (E.T.A) e aterro sanitário.

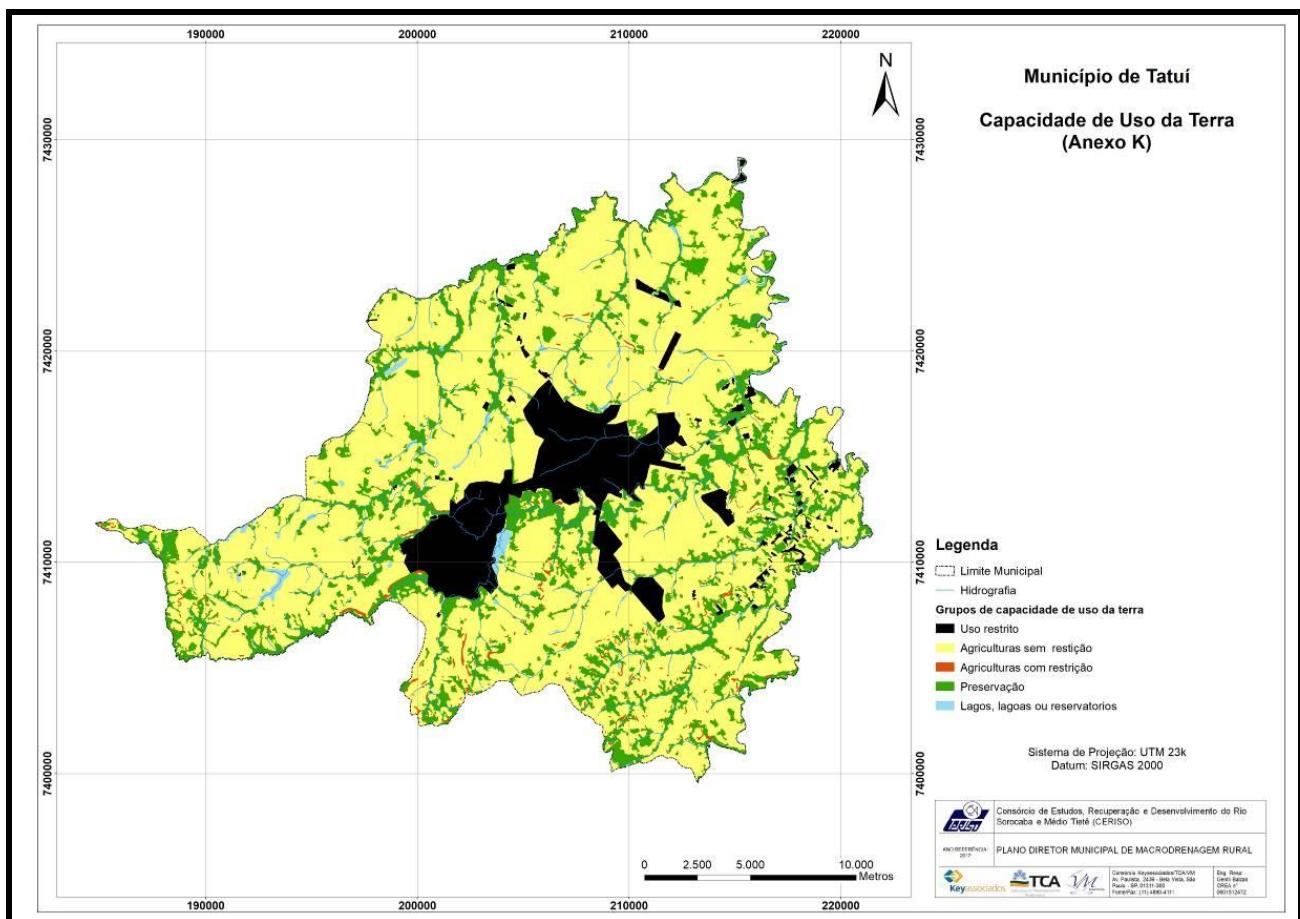
Grupo E – Lagos, lagoas ou reservatórios: corresponde a área hidrográfica do município.

O maior percentual de capacidade encontra-se representado pelo grupo agriculturas sem restrição, com distribuição em todo o município, conforme observado na Tabela 12 e Figura 18. A agricultura com restrição ocupou a menor área, seguido do grupo lagos, lagoas ou reservatórios.

**Tabela 12 - Quantitativo da capacidade de uso da terra**

Grupo de Capacidade	Área (km²)	Área (%)
Uso restrito	55,83	10,65
Agriculturas sem restrição	362,03	69,03
Agriculturas com restrição	5,29	1,01
Preservação	95,36	18,18
Lagos, lagoas ou reservatórios	5,91	1,13

**Figura 18 - Capacidade de Uso da Terra do município de Tatuí.**



### 3.18 - Estradas vicinais

A atualização da malha viária municipal constante na Mapa Planimétrico do IBGE (escala 1:50.000) será feita com base nas imagens de satélite e no mapa de estradas municipais fornecido pela administração municipal.

As estradas municipais foram nomeadas de acordo com a nomenclatura / código adotada oficialmente pela municipal.

A atualização, o cadastramento e a classificação das estradas vicinais rurais feito realizado através do caminhamento em todas as estradas rurais do município pela equipe de campo com equipamento de localização por GPS.

---

Durante o percurso, foram cadastradas e fotografadas todas as mudanças de classe das estradas, travessias, erosões, dispositivo de travessia para gado, mata-burros e demais criticidades existentes nas vias rurais. Serão realizadas as batimetrias nas pontes, verificação do tipo e material das suas estruturas e registro de coordenadas de todas as ocorrências.

A trafegabilidade, revestimento, conservação e comprimento de cada estrada foram avaliados e cadastrados. Foram registradas e georreferenciadas as coordenadas geográficas de início, final e trechos de mudanças de classe anotados.

A classificação dos trechos das estradas, foi feita de acordo com seu estado de conservação e seguindo os critérios do "Manual 77 de Adequação de Estradas Rurais", elaborado pela CATI (2003) O comprimento de cada trecho de classes diferentes foi estimado.

As classes de estrada foram definidas como:

- Classe A: estrada conformada com a paisagem. O leito da estrada se encontra em condições harmônicas às áreas adjacentes. Têm o mesmo nível do terreno, com o abaulamento de 4% de declividade transversal, permitindo o escoamento da água para os dispositivos de drenagem, que podem ser terraços, galerias, etc;
- Classe B: a estrada encontra-se em desnível com o terreno. O leito da estrada está escavado entre 0,5 m e 3 m, devido a remoção do solo superior (por patrolagem ou arraste pelas chuvas);
- Classe C: é subdividida entre C1 e C2;
  - Classe C1: as laterais da estrada foram tão escavadas que se encontram em taludes (estabilizados) perante ao leito carroçável. As estradas estão encaixadas apresentando taludes de corte onde a altura supera 3m;
  - Classe C2: uma ou as duas laterais da estrada são taludes desestabilizados, configurando alto risco de desmoronamento. As estradas necessitam de reconformação dos taludes;
- Classe D: Estrada ou trecho que se desenvolve em meia encosta.

Segundo Demarchi (2003), os parâmetros de referência (velocidade de projeto, dimensão de pista, raio mínimo, etc) para determinação da geometria do traçado, o perfil longitudinal e a configuração física da plataforma das estradas rurais são estimados a partir de sua classe. O **Erro! Fonte de referência não encontrada.**<sup>4</sup> apresenta os parâmetros segundo a esta classificação.

**Quadro 4 – Parâmetros adotados para as estradas**

<b>Padrão de Normas</b>	<b>Classe de Estrada Rural</b>	<b>Veloc. de projeto Vp(km/)</b>	<b>Faixa de Tráfego (m)</b>	<b>Pista de Rolamento (m)</b>	<b>Conformação da Plataforma (m)</b>	<b>Raio mínimo (m)</b>	<b>Rampa máxima Admissível (%)</b>
Altas	A1	50 a 60	2 x 3,25	6,5	9,1	80 a 120	8
	A2		2 x 2,75	5,5	8,1		
Médias	B1	40 a 50	2 x 2,5	5	7	45 a 80	12
	B2		2 x 2,35	4,75	6,75		
Baixas	C1	20 a 40	1 x 3,5	3,5	5,5	15 a 45	15
	C2		1 x 3	3	4		

Foram identificadas e levantadas 15 (quinze) estradas municipais e estaduais não concessionadas no município. No Anexo O constam as fichas dessas estradas levantadas, cujo resumo consta do Quadro 5 a seguir.

**Quadro 5 – Estradas levantadas e principais características**

Nome	Coordenadas				Classe					Total	Trafegabilidade	Conservação	Drenagem
	Inicial		Final		A	B	C1	C2	D				
TTI 450	-23,3827	-47,9993	-23,3628	-47,9913	2535,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	2535,00	Boa	Regular	Regular
TTI 455	-23,3856	-47,9800	-23,4047	-47,9932	2550,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	2550,00	Boa	Regular	Ruim
TTI 465	-23,4163	-47,9990	-23,4183	-48,0100	1118,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1118,00	Regular	Ruim	Ruim
TTI 238	-23,3567	-47,9178	-23,3293	-47,9598	5022,0000	0,0000	300,0000	0,0000	0,0000	5322,00	Boa	Boa	Boa
TTI 251	-23,3426	-47,9428	-23,3484	-47,9852	4091,0000	0,0000	400,0000	0,0000	0,0000	4491,00	Boa	Boa	Regular
TTI 060	-23,3406	-47,8764	-23,2890	-47,9564	9042,0000	0,0000	1100,0000	600,0000	0,0000	10742,00	Ruim	Ruim	Ruim
TTI 050	-23,3611	-47,8649	-23,4616	-47,9327	13906,0000	0,0000	700,0000	500,0000	0,0000	15106,00	Regular	Regular	Ruim
TTI 463	-23,4491	-47,9102	-23,4141	-47,9195	5124,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	5124,00	Ruim	Regular	Regular
TTI 010	-23,3308	-47,8494	-23,2484	-47,8353	8402,0000	0,0000	150,0000	1230,0000	0,0000	9782,00	Ruim	Ruim	Ruim
TTI 252	-23,3748	-47,7951	-23,3544	-47,7385	8099,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	8099,00	Boa	Boa	Boa
TTI 459	-23,3651	-47,7527	-23,3746	-47,7551	847,0000	0,0000	300,0000	0,0000	0,0000	1147,00	Boa	Boa	Boa
TTI 457	-23,3783	-47,7933	-23,3866	-47,8052	2329,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	2329,00	Boa	Regular	Ruim
TTI 452	-23,4046	-47,7808	-23,3665	-47,8411	6899,0000	0,0000	0,0000	1200,0000	0,0000	8099,00	Regular	Regular	Ruim
TTI 040	-23,3834	-47,8504	-23,4508	-47,8667	8619,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	8619,00	Regular	Regular	Regular
TTI 467	-23,4520	-47,8118	-23,4754	-47,7890	2811,0000	0,0000	200,0000	900,0000	0,0000	3911,00	Regular	Regular	Ruim

### 3.19 - Pontos críticos de erosão associados às estradas vicinais

Foram identificados e levantados 54 (cinquenta e quatro) pontos críticos de erosão associado às estradas vicinais. No Anexo P constam as fichas com a localização e caracterização desses pontos identificados, cujo resumo consta do Quadro 6 a seguir.

**Quadro 6 – Pontos críticos de erosão associados às estradas vicinais**

Código Erosão	Latitude	Longitude	Geomorfologia	Pedologia	Processo Erosivo	Comprimento (m)	Profundidade (m)	Largura (m)	Volume (m³)
ERO_01	7.413.024	193.874	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	1,50	0,60	1,50	1,35
ERO_02	7.410.488	195.321	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	350,00	0,65	0,80	182,00
ERO_03	7.409.745	195.040	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	60,00	0,40	0,5	12,00
ERO_04	7.409.302	194.615	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	100,00	0,20	0,25	5,00
ERO_05	7.406.957	192.673	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	15,00	0,15	0,50	1,13
ERO_06	7.406.942	192.455	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	28,00	0,20	0,30	1,68
ERO_07	7.414.981	196.802	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	30,00	0,15	0,30	1,35
ERO_08	7.414.877	195.564	Colinas Médias	Argissolo, PV-17	Laminar	15,00	0,10	0,30	0,45
ERO_09	7.416.029	205.584	Colinas Médias	Argissolo, PV-17	Cabeceira de Drenagem	1,50	0,40	1,00	0,60
ERO_10	7.416.206	205.461	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	240,00	0,30	0,40	28,80
ERO_11	7.417.359	204.850	Colinas Médias	Argissolo, PV-17	Cabeceira de Drenagem	80,00	0,30	0,40	9,60
ERO_12	7.418.221	203.981	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	180,00	0,30	0,80	43,20
ERO_13	7.418.339	203.726	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Boçoroca	300,00	1,70	1,20	612,00
ERO_14	7.418.747	203.055	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Boçoroca	230,00	1,50	1,00	345,00
ERO_15	7.419.965	202.133	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	350,00	0,35	0,50	61,25
ERO_16	7.420.101	201.518	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	70,00	0,40	0,30	8,40
ERO_17	7.421.258	199.487	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	150,00	0,50	0,60	45,00
ERO_18	7.421.446	198.262	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	80,00	0,25	0,30	6,00
ERO_19	7.421.437	197.936	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	200,00	1,00	1,20	240,00
ERO_20	7.407.959	203.441	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	30,00	0,15	0,60	2,70
ERO_21	7.407.102	201.416	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	50,00	0,20	0,35	3,50
ERO_22	7.406.234	201.222	Colinas Médias	Argissolo, PV-17	Laminar	15,00	0,25	0,40	1,50
ERO_23	7.403.302	200.607	Colinas Médias	Argissolo, PV-17	Laminar	20,00	0,40	0,60	4,80
ERO_24	7.403.948	202.598	Colinas Médias	Argissolo, PV-17	Cabeceira de Drenagem	20,00	0,35	1,00	7,00
ERO_25	7.406.808	202.587	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	35,00	0,35	0,45	5,51
ERO_26	7.417.477	209.158	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	18,00	0,20	0,60	2,16
ERO_27	7.418.413	209.499	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	80,00	0,15	0,00	6,00
ERO_28	7.418.716	209.547	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	9,00	0,30	0,70	1,89
ERO_29	7.419.621	209.751	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	270,00	0,50	0,70	94,50
ERO_30	7.419.871	209.750	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	180,00	0,30	0,80	43,20
ERO_31	7.420.403	209.834	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	35,00	0,20	0,30	2,10
ERO_32	7.420.950	209.720	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	7,00	0,52	0,80	2,91
ERO_33	7.421.134	209.790	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	32,00	0,30	0,40	3,84
ERO_34	7.421.695	210.179	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	50,00	0,15	0,70	5,25
ERO_35	7.422.406	210.344	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	380,00	0,30	0,42	47,88

Código Erosão	Latitude	Longitude	Geomorfologia	Pedologia	Processo Erosivo	Comprimento (m)	Profundidade (m)	Largura (m)	Volume (m³)
ERO_36	7.422.980	210.347	Colinas Médias	Latossolo, LV-42		100,00	0,20	0,35	7,00
ERO_37	7.423.553	210.190	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	150,00	0,20	0,60	18,00
ERO_38	7.409.867	213.865	Colinas Médias	Argissolo, PV-17	Laminar	12,00	0,10	0,40	0,48
ERO_39	7.409.887	213.354	Colinas Médias	Argissolo, PV-17	Laminar	12,00	0,10	0,40	0,48
ERO_40	7.410.684	212.755	Colinas Médias	Argissolo, PV-17	Laminar	30,00	0,15	0,45	2,025
ERO_41	7.410.849	212.195	Colinas Médias	Argissolo, PV-17	Cabeceira de Drenagem	120,00	0,50	0,60	36,00
ERO_42	7.410.986	211.751	Colinas Médias	Argissolo, PV-17	Cabeceira de Drenagem	90,00	0,40	0,50	18,00
ERO_43	7.411.178	211.455	Colinas Médias	Argissolo, PV-17	Cabeceira de Drenagem	130,00	0,60	0,60	46,80
ERO_44	7.412.770	209.853	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	100,00	0,50	0,70	35,00
ERO_45	7.410.282	208.597	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	400,00	0,30	0,50	60,00
ERO_46	7.409.383	208.317	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	200,00	0,90	0,70	126,00
ERO_47	7.407.340	207.434	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	240,00	0,40	0,80	76,80
ERO_48	7.410.638	211.430	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	25,00	0,20	0,60	3,00
ERO_49	7.409.921	211.457	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	150,00	0,45	0,50	33,75
ERO_50	7.409.462	211.737	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	270,00	1,20	1,00	324,00
ERO_51	7.402.143	214.079	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	7,00	0,50	0,30	1,05
ERO_52	7.401.867	214.515	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	18,00	0,25	0,50	2,25
ERO_53	7.401.747	214.616	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	80,00	0,50	0,70	28,00
ERO_54	7.401.238	215.033	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	50,00	0,60	0,80	24,00

### 3.20 - Sistema de macrodrenagem nas estradas vicinais

Os dispositivos de drenagem existentes nas estradas, como valetas, cacimbas, bocas de lobo, galerias foram verificados e cadastrados.

Foram identificadas e levantadas quinze (quinze) dispositivos de drenagem nas estradas vicinais. No Anexo Q constam as fichas com a localização e caracterização desses dispositivos, cujo resumo consta do Quadro 7 a seguir.

**Quadro 7 – Dispositivos de drenagem nas estradas vicinais.**

Código de Drenagem	Latitude	Longitude	Material	Extensão	Altura	Tipo de Seção
TTI_T01	7.409.874	195.090	Concreto	4,00	1,50	Circular
TTI_T02	7.420.243	201.328	Madeira	10,00	3,00	Retangular
TTI_T03	7.411.876	206.859	Concreto	30,00	6,00	Retangular
TTI_T04	7.408.438	204.312	Madeira	12,00	3,00	Retangular
TTI_T05	7.406.066	201.125	Madeira	11,00	2,40	Retangular
TTI_T06	7.404.258	200.464	Concreto	3,50	1,50	Circular
TTI_T07	7.425.892	209.900	Madeira	9,00	4,00	Retangular
TTI_T08	7.426.148	209.886	Madeira / Concreto	23,00	4,30	Retangular
TTI_T09	7.412.497	218.399	Concreto	15,00	4,00	Retangular
TTI_T10	7.409.887	214.119	Madeira	9,00	3,00	Retangular
TTI_T11	7.410.015	2139262	Madeira	12,00	3,50	Retangular
TTI_T12	7.412.574	2109008	Concreto	40,00	8,00	Retangular

Código de Drenagem	Latitude	Longitude	Material	Extensão	Altura	Tipo de Seção
TTI_T13	7.409.526	2119723	Madeira	14,00	3,70	Retangular
TTI_T14	7.405.678	212.099	Concreto	8,00	3,00	Retangular
TTI_T15	7.404.935	213.008	Concreto	3,50	1,50	Circular

### 3.21 - Delimitação das bacias de contribuição dos dispositivos de drenagem

A delimitação das bacias (sub-bacias hidrográficas) de contribuição dos dispositivos de drenagem foi realizada a partir dos mapas topográficos vetorizados e retificada do IBGE, na escala 1:50.000, considerando sua hidrografia retificada pelo Consórcio Key\_TCA\_VM e as curvas de nível de cotas altimétricas.

Essas bacias foram delimitadas considerando o caminhamento dos divisores d'água inseridos nos municípios ou fora deles (dependendo da área efetiva da bacia de contribuição), tendo como geometria de orientação a cota de maior altitude e exutório do curso d'água principal e seus afluentes.

A delimitação dessas bacias de contribuição se faz necessário para o cálculo das vazões máximas afluentes aos dispositivos de drenagem, que estão sendo calculadas a partir da Instrução Normativa do DAEE / DPO Nº 002/2007.

Importante ressaltar que os parâmetros e critérios considerados na definição das diretrizes dos Planos Diretores Municipais de Macrodrenagem Rural estão baseados nas orientações do DAEE, constantes da Instrução Técnica DAEE/DPO nº 002 de 2007, bem como o detalhamento metodológico apresentado no capítulo “Metodologia de Execução dos Estudos Hidrológicos” - Item 9 do Plano de Trabalho.

As bacias de contribuição dos dispositivos de drenagem também serão utilizadas para o estabelecimento e discussão dos critérios para os anteprojetos do sistema de macrodrenagem rural passíveis de outorga, por meio da Portaria DAEE nº 717/1996, a saber:

- Vazões de restrição - Com base nos levantamentos e nas definições das capacidades de veiculação hídrica dos corpos receptores, foram determinadas as vazões de restrição em cada afluente significativo, apresentadas, inclusive sob a forma de Diagramas Unifilares, de modo a orientar ações propostas para cada sub-bacia, visando garantir que nos eventos com o período de retorno de projeto, apenas as vazões adequadas cheguem aos canais principais.
- Níveis de cheias, para vários períodos de retorno.
- Período de retorno das vazões, superiores as de projeto, pelas quais foram delimitadas as áreas inundáveis, ao longo dos canais, para efeito de aquisição dos terrenos, por parte da municipalidade, e de orientação para a regulamentação do uso e ocupação do solo, visando à preservação das várzeas.
- Bordas livres adotados para cada tipo de obra, tais como canais abertos, reservatórios de detenção ou retenção, bueiros, diques, etc.

- Condições consideradas para canalizações, revestidas ou não.
- Critérios hidráulicos observados no dimensionamento dos reservatórios de detenção.
- Período de retorno das vazões para efeito de dimensionamento ou remanejamento de travessias de redes e de sistemas viários.
- Regime de chuvas críticas e cálculo do hietograma de projeto.

As bacias de contribuição dos dispositivos de drenagem nas estradas vicinais identificados e caracterizados na Etapa I estão apresentados nos Anexos R1, R2 e R3.

### **3.22 - Cálculo das áreas das bacias de contribuição dos dispositivos de drenagem**

Após a delimitação das bacias de contribuição dos dispositivos de drenagem identificados e caracterizados na Etapa I, foi efetuado o cálculo das áreas destas bacias com o auxílio de software de geoprocessamento (ArcGis).

Para as bacias de cada travessia existente, foram calculadas outras características relevantes, que possibilitaram o cálculo de vazão a partir de métodos consagrados na literatura: o coeficiente CN ("curve number"), o comprimento do talvegue da sub-bacia e a declividade equivalente do talvegue.

As áreas das bacias de contribuição dos dispositivos de drenagem estão apresentadas no Quadro 8.

**Quadro 8 – Área das bacias de contribuição**

<b>Bacia de contribuição</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>
TTI_B01	13,81
TTI_B02	86,07
TTI_B03	74,21
TTI_B04	2,57
TTI_B05	6,91
TTI_B06	0,94
TTI_B07	35,06
TTI_B08	283,80
TTI_B09	14,86
TTI_B10	2,19
TTI_B11	3,77
TTI_B12	14,04
TTI_B13	23,66
TTI_B14	15,06

### 3.23 - Cálculo dos coeficientes de deflúvio das bacias de contribuição dos dispositivos de drenem

O cálculo dos Coeficientes de Deflúvio das Bacias de Contribuição dos Dispositivos de Drenagem baseia-se no método de transformação “chuva x vazão” proposto pelo NRCS – “Natural Resources Conservation Service” do “U.S. Department of Agriculture” em 1972 e adequações posteriores.

O Departamento Nacional de Serviços de Conservação norte-americano, antigo SCS (“Soil Conservation Service”), fez diversas pesquisas com o objetivo de relacionar precipitação, deflúvio superficial, vegetação, tipo e ocupação do solo. Apesar de, originalmente ter sido desenvolvido para pequenas bacias rurais e eventos chuvosos diários, tem sido adaptado para as condições urbanas. O método propõe um simples equacionamento relacionando a altura precipitada, a altura da lâmina escoada e o índice de armazenamento d’água na bacia.

O cálculo do CN: “curve number” ou coeficiente de deflúvio leva em consideração as condições hidrológicas anteriores dos solos, o grupo hidrológico e o uso dado ao solo, ambos explicados abaixo:

A condição hidrológica dos solos influencia diretamente na capacidade de armazenamento de água de uma região, portanto é um fator significativo para o cálculo das vazões extremas. O Método NRCS distingue três condições de umidade do solo, sendo tecnicamente usual no Brasil adotar a condição II para fins de simulação hidrológica em macrodrenagem:

- Condição I: solos secos - chuvas recentes não ultrapassam 1 mm;
- Condição II: solos umedecidos - chuvas nos últimos cinco dias atingindo um total de até 40 mm. Esta condição é normalmente assumida em projetos de drenagem urbana;
- Condição III: solos úmidos (próximos da saturação) - chuvas nos últimos dias superiores a 40 mm.

Os grupos hidrológicos de solo são agrupamentos considerados no Método NRCS para distinguir as feições pedológicas a partir de suas características de escoamento. Os solos do Estado de São Paulo foram classificados nos Grupos Hidrológicos do NRCS por SARTORI et al., 2005b e enquadrados no grupo a partir da seguinte classificação:

- Grupo A: solos arenosos com baixo teor de argila; total inferior a 8%; não há rocha nem camadas argilosas, até profundidade de 1 m.
- Grupo B: solos arenosos, menos profundos que os solos do Grupo A e com maior teor de argila total, porém ainda inferior a 15%.
- Grupo C: solos barrentos com teor de argila entre 20 e 30%, mas sem camadas argilosas impermeáveis ou contendo pedras até a profundidade de 1,2 m.
- Grupo D: solos barrentos com teor de argila acima de 30%.

Finalmente, o uso do solo é outra variável que influencia no cálculo do CN. Cada uso dado a um terreno possui características específicas de impermeabilização, característica diretamente ligada com a capacidade de favorecer o escoamento superficial. A metodologia utilizada diferencia entre uma série de usos

do solo e combina o dado com as informações descritas acima, como consta no Quadro 9 para áreas rurais e na Quadro 10 para áreas urbanas:

**Quadro 9 - Curve Number para áreas rurais (Agricultura)**

Uso do solo	Descrição do Uso e Ocupação do Solo <sup>1</sup>	Condição Hidrológica <sup>2</sup>	Grupos Hidrológicos			
			A	B	C	D
Solo exposto (preparo para cultivo)	Solo exposto	--	77	86	91	94
	Cobertura de resíduos de culturas (CR)	Pobre	76	85	90	93
		Boa	74	83	88	90
Solo Cultivado	Superfície limpa (SR)	Pobre	72	81	88	91
		Boa	67	78	85	89
	SR + CR	Pobre	71	80	87	90
		Boa	64	75	82	85
	Com curvas de nível (C)	Pobre	70	79	84	88
		Boa	65	85	82	86
	C + CR	Pobre	69	78	83	87
		Boa	64	74	81	85
	Com curvas de nível &terraceado (C & T)	Pobre	66	74	80	82
		Boa	62	71	78	81
	C & T + CR	Pobre	65	73	79	81
		Boa	61	70	77	80
Pequenas plantações ou culturas	SR	Pobre	65	76	84	88
		Boa	63	75	83	87
	SR + CR	Pobre	64	75	83	86
		Boa	60	72	80	84
	C	Pobre	63	74	82	85
		Boa	61	73	81	84
	C + CR	Pobre	62	73	81	84
		Boa	60	72	80	83
	C & T	Pobre	61	72	79	82
		Boa	59	70	78	81
	C & T + CR	Pobre	60	71	78	81
		Boa	58	69	77	80
Plantações de legumes ou cultivados ou Culturas ou pastos rotativos	SR	Pobre	66	77	85	89
		Boa	58	72	81	85
	C	Pobre	64	75	83	85
		Boa	55	69	78	83
	C & T	Pobre	63	73	80	83
		Boa	51	67	78	80
Pastagens, cultura permanente ou forragem para formação de pastagens <sup>3</sup>	--	Pobre	68	79	86	89
	--	Média	49	69	79	84
	--	Boa	39	61	74	80
Campos permanente	--	Boa	30	58	71	78

<sup>1</sup>Áreas cobertas com resíduos de culturas deverá ser utilizado para até 5% de cobertura durante o ano.

<sup>2</sup>Condições hidrológicas são baseadas em uma combinação de fatores que pode afetar a infiltração e o escoamento superficial, incluindo:

- a) densidade de áreas cultivadas por vegetais;
- b) período no qual a área esta coberta ou vegetada durante o ano;
- c) quantidade de área gramada ou cultivada por leguminosas;
- d) percentual de resíduos de culturas anteriores sobre a superfície (boa > 20%), e
- e) grau de superfície compacta.

Pobre: fatores que dificultam a infiltração e colaboram com o aumento do escoamento superficial. Bom: fatores que colaboram com a infiltração, e, portanto, reduzem o escoamento superficial.

<sup>3</sup>Pobre: < 50% cobertura ou pastagem densa. Média: 50-75% coberto, sem pastagem densa; boa > 75% de cobertura e pastagem rara ou ocasional.

Uso do solo	Descrição do Uso e Ocupação do Solo <sup>1</sup>	Condição Hidrológica <sup>2</sup>	Grupos Hidrológicos			
			A	B	C	D
Parques e Jardins <sup>4</sup>	--	Pobre	48	67	77	83
	--	Média	35	56	70	77
	--	Boa	30 <sup>5</sup>	48	65	73
Combinação de áreas com pastagens e áreas florestadas ou reflorestadas <sup>6</sup>	--	Pobre	57	73	82	86
	--	Média	43	65	76	82
	--	Boa	32	58	72	79
Áreas Florestadas <sup>7</sup>	--	Pobre	45	66	77	83
	--	Média	36	60	73	79
	--	Boa	30	55	70	77
Chácaras, construções rurais e estradas de terra	--	--	59	74	82	86
Vias	Não pavimentada	--	72	82	87	89
	Cascalho	--	76	85	89	91

Fonte: Adaptado de USDA (2004).

**Quadro 10 - Curve Number para áreas urbanas**

Uso do solo	Área impermeável (%) <sup>8</sup>	Grupo Hidrológico			
		A	B	C	D
Área urbana totalmente desenvolvida (vegetação estabilizada)		--	--	--	--
Espaços livres (parques, cemitérios, etc.) <sup>9</sup>		--	--	--	--
Condições ruins (cobertura vegetal < 50%)		68	79	86	89
Condições médias (cobertura vegetal 50-75%)		49	69	79	84
Condições boas (cobertura vegetal > 75%)		39	61	74	80
Áreas impermeáveis		--	--	--	--
Estacionamentos pavimentados, telhados e ruas		98	98	98	98
Ruas e rodovias		--	--	--	--
Pavimentadas, com sistema de drenagem		98	98	98	98
Pavimentadas, sem sistema de drenagem		83	89	92	93
Cascalho		76	85	89	91
Não pavimentada		72	82	87	89
Áreas urbanas não ocupadas		--	--	--	--

<sup>4</sup>Pobre: < 50% cobertura; Média: 50-75% cobertura; Boa: > 75% de cobertura.

<sup>5</sup>O valor mínimo de CN deve ser igual a 30, ainda que o valor obtido seja inferior.

<sup>6</sup>CN determinado neste caso considera 50% da área coberta com árvores ou vegetação densa, e os outros 50% de área com pastagem. Outras combinações podem ser obtidas calculando-se CN de áreas florestadas em composição com o CN de áreas de pastagens.

<sup>7</sup>Pobre: pequenas florestas, árvores de pequeno porte, e áreas arbustivas destruídas por pastagens ou queimadas regularizadas. Média: as árvores estão menos densas, mas não houve queima, e há uma cobertura razoável de área florestada. Boa: as árvores estão protegidas e as demais áreas cobertas.

<sup>8</sup> O percentual de área impermeável considerado foi utilizado na composição do CN. Outros aspectos adotados: áreas impermeáveis estão conectadas diretamente ao sistema de drenagem, áreas impermeáveis têm CN igual a 98, e áreas permeáveis são consideradas como espaços abertos e com boas condições de drenagem.

<sup>9</sup>CN apresentado equivale ao de áreas gramadas ou com pastagem. Um CN composto pode ser utilizado para outras combinações de áreas abertas.

Uso do solo	Área impermeável (%) <sup>8</sup>	Grupo Hidrológico			
		A	B	C	D
Áreas permeáveis (natural) <sup>10</sup>	63	77	85	88	
Áreas impermeáveis (artificial)	96	96	96	96	
Distritos urbanos: Comercial	85	89	92	94	95
Distritos urbanos: Industrial	72	81	88	91	93
Residencial: Tipo 1 (aprox. 500 m <sup>2</sup> )	65	77	85	90	92
Residencial: Tipo 2 (aprox. 1000 m <sup>2</sup> )	38	61	75	83	87
Residencial: Tipo 3 (aprox. 1350 m <sup>2</sup> )	30	57	72	81	86
Residencial: Tipo 4 (aprox. 2000 m <sup>2</sup> )	25	54	70	80	85
Residencial: Tipo 5 (aprox. 4050 m <sup>2</sup> )	20	51	68	79	84
Residencial: Tipo 6 (aprox. 8100 m <sup>2</sup> )	12	46	65	77	82
Áreas urbanas em desenvolvimento (permeável, sem vegetação)	77	86	91	94	

Fonte: Adaptado de USDA (2004).

Na prática, costuma-se adotar coeficientes compostos para as sub-bacias, de forma a abranger a variabilidade de solo e de uso do solo existentes.

Os dados e informações relativas as bacias de contribuição dos dispositivos de drenagem estão apresentados nos Anexos R1, R2 e R3.

## 4. Prognóstico da situação atual

O Prognóstico foi elaborado a partir da situação atual dos sistemas de macrodrenagem associados às estradas rurais vicinais e dos pontos críticos de erosão que interferem nestes sistemas, identificados e avaliados na fase de diagnóstico. Tem como objetivo a proposição de medidas de contenção, correção e prevenção para as áreas e erosões diagnosticadas, através da concepção de projetos de controle e de diretrizes de ação.

Esta etapa visa, essencialmente, elencar medidas de controle preventivo e corretivo do fenômeno erosivo nas áreas identificadas a partir de programas específicos em função dos riscos constatados e a prevenção em termos de priorizar a redução da magnitude dos processos erosivos e de reorientação da ocupação do uso e manejo das terras, além da proposta de intervenções no sistema de macrodrenagem rural, de modo a minimizar os impactos, com ênfase numa perspectiva preventiva, apoiada em ações de programas específicos.

A erosão acelerada, ou erosão antrópica, é um problema mundial. Vastas áreas estão sujeitas à degradação do solo, às vezes de forma irreversível, por uma série de processos como erosão e desertificação acelerada, compactação e selamento, salinização, acidificação, diminuição da matéria orgânica e da fertilidade do solo e redução da biodiversidade.

No Brasil, a perda da camada superficial é a principal forma de degradação dos solos. Em razão da ampliação da fronteira agrícola e do uso intensivo do solo, HERNANI et al. (2002) estimaram perdas totais

<sup>10</sup>CN composto para áreas naturalmente desocupadas devem ser consideradas utilizando as figuras abaixo, fundamentadas na área impermeável (CN = 98) e na área permeável (CN variável). Para as áreas permeáveis adota-se como equivalente condições hidrológicas ruins.

---

anuais de solo em áreas de lavoura da ordem de 750 milhões de toneladas e de 70 milhões de toneladas para as áreas de pastagens em todo o país.

O desmatamento para fins de produção agrícola e a adoção de práticas de preparo do solo inadequadas para áreas susceptíveis à erosão tem aumentado os processos erosivos e, como consequência, o assoreamento dos cursos d'água, reservatórios e açudes ocasionando inclusive a perda das matas de galeria.

Os principais processos erosivos lineares (ravinas, voçorocas e sulcos) estão geralmente associados aos solos arenosos e às cabeceiras dos cursos d'água de primeira ordem.

O controle da erosão exige a caracterização dos fatores e mecanismos relacionados às causas do desenvolvimento dos processos erosivos. Assim, o primeiro ponto a ser considerado são os locais onde há maior concentração de erosões lineares, pois esses locais consistem em zonas de convergência dos fluxos superficial e subterrâneo (no caso de cabeceiras de cursos d'água), havendo assim uma interação sinergética favorável aos processos causadores de incisões sobre vertentes.

Em função dessa característica, áreas de cabeceira de drenagem devem ser consideradas como áreas de risco de erosão e, portanto, de formação de voçorocas.

A declividade é outro fator importante a ser levado em conta, já que interfere de maneira direta no escoamento superficial, sendo função inversa da infiltração da água no solo, ou seja, quanto maior a declividade menor a taxa de infiltração.

O poder erosivo da água depende do volume e velocidade do escoamento, da espessura da lâmina d'água, da declividade e comprimento da vertente e da presença de vegetação. Conforme o tipo de vegetação e a extensão da área vegetada este processo pode ser mais ou menos intenso. A partir da retirada da cobertura vegetal, o solo fica exposto à erosão hídrica que é caracterizada por processos que se dão em três fases: desagregação, transporte e deposição. A precipitação que atinge a superfície do solo inicialmente provoca o umedecimento dos agregados, reduzindo suas forças coesivas.

Com a continuidade da chuva e o impacto das gotas, os agregados são desintegrados em partículas menores. A quantidade de agregados desintegrados cresce com o aumento da energia cinética da precipitação, que é função da intensidade, da velocidade e do tamanho das gotas da chuva. O transporte propriamente dito do solo somente começa a partir do momento em que a intensidade da precipitação excede a taxa de infiltração. Esta por sua vez, tende a decrescer com o tempo, tanto pelo umedecimento do solo como pelo efeito decorrente do selamento superficial provocado, em especial, pelo impacto das gotas de chuva. Uma vez estabelecido o escoamento, a enxurrada se move morro abaixo, podendo concentrar-se em pequenas depressões, mas sempre ganhará velocidade à medida que o volume da suspensão e a declividade do terreno aumentarem.

Com isto a sua capacidade de gerar atrito e desagregação se ampliam à medida que a enxurrada se movimenta, diminuindo portanto a infiltração da água no solo e aumentando o escoamento superficial, dependendo da intensidade da chuva.

A capacidade de transporte da água que escoa superficialmente depende do volume e da velocidade da água e da declividade do terreno. Dessa forma, o escoamento pode ser difuso ou concentrado. O escoamento difuso tem início quando a quantidade de água precipitada é maior que a velocidade de infiltração, e pode transportar partículas de solo, provocar, de início, sulcos poucos profundos com possibilidade de evoluir para ravinas e voçorocas.

---

O controle dos processos erosivos deve então estar fundamentado em princípios básicos de manejo de solos com o propósito de evitar o impacto das gotas de chuva, facilitar a infiltração de água no solo, e disciplinar o escoamento superficial, seja ele difuso ou, em especial, concentrado (ALMEIDA; RIDENTE JÚNIOR, 2001).

## 4.1 - Importância das práticas de controle de erosão rural

A integração de várias técnicas no uso e manejo do solo, protegendo-o com cobertura vegetal em épocas de incidência de chuvas intensas e conduzindo o excesso de águas pluviais são os fundamentos para uma prática produtiva e conservacionista. É imprescindível o uso de tais técnicas estejam aliadas à conscientização e a cobrança dos usuários e responsáveis pelo uso e manejo do solo, no intuito de se evitar e/ou minimizar os processos erosivos.

As medidas de controle e ações devem ser aplicadas de forma a evitar o desgaste e empobrecimento do solo nas suas diversas fases e formas, através de práticas que aumentem a infiltração de água no seu perfil, que intensifiquem a cobertura vegetal, seja esta viva ou morta, e que reduzam o escoamento superficial.

A aplicação de tais medidas combate o empobrecimento do solo, favorece aumento da quantidade e a melhoria da qualidade das águas, garante a recarga de aquíferos e manutenção do ciclo d'água e promovem a preservação da vida silvestre e biodiversidade local.

As ações de controle de erosão devem ser integradas e sistêmicas, envolvendo produtores rurais, municíipes e órgãos de administração pública, somando esforços para atingirem soluções de problemas comuns, extrapolando os limites municipais e englobando a totalidade da área das sub-bacias.

Através destas ações se pretende não só a redução considerável da erosão hídrica, o que deve conduzir a uma reversão do processo de degradação do meio ambiente, mas também o aumento da produção e produtividade agrícola, o que deverá acarretar no aumento da renda dos agricultores e garantia da continuidade da preservação do solo e a sustentabilidade da produção no campo.

## 4.2 - Estratégias de intervenções técnicas segundo a classificação das estradas

De acordo com o Manual de Adequação das Estradas Rurais da CATI (2003), a seleção da estratégia de intervenção a ser adotada pelo componente para solucionar os problemas de inadequação de uma estrada rural, guarda estreita correlação com a característica apresentada pelos mais variados trechos-tipo que dela fazem parte. Essa forma peculiar de abordagem se reveste do diferencial quanto ao racional modo de agir do componente, e foi assim consolidada pela CATI, de forma a resultar no tratamento mais apropriado a ser dado a uma determinada rural alvo de projeto de melhoria, cujo desenvolvimento dar-se-á sob um ambiente apresentando condições extremamente limitantes quanto ao montante de recursos financeiros para investimento das obras de adequação.

O Quadro 11 apresenta a classificação, segundo a CATI, dos trechos-tipo e suas respectivas tecnologias de adequação recomendadas.

**Quadro 11 - Trechos-tipo e suas Respectivas Tecnologias de Adequação.**

<b>Classificação</b>	<b>Levantamentos de Campo Requeridos em Projeto (Apoio Topográfico)</b>	<b>Tecnologia de Adequação para Adoção em Projeto</b>
TRECHO TIPO A	Locação e Nivelamento do Eixo da Diretriz de Projeto	<b>Tecnologia Alternativa</b> prevê:  - a manutenção do greide da pista de rolamento nas mesmas condições planialtimétricas encontradas;  - execução de pequenos alargamentos em pontos localizados da plataforma;
TRECHO TIPO B	- Locação e Nivelamento do Eixo da Diretriz de Projeto;  - Seções Transversais	<b>Tecnologia Convencional</b> prevê:  - elevação radical do leito da pista de rolamento através da quebra de taludes de forma a permitir a recepção adequada das águas superficiais que contribuem à plataforma, antes lavoura/estrada para estrada/lavoura, conduzindo-as a sistemas de terraço ou outros dispositivos apropriados.
TRECHO TIPO C	- Locação e Nivelamento do Eixo da Diretriz de Projeto;	<b>Tecnologia Alternativa</b> prevê:  - a manutenção do greide da pista de rolamento nas mesmas condições planialtimétricas encontradas;  - taludes estáveis ou vegetados.
	- Locação e Nivelamento do Eixo da Diretriz de Projeto;  - Seções Transversais	<b>Tecnologia Convencional</b> prevê:  - intervenção moderada, através da elevação parcial do leito da pista de rolamento, em que as condições de drenagem da plataforma estejam seriamente prejudicadas. Adicionalmente, nesses casos, prevê-se também a reconformação dos taludes de corte via escalonamento, onde os mesmos apresentem problemas de instabilidade.
TRECHO TIPO D	- Locação e Nivelamento do Eixo da Diretriz de Projeto;	<b>Tecnologia Alternativa</b> prevê:  - a manutenção do greide da pista de rolamento nas mesmas condições planialtimétricas encontradas;  - execução de pequenos alargamentos em pontos localizados na plataforma.

Fonte: Manual de Adequação das Estradas Rurais CATI, 2003.

## 4.3 - Medidas propostas para intervenções nos pontos críticos de erosão no município de Tatuí

Durante a fase do diagnóstico, foram identificados e levantados em Tatuí 54 (cinquenta e quatro) pontos críticos de erosão associados às estradas vicinais. Tais pontos verificados na ocasião dos levantamentos em campo realizados para elaboração do presente trabalho referem-se principalmente a processos erosivos nas cabeceiras de drenagem e laminares, com eventuais pontos de voçorocas.

O Quadro 12 apresenta o resumo da localização e caracterização dos pontos críticos de erosão identificados associados às estradas vicinais.

**Quadro 12 - Pontos Críticos de Erosão Associados às Estradas Vicinais do Município de Tatuí**

Código Erosão	Latitude	Longitude	Geomorfologia	Pedologia	Processo Erosivo	Comprimento (m)	Profundidade (m)	Largura (m)	Volume (m3)
ERO_01	7.413.024	193.874	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	1,50	0,60	1,50	1,35
ERO_02	7.410.488	195.321	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	350,00	0,65	0,80	182,00
ERO_03	7.409.745	195.040	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	60,00	0,40	0,5	12,00
ERO_04	7.409.302	194.615	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	100,00	0,20	0,25	5,00
ERO_05	7.406.957	192.673	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	15,00	0,15	0,50	1,13
ERO_06	7.406.942	192.455	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	28,00	0,20	0,30	1,68
ERO_07	7.414.981	196.802	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	30,00	0,15	0,30	1,35
ERO_08	7.414.877	195.564	Colinas Médias	Argissolo, PV-17	Laminar	15,00	0,10	0,30	0,45
ERO_09	7.416.029	205.584	Colinas Médias	Argissolo, PV-17	Cabeceira de Drenagem	1,50	0,40	1,00	0,60
ERO_10	7.416.206	205.461	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	240,00	0,30	0,40	28,80
ERO_11	7.417.359	204.850	Colinas Médias	Argissolo, PV-17	Cabeceira de Drenagem	80,00	0,30	0,40	9,60
ERO_12	7.418.221	203.981	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	180,00	0,30	0,80	43,20
ERO_13	7.418.339	203.726	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Boçoroca	300,00	1,70	1,20	612,00
ERO_14	7.418.747	203.055	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Boçoroca	230,00	1,50	1,00	345,00
ERO_15	7.419.965	202.133	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	350,00	0,35	0,50	61,25
ERO_16	7.420.101	201.518	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	70,00	0,40	0,30	8,40
ERO_17	7.421.258	199.487	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	150,00	0,50	0,60	45,00
ERO_18	7.421.446	198.262	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	80,00	0,25	0,30	6,00
ERO_19	7.421.437	197.936	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	200,00	1,00	1,20	240,00
ERO_20	7.407.959	203.441	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	30,00	0,15	0,60	2,70
ERO_21	7.407.102	201.416	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	50,00	0,20	0,35	3,50
ERO_22	7.406.234	201.222	Colinas Médias	Argissolo, PV-17	Laminar	15,00	0,25	0,40	1,50
ERO_23	7.403.302	200.607	Colinas Médias	Argissolo, PV-17	Laminar	20,00	0,40	0,60	4,80
ERO_24	7.403.948	202.598	Colinas Médias	Argissolo, PV-17	Cabeceira de Drenagem	20,00	0,35	1,00	7,00
ERO_25	7.406.808	202.587	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	35,00	0,35	0,45	5,51

Código Erosão	Latitude	Longitude	Geomorfologia	Pedologia	Processo Erosivo	Comprimento (m)	Profundidade (m)	Largura (m)	Volume (m³)
ERO_26	7.417.477	209.158	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	18,00	0,20	0,60	2,16
ERO_27	7.418.413	209.499	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	80,00	0,15	0,00	6,00
ERO_28	7.418.716	209.547	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	9,00	0,30	0,70	1,89
ERO_29	7.419.621	209.751	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	270,00	0,50	0,70	94,50
ERO_30	7.419.871	209.750	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	180,00	0,30	0,80	43,20
ERO_31	7.420.403	209.834	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	35,00	0,20	0,30	2,10
ERO_32	7.420.950	209.720	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	7,00	0,52	0,80	2,91
ERO_33	7.421.134	209.790	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	32,00	0,30	0,40	3,84
ERO_34	7.421.695	210.179	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	50,00	0,15	0,70	5,25
ERO_35	7.422.406	210.344	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	380,00	0,30	0,42	47,88
ERO_36	7.422.980	210.347	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	-	100,00	0,20	0,35	7,00
ERO_37	7.423.553	210.190	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	150,00	0,20	0,60	18,00
ERO_38	7.409.867	213.865	Colinas Médias	Argissolo, PV-17	Laminar	12,00	0,10	0,40	0,48
ERO_39	7.409.887	213.354	Colinas Médias	Argissolo, PV-17	Laminar	12,00	0,10	0,40	0,48
ERO_40	7.410.684	212.755	Colinas Médias	Argissolo, PV-17	Laminar	30,00	0,15	0,45	2,025
ERO_41	7.410.849	212.195	Colinas Médias	Argissolo, PV-17	Cabeceira de Drenagem	120,00	0,50	0,60	36,00
ERO_42	7.410.986	211.751	Colinas Médias	Argissolo, PV-17	Cabeceira de Drenagem	90,00	0,40	0,50	18,00
ERO_43	7.411.178	211.455	Colinas Médias	Argissolo, PV-17	Cabeceira de Drenagem	130,00	0,60	0,60	46,80
ERO_44	7.412.770	209.853	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	100,00	0,50	0,70	35,00
ERO_45	7.410.282	208.597	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	400,00	0,30	0,50	60,00
ERO_46	7.409.383	208.317	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	200,00	0,90	0,70	126,00
ERO_47	7.407.340	207.434	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	240,00	0,40	0,80	76,80
ERO_48	7.410.638	211.430	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	25,00	0,20	0,60	3,00
ERO_49	7.409.921	211.457	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	150,00	0,45	0,50	33,75
ERO_50	7.409.462	211.737	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	270,00	1,20	1,00	324,00
ERO_51	7.402.143	214.079	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Laminar	7,00	0,50	0,30	1,05
ERO_52	7.401.867	214.515	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	18,00	0,25	0,50	2,25
ERO_53	7.401.747	214.616	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	80,00	0,50	0,70	28,00
ERO_54	7.401.238	215.033	Colinas Médias	Latossolo, LV-42	Cabeceira de Drenagem	50,00	0,60	0,80	24,00

#### 4.3.1 - Manutenção e adequação das estradas vicinais

Estradas vicinais são aquelas não pavimentadas, também chamadas de agrovias ou estradas rurais. Constituem-se nas principais ligações entre as propriedades rurais e povoados vizinhos, além de servirem de acesso às vias principais. Em Tatuí também é possível verificar a presença de estradas destinadas exclusivamente à movimentação interna das propriedades rurais, que possuem como principal função o trânsito de moradores, máquinas, equipamentos e produtos agrícolas até as estradas vicinais. Tais estradas

---

são caracterizadas pela ausência de revestimento, com pavimento constituído com materiais locais apenas conformados ou por possuírem algum tipo de revestimento primário.

As estradas não pavimentadas permitem o acesso da população rural a serviços básicos, como saúde, educação, comércio e lazer, reduzindo o êxodo rural. Desta forma estradas em boas condições de tráfego são importantes para a economia agrícola, para a convivência social e o acesso a recursos fundamentais da sociedade.

As águas pluviais promovem erosão no solo se atingirem a velocidade erosiva, que será tanto maior quanto maior for o volume da enxurrada. Desta forma a captação estratégica da água impedindo a formação de grandes massas e de velocidade erosiva é a solução para a conservação das estradas e traz como benefícios indiretos a recarga dos aquíferos subterrâneos.

A erosão provocada pela água no leito e nas margens das estradas não pavimentadas é um dos principais fatores para sua deterioração, sendo responsável, muitas vezes, por até 50% das perdas de solo. Estudos sobre a conservação das estradas vicinais evidenciam o transporte de sedimentos, a erosão do solo e nas margens de estradas carreando materiais sólidos para os leitos dos rios como fatores importantes na diminuição da qualidade ambiental e dos recursos hídricos (CEPA, 1999).

Para o efetivo controle da erosão em estradas vicinais, é de fundamental importância atuar eficientemente na origem do problema, o escoamento superficial. O *Maine Departement of Environmental Protection* - MDEP (2010) diz que a má drenagem das estradas está ligada a cerca de 80% dos problemas que ocorrem em estradas não pavimentadas. Os efeitos da erosão em estradas vicinais podem ser reduzidos a partir da adoção de medidas que minimizem as consequências do escoamento superficial da água gerados localmente ou nas áreas adjacentes. Os sistemas de drenagem devem evitar que o escoamento superficial acumule-se na estrada e passe a utilizá-la para o seu escoamento (GRIEBELER et al., 2005). A água que escoa pelas estradas deve ser recolhida em suas laterais e levadas, controladamente, para escoadouros naturais ou artificiais, bacias de acumulação ou outro tipo de sistema de retenção localizado no terreno que margeia a estrada ou em suas adjacências (GRIEBELER et al., 2005).

#### **4.3.2 - Elementos de proteção das estradas vicinais**

Vários elementos são utilizados para a proteção das estradas não pavimentadas contra a erosão, que tem como função principal remover a água provinda do escoamento para fora da estrada. Entre eles temos:

- Abaulamento da seção transversal da pista de rolamento;
- Melhorias na plataforma da seção transversal;
- Terraceamento;
- Superelevação nas curvas;
- Bueiros ou Travessias; e
- Canaletas em concreto armado ou pré-moldadas;

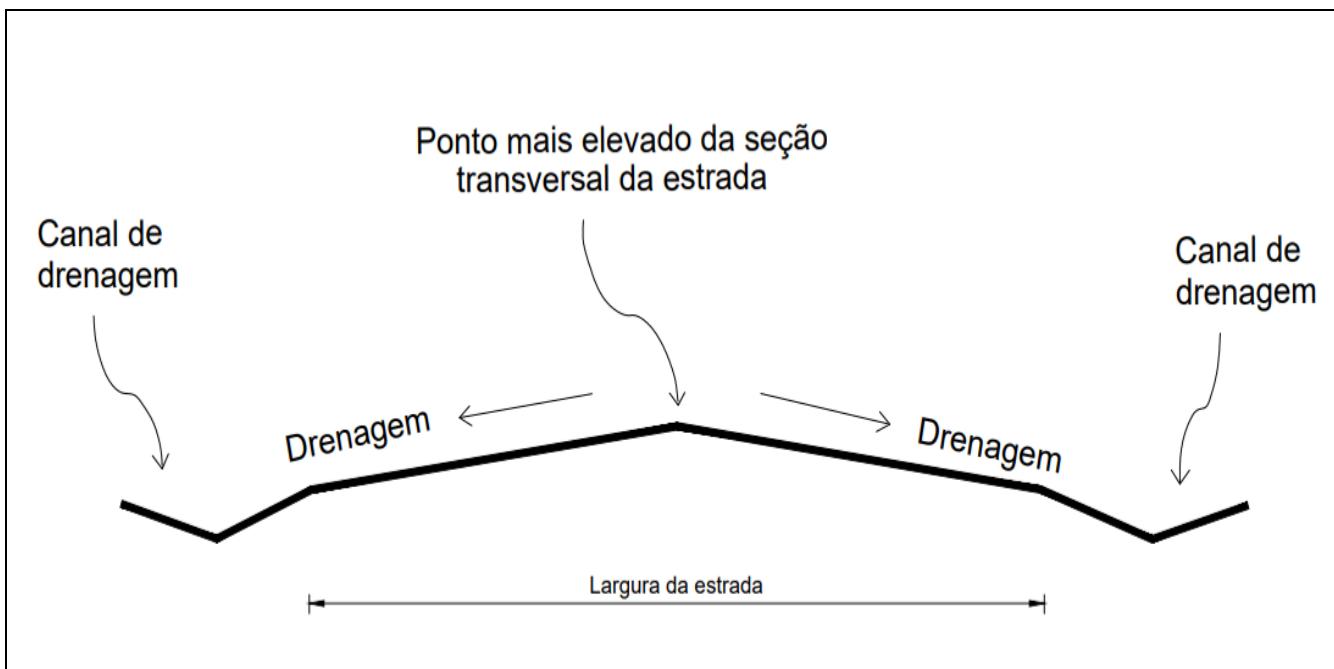
A seguir, serão descritos cada um dos elementos propostos de proteção das estradas vicinais.

#### 4.3.2.1 - Abaulamento da seção transversal da pista de rolamento

Abaulamento do leito é o nome dado à forma convexa que se dá a secção transversal da estrada para que a água da chuva não permaneça sobre ela, devendo promover a rápida remoção dessas águas, não permitindo que a água permaneça por muito tempo na superfície. Para a construção do abaulamento deve-se levar em consideração a necessidade de drenagem, a comodidade dos usuários, uma vez que o abaulamento em excesso leva os condutores a trafegarem no centro da pista (GRIEBELER et al., 2005).

Para o presente trabalho, propõe-se inclinação da secção transversal da pista de rolamento na faixa de 4%. O objetivo dessa inclinação é promover a adequada drenagem da plataforma, encaminhando as águas superficiais para os dispositivos destinados a recebê-las evitando, desse modo, o acúmulo de águas sobre a pista. Tal procedimento é de vital importância para as estradas rurais, uma vez que proporciona uma maior perenização do seu leito, conforme se representa na Figura 19.

**Figura 19 - Perfil Transversal de uma Estrada com Superfície ABAULADA.**



Fonte: SILVA, 2011.

#### 4.3.2.2 - Melhorais na plataforma da seção transversal

Para a correção dos trechos de estradas erodidas, propõe-se a terraplanagem de suas plataformas, segundo os gabaritos estabelecidos no projeto de adequação. Para tanto, é necessário a execução de uma série de serviços destinados a promover melhoramentos e elevar o padrão deste trecho de estrada, tais como: remoção e recolocação de cercas, serviços de destoca e limpeza do terreno, corte e recuo do horizonte A, abatimento de taludes e aterros, compactação para desenvolvimento e um greide, em conformidade com os níveis dos investimentos pretendidos e contenção do escoamento superficial das águas do leito da estrada, bem como das áreas adjacentes, para locais de captação das mesmas.

### 4.3.2.3 - Terraceamento

Conforme as técnicas recomendadas por LOMBARDI NETO (1994), propõe-se a construção de terraços em desnível em que a drenagem com gradiente tem a função de interceptor para o escoamento do excesso das águas superficiais. Esta técnica é indicada para solos cuja permeabilidade é lenta ou moderada, como é o caso dos trechos de estradas submetidos ao processo de correção.

Propõe-se sistema de terraços embutidos, caracterizado por ser construído de modo que o canal tenha formato triangular fazendo com que o talude, que separa o canal do camalhão, fique praticamente vertical.

O espaçamento entre os terraços embutidos deve ser calculado em função da capacidade de infiltração de água no solo, da resistência que o solo apresenta contra a erosão e do uso e manejo do solo. Os terraços devem ser construídos em desnível e, nos espaços entre os terraços, deve ser colocada vegetação para facilitar a infiltração das águas e dificultar o escoamento superficial das mesmas.

As equações para o dimensionamento do espaçamento entre os terraços a serem utilizadas, são as propostas por LOMBARDI (1994) para determinar o espaçamento vertical e horizontal entre os terraços, conforme segue:

$$EV = 0,4515 \times K \times (D)^{0,58} \times \left[ \frac{(\mu + m)}{2} \right]$$

Onde:

- EV = espaçamento vertical entre terraços, em m;
- D = declividade do terreno em porcentagem;
- K = índice variável para cada tipo de solo;
- $\mu$  = fator de uso do solo;
- m = fator de manejo do solo (preparo do solo e manejo de restos culturais).

Para o espaçamento horizontal:

$$EH = \frac{(100 \times EV)}{D}$$

Onde:

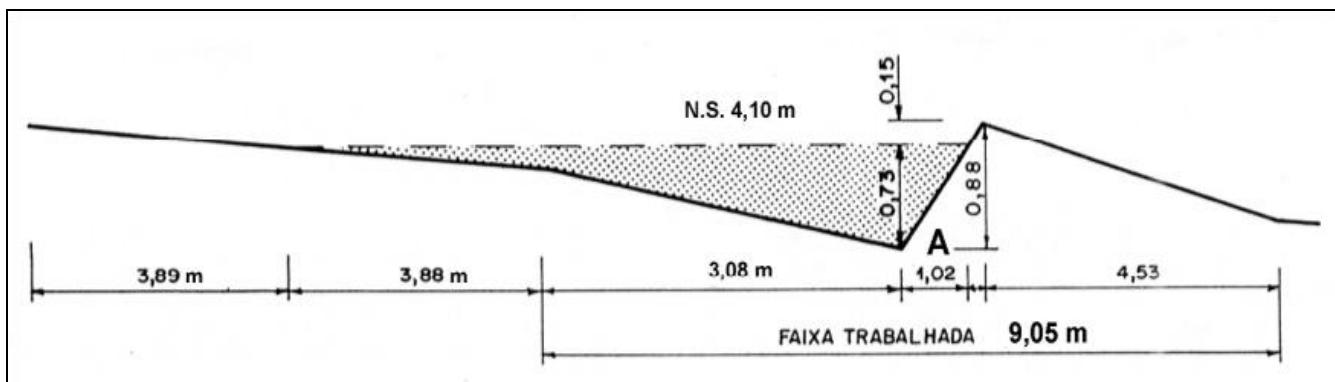
- EH = espaçamento horizontal entre terraços, em m;
- EV = espaçamento vertical entre terraços, em m;
- D = declividade, expressa em porcentagem.

Os terraços embutidos devem ser construídos com equipamento do tipo trator de esteiras, com pequeno gradiente de 1,0%, com a finalidade de reter, infiltrar e escoar, lentamente, a parcela excessiva das águas das chuvas lançadas no solo, de forma a minimizar o poder erosivo das vazões.

A secção transversal deve ser dimensionada em função do volume de água possível de ser escoada pela superfície do terreno, localizada imediatamente acima do terraço. A dimensão dos canais desses terraços embutidos deve ser de cerca de 3,00 m com profundidade de aproximadamente 30 cm real de corte no solo; com isso, as águas de enxurradas deverão ser conduzidas a uma velocidade não superior a 3,00 m/s. A Figura

20 apresenta a seção transversal típica do terraço embutido.

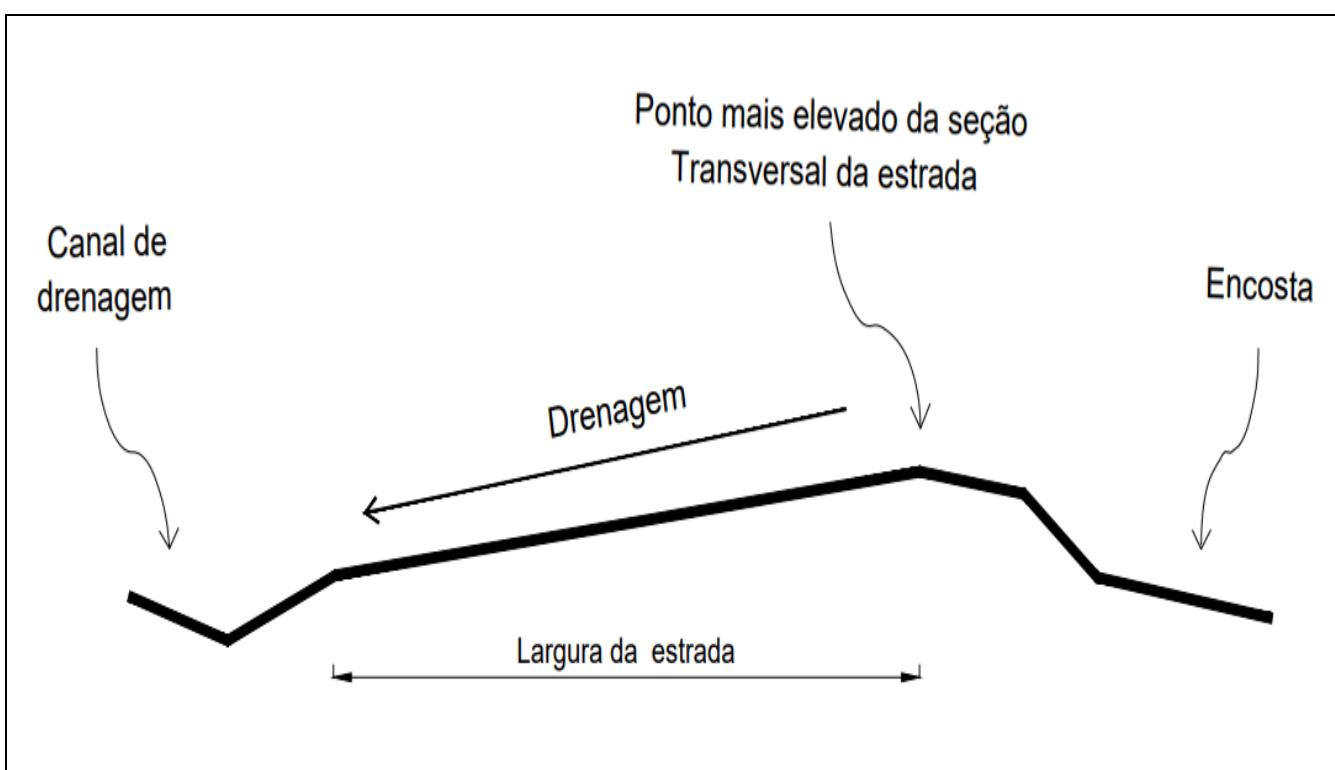
**Figura 20 - Seção Transversal Típica de Terraço Embutido.**



#### 4.3.2.4 - Superelevação nas curvas

A superelevação das estradas está diretamente relacionada à drenagem da água da superfície da estrada e consiste na elevação de apenas um de seus lados. Esta prática deve ser utilizada em estradas não pavimentadas em trechos com conformação retilínea, tendo como objetivo drenar a água que cai no leito para o canal de drenagem da estrada (SILVA, 2011) (Figura 21).

**Figura 21 - Perfil Transversal de uma Estrada com Superelevação.**



Fonte: Silva, 2011.

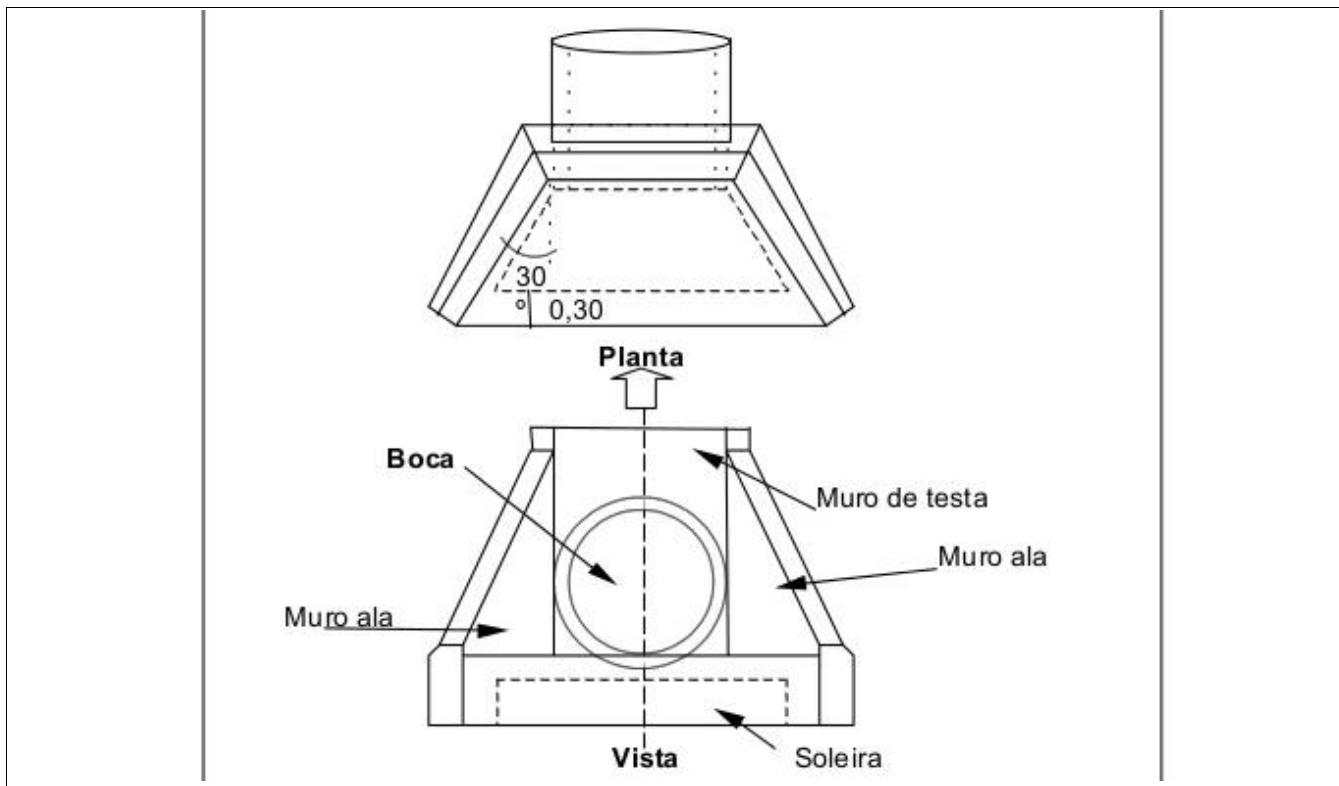
## 4.4 - Obras de drenagem superficial

### 4.4.1 - Bueiros ou travessias

Bueiros são dispositivos destinados a conduzir as águas de um talvegue natural ou artificial, de um lado para o outro da rodovia (bueiros de grota), ou proporcionar a passagem das águas coletadas pelas sarjetas, ou outros dispositivos de drenagem em plataformas encaixadas para os pontos convenientes de descarga (bueiros de greide). Por razões altimétricas, necessitam de dispositivos especiais de captação e deságue, em geral, caixas coletoras e/ou saídas d'água (bocas) (CATI, 2003).

No que tange aos dispositivos a serem adotados para a drenagem corrente destinada às obras de adequação de estradas rurais, os mesmos vão se restringir à execução de bueiros tubulares de concreto, simples ou armados (Figura 22), uma vez que os mesmos têm sido largamente utilizados nesses tipos de serviços, tendo em vista sua ampla disponibilidade no mercado, enquadrando-se perfeitamente às especificações técnicas previstas nos projetos de drenagem de obras dessa natureza (CATI, 2003.).

**Figura 22 - Esquema de um Bueiro Simples Tubular de Concreto.**



Fonte: Ministério da Defesa, 2001.

O dimensionamento dos bueiros em estradas rurais leva em conta o máximo de escoamento superficial que poderá ocorrer na estrada, a capacidade de infiltração de água no solo e as culturas exploradas nas suas adjacências. Os canais que conduziram a água para a área marginal deve ter declividade pequena, a fim de

não provocar a erosão e o espaçamento entre eles devem ser calculado de modo que o volume de água não seja grande (GRIEBELER, 2002).

Os bueiros foram dimensionados de acordo com a vazão esperada, a capacidade erosiva de escoamento e o tipo de material dos drenos.

O cálculo do volume de água na seção da estrada levou em consideração as seguintes variáveis:

- Comprimento (C);
- Largura (L);
- Lâmina d'água (h), baseada em uma precipitação de 24h, em metros.

Em regiões em que não haja a disponibilidade dos dados de precipitação pluviométricas facilmente acessíveis, deve-se adotar o valor da lâmina d'água de uma chuva intensa de 100 mmh<sup>-1</sup>, ou seja, 0,1 m, de acordo com a equação a seguir:

$$V = C \times L \times h$$

Em todos os tipos de solos, assim como nas estradas, a resistência à deformação é menor quando o leito se encontra úmido. Os sistemas de drenagem das estradas não pavimentadas são dimensionados de acordo com a vazão esperada, a capacidade erosiva do escoamento e o tipo de material dos drenos, desta forma, os drenos devem ser construídos de modo que não sejam erodidos e deem vazão à água coletada (GRIEBELER, et al., 2009).

O Quadro 13 apresenta as travessias existentes nas estradas vicinais do município.

**Quadro 13 - Travessias Existentes nas Estradas Vicinais**

Cod. da Travessia	Latitude	Longitude	Material	Extensão	Altura	Tipo de Seção
TTI_T01	7.409.874	195.090	Concreto	4,00	1,50	Circular
TTI_T02	7.420.243	201.328	Madeira	10,00	3,00	Retangular
TTI_T03	7.411.876	206.859	Concreto	30,00	6,00	Retangular
TTI_T04	7.408.438	204.312	Madeira	12,00	3,00	Retangular
TTI_T05	7.406.066	201.125	Madeira	11,00	2,40	Retangular
TTI_T06	7.404.258	200.464	Concreto	3,50	1,50	Circular
TTI_T07	7.425.892	209.900	Madeira	9,00	4,00	Retangular
TTI_T08	7.426.148	209.886	Madeira / Concreto	23,00	4,30	Retangular
TTI_T09	7.412.497	218.399	Concreto	15,00	4,00	Retangular
TTI_T10	7.409.887	214.119	Madeira	9,00	3,00	Retangular
TTI_T11	7.410.015	2139262	Madeira	12,00	3,50	Retangular
TTI_T12	7.412.574	2109008	Concreto	40,00	8,00	Retangular
TTI_T13	7.409.526	2119723	Madeira	14,00	3,70	Retangular
TTI_T14	7.405.678	212.099	Concreto	8,00	3,00	Retangular
TTI_T15	7.404.935	213.008	Concreto	3,50	1,50	Circular

Com base nas áreas das sub-bacias hidrográficas, foi realizado o estudo hidrológico e posterior verificação hidráulica dos dispositivos existentes.

Os Quadros 14 e 15 apresentam o resultado da verificação da capacidade hidráulica das travessias existentes e a condição de cada uma de acordo com a demanda de vazão (suficiente ou insuficiente).

**Quadro 14 - Verificação da Capacidade Hidráulica das Travessias Existentes**

Sub Bacia	Cod. da Travessia	Área Impermeável (%)	Extensão Talvegue (km)	Área (km²)	CN	Cota Montante (m)	Cota Jusante (m)
1	TTI_B01	4	6,4300	13.81	67.84	670	610
2	TTI_B13	0	11,0000	23.66	68.34	690	575
4	TTI_B03	3	17,3000	74.21	65.05	610	550
5	TTI_B12	16	5,3000	14.04	66.81	550	535
6	TTI_B04	0	1,8000	2.57	64.05	660	570
7	TTI_B06	0	0,9200	0.94	66.22	650	600
8	TTI_B05	0	3,9000	6.91	65.53	650	580
9	TTI_B10	0	1,4000	2.19	69.04	587	562
10	TTI_B11	0	1,9000	3.77	68.3	575	555
11	TTI_B15	0	6,5000	15.19	64.27	643	555
12	TTI_B09	1	7,0000	14.86	64.78	555	533
13	TTI_B14	0	6,2000	15.06	64.78	646	557

**Quadro 15 - Verificação da Capacidade Hidráulica das Travessias Existentes**

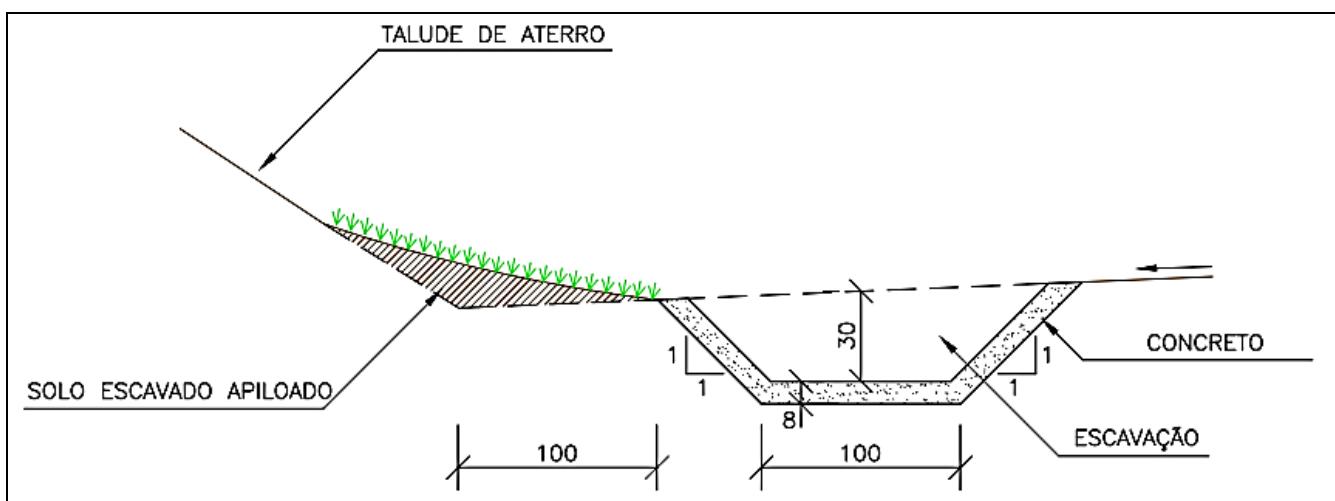
Sub Bacia	Local da Travessia	Decliv. (m/km)	Q pico TR 10 (m³/s)	Q pico TR 25 (m³/s)	Q pico TR 50 (m³/s)	Q pico TR 100 (m³/s)	Condição Resultante
1	TTI_B01	9,331	13,971	19,575	24,076	28,746	Insuficiente
2	TTI_B13	10,455	16,389	23,18	28,587	34,201	Insuficiente
4	TTI_B03	3,468	54,200	77,864	96,945	116,896	Suficiente
5	TTI_B12	2,830	52,448	75,368	93,785	113,06	Suficiente
6	TTI_B04	50,000	6,085	9,673	12,379	15,23	Insuficiente
7	TTI_B06	54,348	3,184	4,879	6,259	7,707	Insuficiente
8	TTI_B05	17,949	29,456	49,912	53,785	65,2	Insuficiente
9	TTI_B10	17,857	6,704	9,445	11,697	14,136	Insuficiente
10	TTI_B11	10,526	16,418	23,217	28,633	34,258	Insuficiente
11	TTI_B15	13,538	12,582	18,364	23,032	27,923	Insuficiente
12	TTI_B09	3,143	22,604	32,128	39,738	47,658	Suficiente
13	TTI_B14	14,355	14,372	20,794	25,954	31,345	Insuficiente

Como intervenção nas travessias insuficientes, propõe-se a substituição da tubulação por outra de diâmetro compatível, bem como muro de ala e enroscamento no deságue das tubulações.

#### 4.4.2 - Canaletas de concreto armado ou pré-moldadas

As canaletas, assim como as valetas, são condutos livres, não submetidos à pressão. Normalmente usa-se a canaleta quando a declividade da estrada é tal que impossibilita o uso de valeta de terra devido a erosão. As seções semicirculares ("meia-cana") são as mais eficientes na condução da água. Todavia usa-se a seção trapezoidal ou retangular em virtude das condições técnicas de execução da obra. A forma retangular é adotada nos canais de concreto e nos abertos em rochas (Figura 23). A seção mais viável é que a base 'B' seja o dobro da altura 'H'. Como a velocidade da água é função da declividade da canaleta ou valeta, os limites estabelecidos para esta velocidade decorrem dos limites para a declividade.

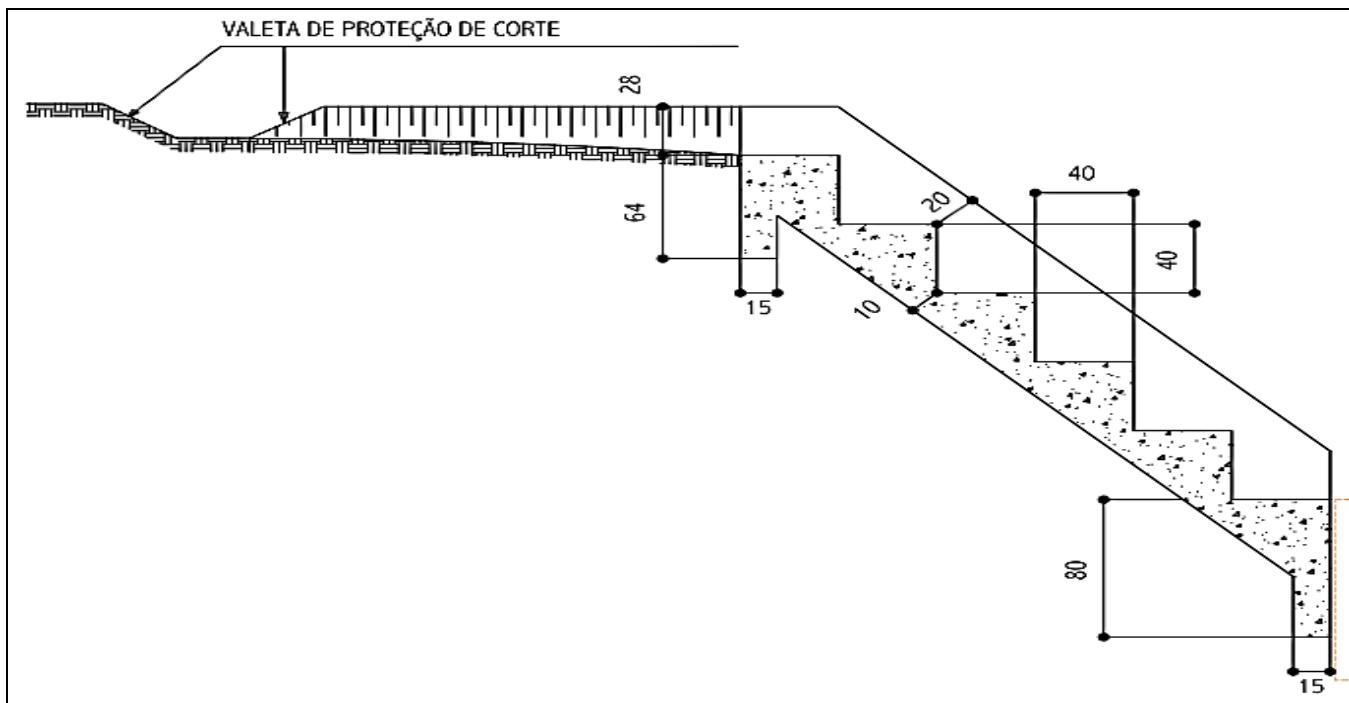
**Figura 23 - Canaleta em Concreto Armado - Corte Esquemático**



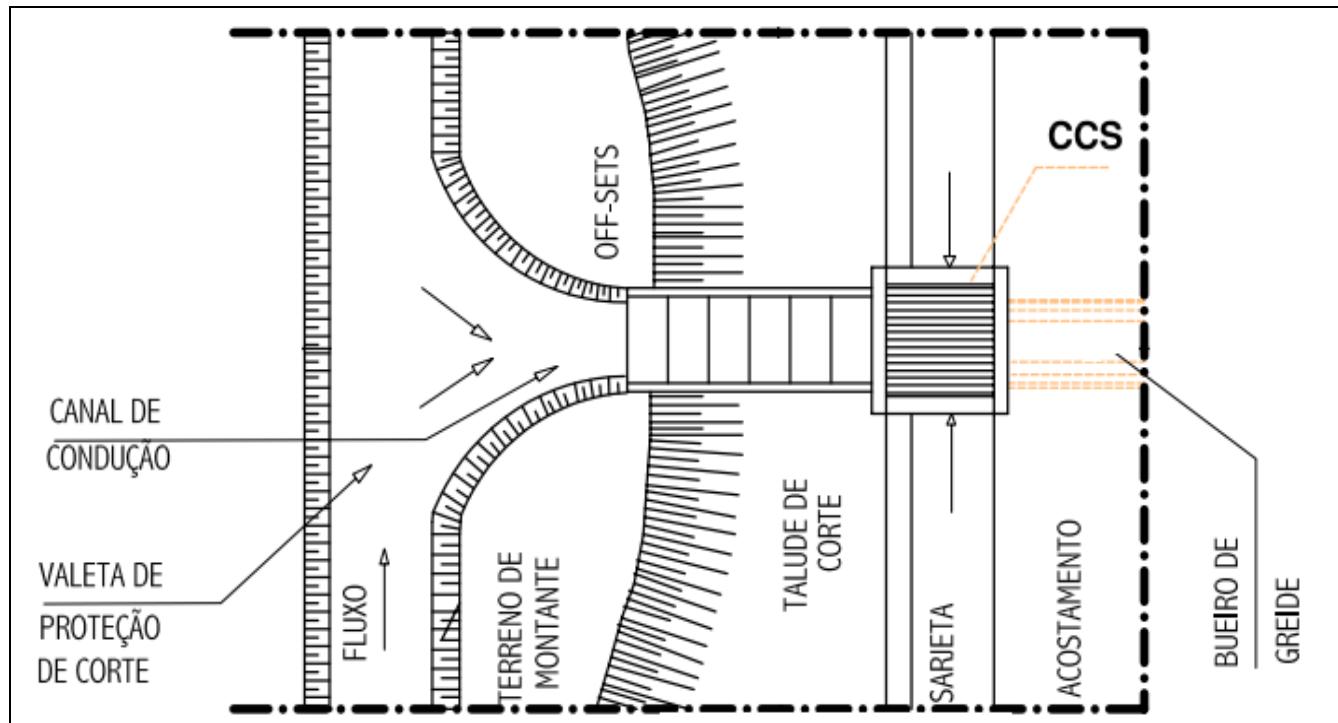
Fonte: DNIT, 2006.

#### 4.4.3 - Escadas hidráulicas ou descidas d'água

As escadas ou descidas d'água têm a função de encaminhar as águas de uma cota superior para uma cota inferior, controlando e reduzindo a sua velocidade para que, quando atingirem o local desejado, não provoquem erosão (Figura 24 e 25). Normalmente são construídas usando-se concreto ou alvenaria. São muito usadas nas saídas e entradas de bueiros, permitindo a condução adequada das águas das chuvas minimizando danos ao solo, especialmente sob a forma de erosão.

**Figura 24 - Escada Hidráulica ou Descida D'água em Corte.**

Fonte: DNIT, 2006.

**Figura 25 - Escada Hidráulica ou Descida D'água em Planta.**

Fonte: DNIT, 2006.

#### 4.4.4 - Controle de voçorocas em áreas rurais

Os procedimentos para o controle deste tipo de erosão, expostos a seguir, estão organizados a partir das propostas de: SÃO PAULO (1989), BERTOLINI e LOMBARDI (1994), ALMEIDA e RIDENTE JÚNIOR (2001):

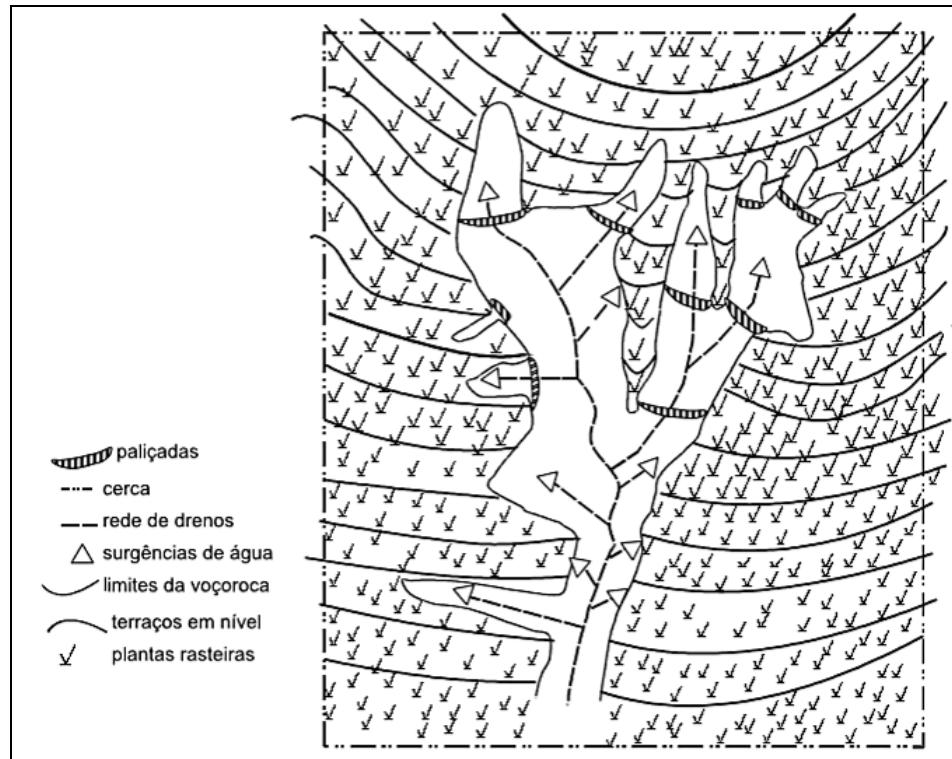
**a)** Cercar a área em torno da voçoroca para impedir o acesso ao gado e o trânsito do maquinário agrícola porque o gado forma trilhas que serão o caminho preferencial da água e os veículos, que por lá circularem, estarão colaborando com a compactação do solo, devido ao seu peso, e portanto colaborando com a diminuição da infiltração da água no solo.

**b)** Drenar a água subterrânea que aflora no fundo e nas laterais da voçoroca (piping). O sucesso do controle deste tipo de erosão é a coleta e a condução dessa água até o curso d'água mais próximo, que pode ser feito com dreno de pedra, de feixes de bambu ou de material geotêxtil.

A ação das águas subterrâneas é uma das principais causas da evolução lateral e remontante das voçorocas. Dessa forma, é necessário o rebaixamento do lençol aflorante, para diminuir a ação do piping e implementação das obras necessárias de estabilização.

O tratamento recomendado é a implantação de drenos enterrados, visando a drenagem das águas subsuperficiais, na forma de “espinha de peixe”, que consiste de um dreno central principal. O dimensionamento deve ser de acordo com a vazão das águas das surgências do fundo da voçoroca (Figura 26).

**Figura 26 - Esquema Mostrando Algumas Obras / Medidas Necessárias para a Contenção de uma Voçoroca.**

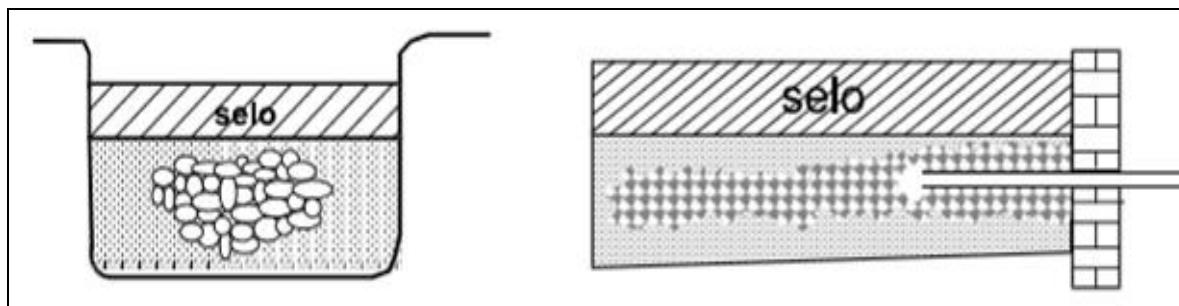


Fonte: FILIZOLA, et al. (2011).

Os principais tipos de drenos laterais podem ser os seguintes: dreno cego, dreno de bambu e dreno com material sintético geotêxtil.

Dreno cego (Figura 27) - é composto de uma valeta revestida com material filtrante e de um segmento de tubo perfurado, colocado na saída do dreno. Sobre o material filtrante é instalado o material impermeável, normalmente constituído por argila ou plástico (selo).

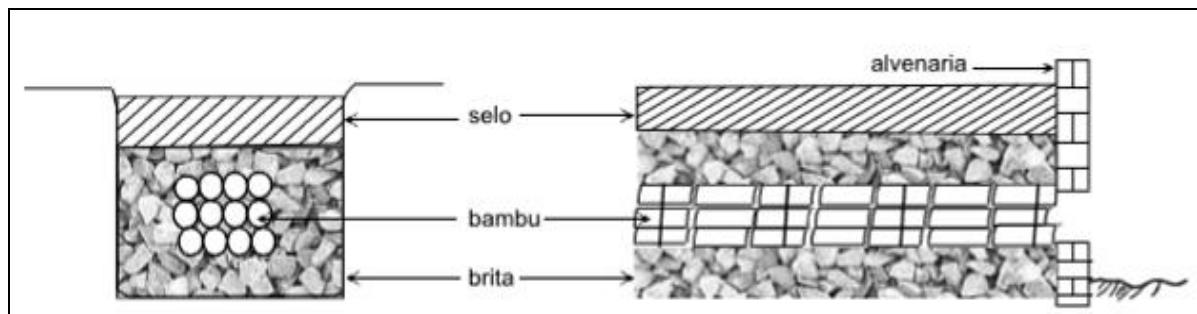
**Figura 27 - Dreno Cego Composto de Brita e Tubo de PVC, Recobertos por Material Impermeável (Selo).**



Fonte: FILIZOLA, et. al. (2011).

Dreno de bambu (Figura 28) é executado com bambus amarrados em feixes, assentados em vala e envolvidos com manta geotêxtil. O fechamento da vala é feito com material impermeável.

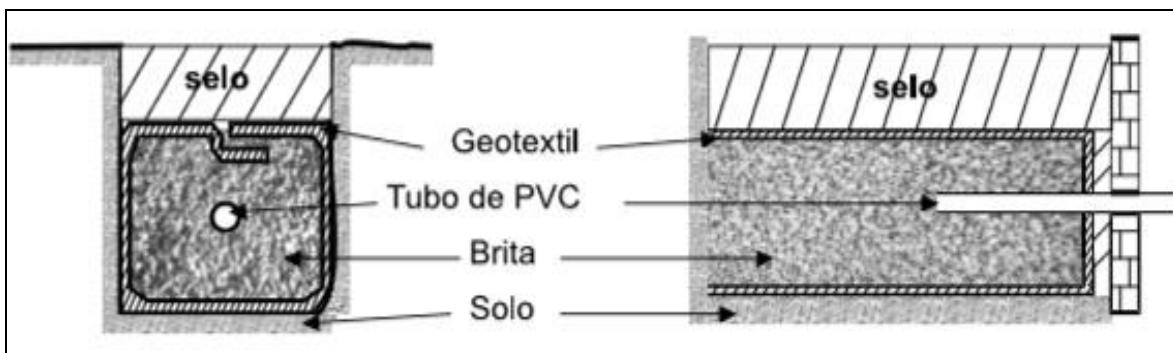
**Figura 28 - Dreno de Bambu Composto de Brita e Bambus Amarrados em Feixes, Recobertos por Material Impermeável (Selo).**



Fonte: Fonte: FILIZOLA, et. al. (2011).

Dreno com material sintético geotêxtil (Figura 29) trata-se do revestimento de uma vala com manta geotêxtil e de preenchimento com material filtrante de enchimento. Após o envolvimento total do material filtrante com a manta de geotêxtil procede-se o fechamento da vala com material impermeável que funciona como selo. Este tipo de dreno é mais caro, mas é o mais adequado para locais mais problemáticos por ter melhor desempenho.

**Figura 29 - Dreno de Geotêxtil Preenchida por Brita**



Fonte: Fonte: FILIZOLA, et. al. (2011).

A construção dos drenos deve ser realizada de jusante para montante, fazendo sempre interligações laterais com grandes surgências d'água existentes. A ligação entre as linhas deve ser feita por meio de caixas de passagem a cada 100 m, com a construção de septos (chicanas, ou caixas), para aumentar o percurso da água, diminuindo a energia. A manta geotêxtil deve sobrepor suas abas em pelo menos 20 cm. No fundo da erosão, caso o canal esteja assoreado, o material deve ser escavado para melhor assentamento do dreno subterrâneo.

c) Controlar o escoamento superficial concentrado em toda a bacia de captação para evitar o desenvolvimento de novos processos erosivos lineares, que podem evoluir de sulcos, para ravinias e voçorocas. O controle é feito de duas formas, mecânica e vegetativa. A contenção mecânica é conseguida por meio de um sistema de terraços que propicie a redução da velocidade e a divergência da água pluvial, diminuindo o aporte de águas pluviais para a cabeceira da voçoroca, disciplinando e conduzindo o escoamento até um leito estável de drenagem natural. Os terraços são constituídos de um canal e um camalhão ou dique levantado com terra removida do canal. O terraceamento corresponde ao conjunto de terraços de uma determinada vertente, nos quais seus espaçamentos e características são determinados por algumas variáveis como declividade da vertente onde serão instalados, tipo de solo e pluviosidade.

As medidas de ordem vegetativa e mecânicas, fundamentais nos trabalhos de manejo e de conservação de solos, apresentadas a seguir, são uma síntese das melhores formas de controle da erosão na bacia de captação (DIAS et al., 2000; LIMA et al., 2006).

## 4.5 - Recuperação de áreas degradadas

Com o objetivo de suprir as suas necessidades o homem faz uso dos recursos naturais, como água, ar, fauna, flora e deles constroem moradias, meios de locomoção, utensílios, alimentação e energia. A retirada da cobertura vegetal é a primeira ação que o homem busca para realizar seus empreendimentos, prejudicando assim as variedades de espécies animais e vegetais, deixando o solo desprotegido favorecendo a erosão, comprometendo a fertilidade, produção de oxigênio, absorção do gás carbônico e a infiltração da água no solo, elementos estes que necessitam da vegetação para estarem em funcionamento. A ação tem por objetivo controlar o escorrimento superficial das águas de chuvas, melhorar a sua capacidade de infiltração no perfil do

---

solo e aumentar a cobertura vegetal, além de estimular a adoção, pelos produtores rurais, de tecnologias de manejo, conservação do solo e recuperação de áreas degradadas. Vale destacar algumas etapas que devem ser seguidas para a execução do controle dos processos erosivos, como:

Identificação dos mesmos nas propriedades;

- Levantamento e avaliação das condições de uso, como: uso anterior e atual da área, dimensões do processo erosivo, suscetibilidade do solo à erosão, capacidade de infiltração de água no solo, ocupação do solo no entorno e a montante do processo erosivo, diagnóstico das causas e estudo da sua interrupção, estudo da possibilidade de drenar água da área para as áreas lindéiras, estudo de obras de recuperação e proteção da área com solo exposto, avaliação da necessidade de isolamento da área e cultivo de plantas protetoras.

Alguns procedimentos também devem ser levados em consideração, sendo:

- Isolamento da área, evitando o acesso de animais e trânsito de máquinas e veículos;
- Drenagem da água subterrânea (obedecendo a legislação ambiental em vigor);
- Controle do processo erosivo em toda bacia de captação de água;
- Suavização dos taludes laterais e construção de paliçadas ou pequenas barragens, quando se tratar de uma voçoroca;
- Vegetação da área com plantas adequadas para cada situação. A fim de conduzir de forma adequada as águas pluviais que virão a passar por essas áreas, propõe-se a implantação de terraços, e para que o sistema seja eficiente, além de não poder ser implantado como prática isolada é necessário um correto dimensionamento, com base em recomendações técnicos, respeitando a realidade de cada local a ser implantado.

Ressalta-se também a importância de um programa de conscientização dos produtores rurais que demonstre como devem ser implantadas adequadamente as práticas conservacionistas de solo nas propriedades.

## 4.6 - Recomposição de áreas de preservação permanente (mata ciliar)

Restaurar uma APP significa facilitar os processos naturais para que, junto com a natureza, o homem possa auxiliar no restabelecimento da estrutura e da capacidade de perpetuação dessa mata. Para tanto, algumas medidas devem ser tomadas, como:

- Isolamento ou cercamento da área a ser recuperada;
- Controle e erradicação de espécies vegetais exóticas invasoras;

- 
- Combate e controle do fogo;
  - Controle de processos erosivos;
  - Adoção de medidas para conservação e atração de animais nativos dispersores de sementes.

A recuperação dessas áreas poderá ser feita pelo método de regeneração natural, plantio de espécies nativas ou o plantio de espécies nativas ou o plantio de espécies nativas conjugado com a condução da regeneração natural. Para a escolha do método a ser empregado, faz-se necessário um acompanhamento periódico de cada área. Para efeito dos cálculos apresentados, foi obedecida a legislação vigente do Novo Código Florestal (Lei n.º 12.651/12) seguindo o tamanho da delimitação da APP baseado no curso d'água, sendo um estudo macro da área do município e não específico de cada propriedade, pois as delimitações segundo o Novo Código também levam em consideração o tamanho da propriedade. Vale ressaltar que segundo o Novo Código Florestal Brasileiro, áreas úmidas também são consideradas APP.

## 4.7 - Práticas vegetativas

### 4.7.1 - Culturas em faixas ou consorciamento de culturas

Consiste no plantio de culturas em faixas de largura variável, de forma que as plantas que oferecem pouca proteção ao solo com outras de crescimento denso se alternem a cada ano. Trata-se de uma prática complexa, pois necessita da combinação com outras práticas como plantio em contorno, rotação de culturas e terraços. Como prática de controle de erosão laminar é bastante eficiente, principalmente no emprego em culturas anuais. Deve ser orientada no sentido das curvas de nível do terreno, alternando a disposição das culturas mais densas (soja, milho, milheto, sorgo), com culturas menos densas (amendoim, algodão, feijão, mandioca).

### 4.7.2 - Adubação verde

É a incorporação ao solo de plantas especialmente cultivadas para esse fim ou de outras vegetações cortadas quando ainda verdes, para serem enterradas. Como controle da erosão, essas plantas servem para a proteção do solo contra a ação direta da chuva quando estão vivas e depois de enterradas melhoram as condições físicas do solo pelo aumento de conteúdo de matéria orgânica, favorecendo o crescimento de novas espécies. As espécies mais utilizadas são as leguminosas, pois além de matéria orgânica, incorporam também o nitrogênio ao solo.

### 4.7.3 - Alternância de capinas

A alternância de épocas de capinas em faixas paralelas, principalmente durante o período chuvoso, constitui em prática sem nenhum custo adicional ao produtor e que muito colabora para reduzir as perdas por erosão, tanto em culturas anuais como perenes. Pode ser aplicada também para o lançamento de herbicidas

---

nas culturas, como substituição a capina. Consiste em fazer as capinas sempre com intervalo entre uma ou duas faixas e depois de algum tempo voltar a capinar. A capina deve sempre ser iniciada do ponto mais alto da vertente em direção a jusante.

#### **4.7.4 - Faixa de vegetação permanente**

São faixas ou cordões de vegetação permanente, com fileiras de plantas perenes e de crescimento denso, dispostas com determinado espaçamento horizontal e sempre em nível. Nas culturas anuais cultivadas continuamente na mesma faixa, ou em rotação, faixas estreitas de vegetação cerrada são intercaladas, formando os cordões de vegetação permanente. A eficácia desta prática é a quebra de energia do escoamento da enxurrada e a deposição dos sedimentos transportados. Sua grande vantagem é a facilidade de execução em relação aos terraços. Seu grande inconveniente é a diminuição da área destinada às culturas anuais. Este tipo de prática é bastante utilizada no controle da erosão eólica, como barraventos das sedes de fazendas, utilizando-se principalmente de espécies de eucaliptos.

### **4.8 - Práticas mecânicas - plantio em nível**

No plantio em nível as fileiras de plantas e as operações de cultivo devem ser feitas no sentido transversal ao da pendente, em curvas de nível. É um tipo de prática de conservação do solo que não deve ser aplicada isoladamente, pois a destruição de uma das leiras pode vir a desencadear o processo com prejuízo cumulativo; mas sim, como complemento de terraceamentos, canais escoadouros, faixas de vegetação permanente, etc.

### **4.9 - Práticas específicas por propriedade rural**

Com o objetivo de melhorar as condições das propriedades rurais do município, pensando no bem estar do homem e do meio ambiente, indica-se a adoção de algumas práticas, como:

- O plantio direto, que é uma técnica de cultivo conservacionista, onde o solo é mantido sempre coberto por plantas em desenvolvimento e por resíduos vegetais. Essa cobertura tem por finalidade protegê-lo do impacto das gotas de chuva, do escorramento superficial e das erosões hídrica e eólica;
- Capacitação dos produtores rurais e operadores de máquinas para o uso e manejo adequado de defensivos agrícolas e aplicação da logística reversa das embalagens. A ideia é conscientizar e responsabilizar de uma forma geral as pessoas que fazem uso dessas embalagens e que a participação das mesmas é essencial para o ciclo de vida completo desse produto de forma a ter o menor impacto ao meio ambiente e que essas embalagens sejam reintroduzidas na cadeia de produção, diminuindo o consumo de recursos naturais;
- Capacitação de trabalhadores e produtores rurais para a correta adubação de plantas, informando a função de cada nutriente para a planta e o solo, além dos problemas gerados com o excesso e falta destes.

---

Deve-se também mostrar aos produtores rurais como realizar uma coleta de solo e de folhas para análise, citar a importância de fazer a calagem antes de realizar a adubação, ensinar qual a melhor maneira de aplicar esses insumos, bem como a regulagem correta das máquinas agrícolas, conforme a orientação técnica;

- Recuperação e renovação de pastagens degradadas, que consiste em restabelecer a produção de uma determinada forrageira, a fim de melhorar as condições do solo, favorecendo a propriedade tanto na área ambiental quanto econômica.
- Implantação do Sistema Integração Lavoura Pecuária Floresta, que consiste na combinação de espécies arbóreas, com culturas e forrageiras e / ou animais. A implantação dessas tecnologias no município pode trazer ganhos à agricultura e a pecuária como um todo, favorecendo a recuperação das pastagens degradadas, diminuindo os efeitos dos processos erosivos, diversificando a produção agrícola da área rural e trazendo ganho econômico diversificado ao produtor.

## 4.10 - Técnicas de manutenção

A manutenção das estradas rurais ser feita com base em critérios técnicos e econômicos. Devem-se dividir as estradas do município em categorias, considerando-se o grau de importância econômica, mas também avaliando-se o risco de acidentes devido às características de cada uma. Portanto, as estradas de cada município deverão ser levantadas e seus dados técnicos cadastrados.

Em seguida, deverão ser divididas, de preferência, em trechos com extensões mais ou menos padronizadas. Nestes trechos serão prospectados por profissional experiente os serviços que deverão ser realizados. Estes dados deverão ser analisados e avaliados para ser feito um planejamento de intervenção. A manutenção das estradas rurais deverá ser dividida em Manutenção Corretiva e Manutenção Preventiva.

A manutenção deve evitar a deterioração precoce das estruturas construídas e por conseguinte, a necessidade de serviços de manutenção. As atividades de manutenção podem ser classificadas quanto ao período e forma de execução como:

- Manutenção de Rotina: que é o conjunto de serviços que tem como objetivo manter todos os elementos da estrada, com o mínimo possível das alterações, visando preservar as mesmas características e condições que apresentavam após sua construção ou recuperação.
- Manutenção Emergencial: É o conjunto de serviços destinados ao restabelecimento do tráfego em trechos onde ocorreu sua interrupção ou esteja seriamente comprometido por algum fato extraordinário.
- Manutenção Corretiva: É o conjunto de operações que normalmente são executadas uma ou mais vezes a cada ano e que tem como objetivo manter todos os elementos da estrada, com o mínimo possível de alterações, com as mesmas características e condições que apresentam logo após sua construção ou recuperação. Se ocupará de ações de reparação de avarias ou danos à estrada, tais como recolhimento de barreiras, recomposição de aterros, tapa buracos em pontos localizados, limpeza e reparos simples de dispositivos de drenagem, capina química, roçadas com roçadeiras portáteis e manutenção de cercas de mourões e arames. A manutenção de cercas de divisa entre a estrada municipal e as fazendas poderá ser

compartilhada com os proprietários destas. Ficando a prefeitura de fornecer os mourões de eucalipto e os rolos de arame farpado.

- Manutenção Preventiva: Conjunto de atividades que normalmente são executadas com o intuito de evitar o surgimento ou agravamento dos defeitos, preservar as características superficiais, a integridade estrutural e, consequentemente, a serventia da estrada. Inclui nesta atividade, os serviços relacionados como: Recomposição ou construção da camada de revestimento primário; Reparos, limpeza ou construção de obras de arte corrente (canaletas, valetas, bueiros, escadas d'água, caixas e alas) e obras de arte especiais (pontes e túneis); Capina manual ou química, roçada manual ou mecanizada; Manutenção ou construção de cercas de divisa.

## 5 - Custos e quantitativos das intervenções propostas

**Quadro 16 - Planilha de Custos e Quantitativos de Manutenção e Adequação das Estradas Vicinais**

Item	Código	Descrição dos Serviços	Unid.	Quant.	Preço Unitário	Custo Total
<b>01.00 SERVIÇOS PRELIMINARES</b>						
01.01	SINAPI 74209/001	fornecimento e instalação de placa de obra em chapa de aço galvanizado	m <sup>2</sup>	10,37	317,95	3.297,14
						<b>subtotal</b> <b>3.297,14</b>
<b>02.00 REGULARIZAÇÃO E REVESTIMENTO PRIMÁRIO</b>						
02.01	SINAPI 79742	limpeza superficial de área com motoniveladora	m <sup>2</sup> /km	6.000,00	0,53	3.180,00
02.02	SINAPI 41879	conformação geométrica de plataforma para execução de revestimento primário em estradas vicinais (largura 6,00 m)	m <sup>2</sup> /km	6.000,00	0,13	780,00
02.03	SINAPI 72886	transporte local de material para revestimento, com basculante, em rodovia não pavimentada dmt 9,00 km	m <sup>3</sup> xkm	1.800,00	1,26	2.268,00
02.04	SINAPI 74034/001	espalhamento mecanizado de material de 1 <sup>a</sup> categoria (largura 6,00 m)	m <sup>2</sup> /km	6.000,00	0,22	1.320,00
02.05	SINAPI 41721	compactação mecânica do material de revestimento primário a 95% do proctor normal	m <sup>3</sup> /km	600,00	3,30	1.980,00
						<b>subtotal</b> <b>9.528,00</b>
<b>03.00 TERRACEAMENTO</b>						
03.01	SINAPI 74151/001	escavação e carga material 1a categoria, utilizando trator de esteiras de 110 a 160 hp com lamina, peso operacional * 13t e PA carregadeira com 170 hp.	m <sup>3</sup>	600,00	3,3	1.980,00
03.02	SINAPI 72886	transporte comercial com caminhão basculante 6 m <sup>3</sup> , rodovia com revestimento primário	m <sup>3</sup> xkm	600,00	1,04	624,00
03.03	SINAPI 41879	Conformação geométrica de plataforma para execução de revestimento primário em estradas vicinais	m <sup>2</sup> /km	6.000,00	0,11	660,00
03.04	SETOP-OBR-VIA-070	Execução de revestimento primário, incluindo escavação, carga, descarga, espalhamento e compactação do material	m <sup>3</sup> /km	600,00	8,83	5.298,00
03.05	SINAPI 79472	Regularização de superfícies em terra com motoniveladora	m <sup>2</sup> /km	6.000,00	0,44	2.640,00
03.06	SINAPI 79480	escavação mecânica campo aberto em solo exceto rocha ate 2,00 m profundidade	m <sup>3</sup>	1.200,00	8,55	10.260,00
						<b>subtotal</b> <b>21.462,00</b>
						<b>TOTAL DA OBRA SEM BDI</b> <b>34.287,14</b>
						<b>BDI (1 %)</b> <b>37.715,86</b>
						<b>TOTAL DA OBRA*</b> <b>37.715,86</b>

\* Custos apresentados por quilômetro de estrada a sofrer intervenções

**Quadro 17 - Planilha de Custos e Quantitativos de Obras de Drenagem Superficial**

Item	Código	Descrição dos Serviços	Unid.	Quant.	Preço Unitário	Custo Total
<b>01.00 SERVIÇOS PRELIMINARES</b>						
01.01	SIURB 01-10-00	nivelamento geométrico de fundo do canal ou córrego	m/km	1.000,00	5,58	5.580,00
01.02	SINAPI 73822/002	limpeza mecanizada de terreno com remoção de camada vegetal, utilizando motoniveladora	m <sup>2</sup> /km	6.000,00	0,52	3.120,00
						<b>Subtotal do item 01</b> <b>8.700,00</b>
<b>02.00 IMPLANTAÇÃO DE BSTC D=0,80m</b>						
02.01	SIURB 04-05-00	escavação mecânica para fundações e valas com profundidade maior que 4,0 m - tubos diâmetro 80 cm	m <sup>3</sup> /unid	61,80	9,77	603,79
02.02	SIURB 04-09-00	reaterro de vala com compactação sem fornecimento de terra - tubo diâmetro 80 cm	m <sup>3</sup> /unid	57,09	8,96	511,53
02.03	SIURB 07-14-00	lastro de concreto magro - fornecimento e aplicação de concreto usinado fck 15,0 mpa - tubo diâmetro 80 cm	m <sup>3</sup> /unid	0,29	297,98	86,41
02.04	SIURB 06-12-01	fornecimento e assentamento de tubos de concreto armado diâmetro 80 cm tipo PA-2	m/unid	6,00	297,98	1.787,88
02.05	SINAPI 73856/002	boca para bueiro simples tubular, em concreto ciclópico, incluindo formas, escavação, reaterro e materiais, excluindo material reaterro jazida e transporte	unid.	2,00	1.030,24	2.060,48
						<b>Subtotal do item 02</b> <b>5.050,09</b>
<b>03.00 IMPLANTAÇÃO DE BSTC D=1,00m</b>						
03.01	SIURB 04-05-00	escavação mecânica para fundações e valas com profundidade maior que 4,0 m - tubos diâmetro 1,00 m	m <sup>3</sup> /unid	78,36	9,77	765,58
03.02	SIURB 04-09-00	reaterro de vala com compactação sem fornecimento de terra - tubo diâmetro 1,00 m	m <sup>3</sup> /unid	71,57	8,96	641,27
03.03	SIURB 07-14-00	lastro de concreto magro - fornecimento e aplicação de concreto usinado fck 15,0 mpa - tubo diâmetro 1,00 m	m <sup>3</sup> /unid	0,35	297,98	104,29
03.04	SIURB 06-14-01	fornecimento e assentamento de tubos de concreto armado diâmetro 1,00 m tipo PA-2	m/unid	35,00	273,57	9.574,95
03.05	SINAPI 73856/002	boca para bueiro simples tubular, em concreto ciclópico, incluindo formas, escavação, reaterro e materiais, excluindo material reaterro jazida e transporte	unid.	2,00	1.030,24	2.060,48
						<b>Subtotal do item 03</b> <b>13.146,57</b>
<b>04.00 IMPLANTAÇÃO DE BSTC D=1,20m</b>						
04.01	SIURB 04-05-00	escavação mecânica para fundações e valas com profundidade maior que 4,0 m - tubos diâmetro 120 cm	m <sup>3</sup> /unid	95,50	9,77	933,04
04.02	SIURB 04-09-00	reaterro de vala com compactação sem fornecimento de terra - tubo diâmetro 120 cm	m <sup>3</sup> /unid	86,26	8,96	772,89
04.03	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> /unid	0,40	297,98	119,19
04.04	SIURB 06-16-01	fornecimento e assentamento de tubos de concreto armado diâmetro 120 cm tipo PA-2	m/unid	6,00	405,48	2.432,88
04.05	SINAPI 73856/002	boca para bueiro simples tubular, em concreto ciclópico, incluindo formas, escavação, reaterro e materiais, excluindo material reaterro jazida e transporte	unid.	2,00	1.030,24	2.060,48
						<b>subtotal do item 04</b> <b>6.318,48</b>
<b>05.00 IMPLANTAÇÃO DE CALHAS / CANALETAS DE CONCRETO TIPO MEIO TUBO</b>						
05.01	SIURB 04-04-00	escavação mecânica para fundações e valas com profundidade menor ou igual a 4,0 m	m <sup>3</sup> /km	600,00	8,55	5.130,00
05.02	SIURB 04-09-00	reaterro de vala com compactação sem fornecimento de terra - canaleta concreto simples	m <sup>3</sup> /km	60,00	8,96	537,60
05.03	SIURB 06-05-00	Lastro de brita e pó de pedra	m <sup>3</sup> /km	60,00	133,48	8.008,80
05.04	SIURB 06-09-00	fornecimento e assentamento de canaletas de concreto simples tipo meio tubo diâmetro 60 cm	m/km	1.000,00	74,65	74.650,00
						<b>subtotal do item 05</b> <b>88.326,40</b>

<b>06.00</b>	<b>IMPLEMENTAÇÃO DE DESCIDA D'ÁGUA DE ATERRA EM DEGRAUS - DAD</b>					
06.01	SIURB 07-13-00	fornecimento e aplicação de concreto usinado $f_{ck} = 10$ mpa	$m^3/m$	0,65	286,08	185,09
06.02	SIURB 05-14-00	forma comum, inclusive cimbramento	$m^2/m$	3,64	65,62	238,86
06.03	SIURB 04-01-00	escavação manual para valas com profundidade média menor ou igual a 1,50 m	$m^3/m$	1,85	297,98	52,28
06.04	SIURB 04-35-00	apiamento manual	$m^3/m$	0,28	405,48	4,35
<b>subtotal do item 06</b>						<b>480,58</b>
<b>TOTAL DA OBRA SEM BDI</b>						<b>122.022,11</b>
<b>BDI (1 %)</b>						<b>134.224,32</b>
<b>TOTAL DA OBRA*</b>						<b>134.224,32</b>
* Custos de bueiros apresentados por unidade a ser implantada						
* Custos de calhas (canaletas) apresentados por quilômetro a ser implantado						
* Custos de descidas d'água (escada hidráulica) por metro linear de dispositivo a ser implantado						

**Quadro 18 - Planilha de Custos e Quantitativos de Obras de Controle de Voçorocas**

Item	Código	Descrição dos Serviços	Unid.	Quant.	Preço Unitário	Custo Total
<b>01.00</b>	<b>IMPLEMENTAÇÃO DE DRENO GEOTÊXTIL PREENCHIDO POR BRITA</b>					
01.01	SIURB 04-01-00	escavação manual para fundações e valas com profundidade média menor ou igual à 1,50 m	$m^3/m$	2,00	52,28	104,56
01.02	SIURB 06-24-00	fornecimento de pedra britada nº 3 e 4 (dreno de brita)	$m^3/m$	0,16	122,20	19,55
01.03	SIURB 140211	fornecimento e colocação de manta geotêxtil com resistência à tração longitudinal de 7 kn/m e tração transversal de 6 kn/m	$m^2/m$	1,60	2,52	4,03
01.04	SIURB 06-26-01	fornecimento e assentamento de tubo dreno de concreto furado - diâmetro 20,0 cm	m	1,00	35,15	35,15
01.05	SIURB 04-09-00	reenchimento de vala com compactação, sem fornecimento de terra (selo)	$m^3/m$	0,40	10,52	4,21
<b>Subtotal do item 01</b>						<b>167,50</b>
<b>01.00</b>	<b>SERVIÇOS COMPLEMENTARES</b>					
01.01	SETOP IIO-CER-025	cerca de 5 fios de arame farpado e mourões de eucalipto	m	1,00	28,11	28,11
<b>Subtotal do item 01</b>						<b>28,11</b>
<b>TOTAL DA OBRA SEM BDI</b>						<b>195,61</b>
<b>BDI (1 %)</b>						<b>215,17</b>
<b>TOTAL DA OBRA*</b>						<b>215,17</b>
* Custos apresentados por metro de linear a sofrer intervenção						

**Quadro 19 - Planilha de Custos e Quantitativos de Recomposição de APPs (Matas Ciliares)**

Item	Código	Descrição dos Serviços	Unid.	Quant.	Preço Unitário	Custo Total		
<b>01.00</b>	<b>IMPLEMENTAÇÃO</b>							
01.01	Cotação	preparo do solo	km	1,00	26.220,00	26.220,00		
01.02		construção de cerca de arame farpado e mourões de eucalipto	km	1,00				
01.03		plantio e adubação	km	1,00				
						<b>Subtotal do item 01</b> <b>26.220,00</b>		
<b>02.00</b>	<b>MANUTENÇÃO APÓS 1º ANO</b>							
02.01	Cotação	coroamento	km	1,00	15.000,00	15.000,00		
02.02		adubação	km	1,00				
02.03		controle de formigas	km	1,00				
						<b>Subtotal do item 01</b> <b>15.000,00</b>		
						<b>TOTAL SEM BDI</b> <b>41.220,00</b>		
						<b>BDI (1 %)</b> <b>45.342,00</b>		
						<b>TOTAL *</b> <b>45.342,00</b>		
* Custos apresentados por quilômetro de corpo d'água								

## 6 - Plano de Educação Ambiental - PEA

### 6.1 - Apresentação

Visando contextualizar a situação dos planos de educação ambiental a partir de um diagnóstico participativo municipal, o presente documento tem como objetivo orientar a construção de planos municipais de educação ambiental para os municípios da UGRHI 10 – Sorocaba Médio Tietê, participantes do Consórcio denominado Keyassociados/TCA/VM, constituído pelas empresas Key Consultoria e Treinamento Ltda, inscrita nº CNPJ/MF nº 03.006.106/0001-90; TCA Soluções e Planejamento Ambiental LLTDA EPP, inscrita no CNPJ/MF nº 10.245.713/0001-79; e VM Engenharia de Recursos Hídricos LTDA EPP, inscrita no CNPJ/MF nº 04.247.647/0001-54, devidamente inscrito no Cadastro Geral de Contribuintes do Ministério da Fazenda - CNPJ/MF sob nº 26.734.419/0001-60, com sede na Avenida Paulista, 2439 - 13º andar - Bela Vista - CEP: 01310-300 - São Paulo – SP.

A partir de uma revisão teórico metodológica da legislação nacional e estadual sobre Educação Ambiental no Brasil, pretende-se orientar as diretrizes e ações temáticas a serem realizadas respeitando os

---

princípios fundamentais da educação ambiental, conforme as condições do edital e especificações técnicas constantes no Termo de Referência para elaboração de Planos Diretores Municipais de Macrodrrenagem Rural na Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba e Médio Tietê, da Concorrência Pública 002/2016.

Desta forma, este plano visa oferecer condições de planejamento para intervenções, buscando a preservação e a recuperação dos recursos hídricos, além do controle e prevenção dos processos erosivos. Objetiva-se ainda obter um planejamento adequado das estradas rurais galgando boas condições operacionais, segurança e trafegabilidade aos usuários, redução de custos dos transportes dos insumos e produção agrícola, redução do custo de conservação, prolongamento da vida útil das estradas e a promoção da melhoria da qualidade de vida da população.

## 6.2 - Fundamentação teórica

O processo da fundamentação da educação ambiental no Brasil está articulado ao cenário internacional, que desde a realização da Rio 92 que alçou, enquanto nação, como liderança. Contudo a Lei nº 9795/99, que dispõe sobre a Política Nacional de Educação Ambiental – PNEA, representou uma conquista nacional e um marco teórico para a estruturação da educação ambiental no Brasil.

A Educação Ambiental tem o papel fundamental de promover a organização social e o avanço da participação popular, priorizando a qualificação dos grupos sociais para que se apropriem dos instrumentos de gestão ambiental pública, capacitando-os para uma atuação cidadã em prol da melhoria da qualidade socioambiental de nosso país.

Portanto, visando uma participação mais ampla da sociedade com vistas à educação ambiental, este documento visa a partir de uma revisão da legislação nacional, estadual e municipal, orientar o processo de ações estruturadoras para a Educação Ambiental nos Municípios da UGRHI 10. Os objetivos, diretrizes e princípios apresentados nesse documento resultam da construção e elaboração de um plano que orienta a uma sociedade mais participativa.

Considerando que um Plano Municipal tem como princípio a melhoria contínua, que não se encerra em si, mas busca por meio do monitoramento contínuo dos programas reavaliar tanto as ações, mas seus objetivos e diretrizes, é possível que o grupo de trabalho, durante o processo de elaboração e implantação desse Plano, aprimore e detalhe tais orientações.

### 6.2.1 - Política Nacional de Educação Ambiental – PNEA

A Política Nacional de Educação Ambiental promulgada através da Lei nº 9.795, em 27 de abril de 1999, representou uma conquista nacional por fomentar e estruturar oficialmente a educação ambiental no Brasil, pois ela tornou oficial o que se vinha discutindo desde a conferência da Rio 92.

Em seu Art. 1º a PNEA define conceitualmente a educação ambiental no Brasil: “Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.”

---

A PNEA reafirma que a educação ambiental “é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal.”

A PNEA fundamentou como princípios básicos da educação ambiental no Brasil:

- I - o enfoque humanista, holístico, democrático e participativo;
- II - a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o socioeconômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade;
- III - o pluralismo de ideias e concepções pedagógicas, na perspectiva da inter, multi e transdisciplinaridade;
- IV - a vinculação entre a ética, a educação, o trabalho e as práticas sociais;
- V - a garantia de continuidade e permanência do processo educativo;
- VI - a permanente avaliação crítica do processo educativo;
- VII - a abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais;
- VIII - o reconhecimento e o respeito à pluralidade e à diversidade individual e cultural.

Os objetivos fundamentais da educação ambiental de acordo com a PNEA são:

- I - o desenvolvimento de uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas e complexas relações, envolvendo aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos;
- II - a garantia de democratização das informações ambientais;
- III - o estímulo e o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social;
- IV - o incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania;
- V - o estímulo à cooperação entre as diversas regiões do País, em níveis micro e macrorregionais, com vistas à construção de uma sociedade ambientalmente equilibrada, fundada nos princípios da liberdade, igualdade, solidariedade, democracia, justiça social, responsabilidade e sustentabilidade;
- VI - o fomento e o fortalecimento da integração com a ciência e a tecnologia;
- VII - o fortalecimento da cidadania, autodeterminação dos povos e solidariedade como fundamentos para o futuro da humanidade.

## 6.2.2 - Programa Nacional de Educação Ambiental – ProNEA

A primeira versão do PRONEA foi implementada em 1994 pela Presidência da República, através de instrução ministerial, nesse momento a missão de Coordenação da Educação Ambiental era do Ministério da Educação, ou COEA/MEC – cuja origem fora um Grupo de Trabalho para a EA estabelecido em 1991 com o objetivo de formalizar a educação ambiental, ou seja, incluir na pauta da educação formal a educação ambiental.

A versão atual do PRONEA foi coordenada pelo Ministérios do Meio Ambiente, o órgão gestor da Política Nacional de Educação Ambiental. Suas ações destinam-se a “assegurar, no âmbito educativo, a

---

integração equilibrada das múltiplas dimensões da sustentabilidade - ambiental, social, ética, cultural, econômica, espacial e política - ao desenvolvimento do País, resultando em melhor qualidade de vida para toda a população brasileira, por intermédio do envolvimento e participação social na proteção e conservação ambiental e da manutenção dessas condições ao longo prazo. Nesse sentido, assume também as quatro diretrizes do Ministério do Meio Ambiente:

- I. Transversalidade
- II. Fortalecimento do Sisnama
- III. Sustentabilidade
- IV. Participação e controle social

Nas diretrizes impostas no ProNEA, entendem-se por educação ambiental as ações e práticas educativas voltadas à sensibilização da coletividade sobre as questões ambientais e à sua organização e participação na defesa da qualidade do meio ambiente, para tanto, cabe ao Poder Público, em níveis federal, estadual e municipal, incentivar:

- I - a difusão, por intermédio dos meios de comunicação de massa, em espaços nobres, de programas e campanhas educativas, e de informações acerca de temas relacionados ao meio ambiente;
- II - a ampla participação da escola, da universidade e de organizações não-governamentais na formulação e execução de programas e atividades vinculadas à educação ambiental não-formal;
- III - a participação de empresas públicas e privadas no desenvolvimento de programas de educação ambiental em parceria com a escola, a universidade e as organizações não-governamentais;
- IV - a sensibilização da sociedade para a importância das unidades de conservação;
- V - a sensibilização ambiental das populações tradicionais ligadas às unidades de conservação;
- VI - a sensibilização ambiental dos agricultores;
- VII - o ecoturismo.

Para estabelecer tais diretrizes, o ProNEA adotou treze princípios básicos de práticas educativas, visando a universalidade da educação ambiental tanto na educação formal como na educação não-formal, voltadas à sensibilização da coletividade sobre as questões ambientais e à sua organização e participação na defesa da qualidade do meio ambiente:

1. Concepção de ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência sistêmica entre o meio natural e o construído, o socioeconômico e o cultural, o físico e o espiritual, sob o enfoque da sustentabilidade.
2. Abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais, transfronteiriças e globais.
3. Respeito à liberdade e à equidade de gênero.
4. Reconhecimento da diversidade cultural, étnica, racial, genética, de espécies e de ecossistemas.
5. Enfoque humanista, histórico, crítico, político, democrático, participativo, inclusivo, dialógico, cooperativo e emancipatório.

- 
6. Compromisso com a cidadania ambiental.
  7. Vinculação entre as diferentes dimensões do conhecimento; entre os valores éticos e estéticos; entre a educação, o trabalho, a cultura e as práticas sociais.
  8. Democratização na produção e divulgação do conhecimento e fomento à interatividade na informação.
  9. Pluralismo de ideias e concepções pedagógicas.
  10. Garantia de continuidade e permanência do processo educativo.
  11. Permanente avaliação crítica e construtiva do processo educativo.
  12. Coerência entre o pensar, o falar, o sentir e o fazer.
  13. Transparência.

### 6.2.3 - Política Estadual de Educação Ambiental

A Política Estadual de Educação Ambiental instituída através da Lei nº 12.780, de 30 de novembro de 2007, foi elaborada em conformidade com a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), o Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA) e a Política Estadual do Meio Ambiente.

Como parte do processo educativo mais amplo no Estado de São Paulo, a política estadual ressalta que todos têm o direito à Educação Ambiental e incumbe ao Poder Público definir e implementar a Educação Ambiental, no âmbito de suas respectivas competências, nos termos dos artigos 205 e 225 da Constituição Federal, e dos artigos 191 e 193, da Constituição do Estado de São Paulo.

No Artigo 10, a Política Estadual de Educação Ambiental determina que sua esfera de ação envolve instituições educacionais públicas e privadas dos sistemas de ensino, órgãos públicos do Estado e Municípios, organizações não-governamentais, demais instituições como Redes de Educação Ambiental, Núcleos de Educação Ambiental, Coletivos Jovens de Meio Ambiente, Coletivos Educadores e outros coletivos organizados, fóruns, colegiados, câmaras técnicas e comissões. Estruturando portanto, as ações que serem realizadas tanto na educação formal como não-formal.

As atividades gerais instituídas através da política envolvem:

I - formação de recursos humanos:

- a) no sistema formal de ensino;
- b) no sistema não formal de ensino;

II - comunicação;

III - produção e divulgação de material educativo;

IV - gestão participativa e compartilhada;

V - desenvolvimento de estudos, pesquisas e experimentações.

A formalização da educação ambiental no estado se deu por meio a distinção entre educação ambiental formal e não-formal. Na Política Estadual, ambas são definidas nos artigos 14 e 21:

Artigo 14 - "Entende-se por Educação Ambiental formal no âmbito escolar, aquela desenvolvida no campo curricular das instituições escolares públicas, privadas e comunitárias de ensino englobando:

- 
- I - educação básica;
  - II - educação superior."

Artigo 21 -"Entende-se por Educação Ambiental não formal as ações e práticas educativas voltadas à sensibilização, conscientização, mobilização e formação coletiva para proteção e defesa do meio ambiente e melhoria da qualidade de vida."

## 6.3 - Objetivos

Os objetivos gerais demonstram de forma ampla os benefícios a serem alcançados com a realização do projeto, sendo normalmente genérico e de longo prazo.

Os objetivos específicos são detalhamentos do objetivo geral. Foram delimitados e verificados de acordo com a peculiaridade local. Serão alcançados por meio das atividades desenvolvidas a médio e curto prazo e com uma clara correspondência com as diretrizes e temáticas.

### 6.3.1 - Objetivos gerais

- I. O desenvolvimento da compreensão integrada do meio ambiente, nas suas múltiplas e complexas relações, envolvendo os aspectos ecológicos, políticos, psicológicos, da saúde, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos;
- II. A garantia da democratização na elaboração dos conteúdos e de acessibilidade e transparência das informações ambientais;
- III. O estímulo e fortalecimento para o desenvolvimento e construção de uma consciência crítica da problemática socioambiental;
- IV. A promoção e a divulgação dos conhecimentos dos grupos sociais que utilizam e preservam a biodiversidade;
- V. Promover práticas de conscientização sobre os direitos e bem-estar dos animais, considerando a prevenção, a redução e eliminação das causas de sofrimentos físicos e mentais dos animais, a defesa dos direitos dos animais e o bem-estar animal;
- VI. Promover a transformação de indivíduos e instituições, alterando seu cotidiano e melhorando sua relação com o meio ambiente.

## 6.3.2 - Objetivos específicos

- I. Inclusão de programas contínuos de educação ambiental na educação formal através de parcerias com a rede de ensino municipal;
- II. O incentivo à participação individual e coletiva, permanente e responsável, na preservação do equilíbrio do meio ambiente, entendendo-se defesa da qualidade ambiental como valor inseparável do exercício da cidadania;
- III. O estímulo à cooperação entre as diversas entidades sociais municipais, com vistas à construção de sociedade ambientalmente equilibrada, fundamentada nos princípios da sustentabilidade e baseada nos conceitos ecológicos;
- IV. O fomento e fortalecimento da integração com a ciência e a tecnologia;
- V. A construção de visão holística sobre a temática ambiental, que propicie a complexa relação dinâmica de fatores como paisagem, bacia hidrográfica, bioma, clima, processos geológicos e ações antrópicas em diferentes recortes territoriais, considerando os aspectos: socioeconômicos, políticos, éticos e culturais;
- VI. A promoção do cuidado com a vida, integridade dos ecossistemas, justiça econômica, equidade social, étnica e de gênero, o diálogo para a convivência e a paz.

## 6.4 - Diretrizes

Esse Plano foi elaborado de acordo com a Etapa III - Termo de Referência para Elaboração de Planos Diretores Municipais de Macrodrrenagem Rural na Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba e Médio Tietê, da Concorrência Pública 002/2016. As diretrizes e ações apresentadas tem como base a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que dispõe sobre a Educação Ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) e a Lei nº 12.780, de 30 de novembro 2007, que institui a Política Estadual de Educação Ambiental.

### 6.4.1 - Diretrizes gerais

Educação ambiental é definida como o processo por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente considerando como bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal.

As diretrizes gerais da Educação Ambiental são:

- Promover a participação da sociedade nos processos de educação ambiental.

- Estimular as parcerias entre os setores público e privado, Terceiro Setor, as entidades de classe, meios de comunicação e demais segmentos da sociedade em projetos que promovam a melhoria das condições socioambientais e da qualidade de vida da população.
- Fomentar parcerias com o Terceiro Setor, Institutos de ensino e pesquisa, visando à produção, divulgação e disponibilização do conhecimento científico e à formulação de soluções tecnológicas adequadas às políticas públicas de Educação Ambiental.
- Promover a inter-relação entre os processos e tecnologias da informação e da comunicação, e as demais áreas do conhecimento, ampliando as habilidades e competências, envolvendo as diversas linguagens e formas de expressão para a construção da cidadania.
- Fomentar e viabilizar ações socioeducativas nas Unidades de Conservação, parques, outras áreas verdes, destinadas à conservação ambiental para diferentes públicos, respeitando as potencialidades de cada área.
- Promover a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino de forma transversal, interdisciplinar e transdisciplinar e o engajamento da sociedade na conservação, recuperação e melhoria do meio ambiente.
- Propor e oferecer instrumentos para a eficácia e efetividade das leis de educação ambiental.
- Promover a formação continuada, a instrumentalização e o treinamento de professores e dos educadores ambientais.
- Facilitar o acesso à informação do inventário dos recursos naturais, tecnológicos, científicos, educacionais, equipamentos sociais e culturais municipais.

#### **6.4.2 - Diretrizes específicas**

Com base nos objetivos e na realidade identificada pelo diagnóstico, o Plano de Educação Ambiental (PEA) tem como diretrizes específicas:

- Tornar as ações do Plano de Macrodrrenagem Rural e seus impactos conhecidos pela população;
- Divulgação dos programas, ações e resultados obtidos pelos programas desenvolvidos no município para informar a sociedade;
- Estimular o aumento, quantitativo e qualitativo, do nível de participação social em reuniões de consulta pública que permeiem o planejamento e a implementação das ações do PEA;
- Estimular uma nova percepção social sobre o espaço que tenha como referência a bacia hidrográfica como unidade de planejamento;
- Consolidar o arranjo institucional necessário para execução do PEA, em especial voltado a promover a integração e otimização das ações difusas de educação ambiental, existentes nas esferas do poder público Municipal;
- Estabelecer o quadro de possíveis parceiros entre o poder público, o setor privado e as organizações da sociedade civil, que já desenvolvem ações de educação ambiental para instrumentalizar o planejamento e implementação de novos projetos de educação ambiental;
- Difusão de tecnologia e capacitação dos agricultores para diversificação das atividades agropecuárias.

## 6.5 - Temáticas

Para a definição dos eixos temáticos do PEA foram levados em consideração os principais problemas ambientais do município. A abordagem escolhida para a definição dos eixos temáticos teve como intenção estabelecer uma vitrine de questões ambientais que estão diretamente relacionadas com o Plano Diretor Municipal de Macrodrrenagem Rural na Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba e Médio Tietê. Esta vitrine, por sua vez, visa facilitar a identificação de projetos de educação ambiental que estejam em andamento no município que possuam sinergia com o PEA. Ao mesmo tempo, este campo de convergência temática pretende subsidiar e orientar a elaboração de novos projetos de educação ambiental, para que estes possam se beneficiar e potencializar os impactos positivos do PEA.

A seguir serão apresentados os eixos temáticos do Plano de Educação Ambiental:

### 6.5.1 - Erosão

A erosão é um processo de desagregação do solo e transporte das partículas sólidas até as áreas mais baixas como várzeas e leitos dos rios. O problema mais importante da agricultura paulista é a erosão hídrica que vem comprometendo os recursos naturais e pondo em risco a produção econômica. Além de degradar o solo, tem causado problemas na qualidade e disponibilidade da água através da poluição, assoreamento de mananciais e enchentes no período das chuvas ou escassez no período da estiagem. A erosão causa, portanto, a degradação das várzeas e rios, pois o assoreamento das partes mais baixas é causado pela deposição de sedimentos do solo das áreas mais elevadas, podendo ocorrer ainda o carreamento de substâncias tóxicas aplicadas nas lavouras. O assoreamento é também uma das causas de enchentes e/ou poluição ou ainda uma agravante destas.

O processo erosivo, dado sua intensidade, além de degradar o perfil do solo, é a causa primeira de outros problemas que levam à baixa produtividade e ao empobrecimento do meio rural, induzindo com isto o êxodo para os aglomerados urbanos. De forma direta, a erosão, além das perdas econômicas, promove ao longo do tempo a degradação de áreas extensas, inviabilizando a continuidade do aproveitamento agrícola das mesmas. Em função disto, tais áreas acabam abandonadas, influindo inclusive nos preços atribuídos às propriedades rurais.

#### 6.5.1.1 - Relação com a PEA

O conhecimento técnico e consciência sobre a importância da preservação dos solos podem ser adquiridos através da educação ambiental. Uma das principais diretrizes da prefeitura é divulgar amplamente programas, ações e propostas a fim de informar e conscientizar a sociedade da atual situação da degradação do solo e das possíveis ações de mitigadoras.

### 6.5.2 - Inundações

Inundações compõem uma fase do ciclo natural da água. Pode ser definido como o transbordamento do leito natural de um corpo de água (rio, lago), geralmente provocado por chuvas intensas e contínuas. As inundações ocorrem na natureza com mais benefícios do que danos aos seres vivos pela retroalimentação dos ecossistemas nas bacias hidrográficas naturais. Mesmo as populações humanas se beneficiam das inundações,

---

quando seu modo de vida está ligado a esses ecossistemas, porque os rios trazem muita matéria orgânica e quando transbordam, fertilizam os solos das planícies aluviais, tornando-os agricultáveis.

As inundações, além de terem causas naturais, também têm como fatores indutivos as transformações que os seres humanos realizam no ambiente, especialmente no solo e nos rios. Como observa TUCCI (2004), a impermeabilização do solo aumenta a quantidade de água que chega ao mesmo tempo no sistema de drenagem, produzindo inundações mais frequentes do que as que existiam quando o solo era permeável. Outros fatores que exacerbam a ocorrência de inundações urbanas incluem: a generalização da ocupação humana em áreas de várzeas, como planícies aluviais e margens dos rios; o leito dos leitos dos rios e canais; ausência ou mau funcionamento do equipamento de drenagem urbana; a contaminação das águas do rio, entre outros.

### 6.5.2.1 - Relação com a PEA

As inundações são consideradas um importante problema ambiental. O Poder Público deverá realizar medidas de requalificação ambiental que pretendam reduzir a incidência de inundações e de seus impactos. As linhas de ação da prefeitura para melhoria do sistema municipal de drenagem deverá adotar duas abordagens distintas e complementares: uma delas é voltada à realização de obras para equacionamento de problemas críticos já instalados e a outra é voltada ao planejamento das ações que serão implementadas na sequência, ou em horizontes de médio a longo prazos.

A elaboração de um Plano de Drenagem deverá ser um processo de planejamento participativo, envolvendo a população na definição de prioridades do plano e buscando engajá-la no acompanhamento de sua implementação. Nesse contexto, além da participação em audiências públicas que definiram o Plano de Drenagem, cabe também à população atuar diretamente no controle e manutenção dos benefícios gerados pelas obras de melhoria da drenagem urbana, bem como cobrar do Poder Público o cumprimento das metas definidas no Plano. A educação ambiental auxilia a população para que esta possa cumprir, de forma mais qualificada este papel. Assim, os projetos de educação ambiental que tratem de temas como o ciclo natural da água, o ambiente urbano, o saneamento básico podem atuar sinergicamente com o Plano Diretor Municipal de Macrodrenagem Rural.

### 6.5.3 - Resíduos sólidos urbanos

Os resíduos sólidos urbanos (lixo) é uma criação da sociedade. Constitui-se em tudo que é descartado por ser considerado inútil, supérfluo, repugnante ou sem valor para um ser humano (DEMAJOROVIC, 1995). Diferentes materiais constituem os resíduos sólidos urbanos, dentre os quais a matéria orgânica (como restos de alimentos), o plástico, o papel, os metais e o vidro são os mais relevantes (CELERE et. al., 2007). O aumento acelerado da produção ao longo do último século transformou o lixo em uma preocupação ambiental mundial (REGO et. al., 2002; CELERE et. al., 2007; SANTOS, 2008). Isto se deve ao fato do lixo poluir a atmosfera, através da emissão de gases que contribuem para o aumento do efeito estufa; contaminar os recursos hídricos e o solo através do chorume; e atrair animais vetores de doenças, tais como ratos, baratas e lacraias.

De modo a evitar o comprometimento da saúde pública, o lixo deve ser gerenciado através da aplicação de medidas adequadas de saneamento básico. No passado, as ações governamentais priorizavam a

---

manutenção das cidades, sem necessariamente haver uma preocupação com o tratamento adequado do lixo. Em uma etapa seguinte, com a constatação dos problemas ambientais provocados pela falta de controle dos lixões, o poder público ampliou seu campo de atuação investindo no tratamento do lixo nos aterros sanitários. Mais recentemente, o gerenciamento do lixo incorporou a dimensão das ações de redução da produção, visando a diminuição da geração de resíduos, e de aumento da reutilização do lixo (DEMAJOROVIC, 1995).

### 6.5.3.1 - Relação com a PEA

Projetos de educação ambiental com foco no conceito dos 3Rs (reduzir, reutilizar, reciclar), na separação do lixo, no consumo consciente, na coleta seletiva, na compostagem, no gerenciamento do lixo na escola (pelos estudantes e funcionários) e nas empresas (pelos funcionários e agentes ambientais), teriam uma grande sinergia com este Plano. O propósito é trabalhar a relação do homem com a natureza, produção e destino do lixo no município e problemas ocasionados pelo seu mau acondicionamento.

### 6.5.4 - Importância da mata ciliar

A Mata Ciliar é um tipo de cobertura vegetal nativa que fica às margens dos rios, igarapés, lagos, nascentes e represas. O nome “ciliar” é dado por ficarem cercando as águas, e serem tão importantes para a sua conservação quanto são os cílios para os nossos olhos. Ela desempenha uma função ambiental de extrema importância na manutenção da qualidade da água, estabilidade dos solos, regularização dos ciclos hidrológicos e conservação da biodiversidade.

Em relação à manutenção da qualidade da água, a mata reduz o assoreamento e a força das águas que chegam aos rios, lagos e represas, o que mantém sua qualidade ao impedir a entrada de poluentes para o meio aquático. Além disso, formam corredores que contribuem para a conservação da biodiversidade, fornecendo alimento e abrigo para a fauna, constituindo barreiras naturais contra a disseminação de pragas e doenças da agricultura e, durante seu crescimento, absorvem e fixam dióxido de carbono, um dos principais gases responsáveis pelas mudanças climáticas.

O código florestal brasileiro determina uma distância mínima que se deve manter da mata ciliar nas margens de um rio, chamadas áreas de preservação permanente.

As pastagens são a principal razão da destruição das matas ciliares. A maior umidade das várzeas e beira de rios permite melhor desenvolvimento de pastagens na estação da seca e, por essa razão, os fazendeiros recorrem a essa opção mais simples. O desmatamento também causa a degradação. Produtores também acabam desmatando a Mata Ciliar para que os igarapés aumentem a produção de água no período de estiagem, isso se deve pelo fato de as árvores deixarem de bombear água usada na transpiração das plantas. Porém, pesquisas mostram que essa prática a longo prazo tem efeito contrário, pois com a ausência da mata ocorre o rebaixamento do nível do lençol freático. Outro fator importante que acarreta a degradação da mata são as queimadas, que além de devastarem a vegetação, empobrecem a qualidade do solo.

### 6.5.4.1 - Relação com a PEA

Inúmeras atividades podem ser realizadas para que seja feita uma efetiva conscientização e para que as pessoas envolvidas percebam que sua contribuição faz a diferença em cada projeto ambiental. Uma das causas que merece enfoque é a manutenção e reflorestamento das matas ciliares. A PEA pode servir como ferramenta para que seu importante papel de proteção dos cursos d'água volte a ser respeitado e compreendido pelas pessoas que se beneficiam. Os objetivos desta temática é: conscientizar e mostrar às crianças e adolescentes a importância da mata ciliar para um rio, bem como o problema socioambiental relacionado ao desmatamento e à degradação das matas ciliares; desenvolver atitude ética e cidadã com os alunos e professores; realizar o reflorestamento da mata ciliar de um rio do município; aliar a prática de ensino e extensão aos acadêmicos e à sociedade; desenvolver o monitoramento das mudas que foram plantadas.

### 6.5.5 - Poluição dos recursos hídricos

Existem várias formas de poluição que atualmente ameaçam o planeta Terra e a nossa qualidade de vida, contudo, a poluição das águas é uma das mais preocupantes e que ameaça a própria sobrevivência dos seres vivos.

A poluição da água consiste na contaminação desta por elementos possivelmente nocivos a organismos, plantas e seres humanos. As substâncias poluentes modificam as características do meio aquático, alterando as relações entre organismos produtores e organismos consumidores, o que pode causar danos e mesmo a morte aos organismos consumidores que necessitam de oxigénio na sua respiração e não o obtém. Isto pode também originar o desenvolvimento de algas e organismos que, por sua vez, produzem substâncias tóxicas que poderão ser absorvidas pelos organismos que entram na cadeia alimentar, causando então danos ao ser humano. A transmissão de doenças é também um dos muitos efeitos da poluição. Doenças como a disenteria, meningite, cólera, e hepatites A e B poderão ser diretamente transmitidas pela água poluída. As águas poluídas por efluentes líquidos industriais podem também originar a contaminação por metais pesados.

#### 6.5.5.1 - Relação com a PEA

Nesta temática é sugerido trabalhar as questões referentes ao ciclo da água, as consequências na qualidade de vida da flora e fauna que dependem dos recursos hídricos poluídos e as doenças provocadas pela contaminação da água. As atividades envolvidas nesse módulos poderão ser as seguintes:

- Demonstrações de proteção de fonte de água, com a participação dos professores das redes municipal e estadual de ensino, pais e alunos.
- Realizações de reuniões nas escolas, associações de agricultores e clubes de pais para discussão da questão da proteção de fontes, limpeza das caixas de água e doenças causadas pela contaminação da água.

- 
- As secretarias municipais responsáveis por esta temática podem efetuar coletas de amostras de água nas fontes de água existentes na zona rural e, posteriormente, divulgar os resultados aos morados.

## 6.5.6 - Preservação e identificação da flora e fauna nativas

A preservação de espécies animais e vegetais, e a consequente manutenção dos ecossistemas, é uma das principais temáticas ambientais atuais.

O processo de extinção está relacionado ao desaparecimento de espécies ou grupos de espécies em um determinado ambiente ou ecossistema. Semelhante ao surgimento de novas espécies, a extinção é um evento natural: espécies surgem por meio de eventos de especiação (longo isolamento geográfico, seguido de diferenciação genética) e desaparecem devido a eventos de extinção (catástrofes naturais, surgimento de competidores mais eficientes). Normalmente, porém, o surgimento e a extinção de espécies são eventos extremamente lentos, demandando milhares ou mesmo milhões de anos para ocorrer.

Ao longo do tempo, porém, o homem vem acelerando muito a taxa de extinção de espécies, a ponto de ter-se tornado, atualmente, o principal agente do processo de extinção. Em parte, essa situação deve-se ao mau uso dos recursos naturais, o que tem provocado um novo ciclo de extinção de espécies, agora sem precedentes na história geológica da terra. Atualmente, as principais causas de extinção são a degradação e a fragmentação de ambientes naturais, resultado da abertura de grandes áreas para implantação de pastagens ou agricultura convencional, extrativismo desordenado, expansão urbana, ampliação da malha viária, poluição, incêndios florestais, formação de lagos para hidrelétricas e mineração de superfície. Outra causa importante que leva espécies à extinção é a introdução de espécies exóticas, ou seja, aquelas que são levadas para além dos limites de sua área de ocorrência original. Estas espécies, por suas vantagens competitivas e favorecidas pela ausência de predadores e pela degradação dos ambientes naturais, dominam os nichos ocupados pelas espécies nativas.

A conservação dos ecossistemas naturais, sua flora, fauna e os microrganismos, garante a sustentabilidade dos recursos naturais e permite a manutenção de vários serviços essenciais à manutenção da biodiversidade, como, por exemplo: a polinização; reciclagem de nutrientes; fixação de nitrogênio no solo; dispersão de propágulos e sementes; purificação da água e o controle biológico de populações de plantas, animais, insetos e microorganismos, entre outros.

Em todo o Brasil, a preservação da fauna está sendo assegurada por meio dos trabalhos de manejo, monitoramento e salvamento em todo o país. A preservação da flora podem ser feita com a coleta de mudas, sementes e estacas, utilizadas para reflorestar as áreas necessárias.

### 6.5.6.1- Relação com a PEA

O objetivo esta temática é trabalhar as questões como a sucessão das espécies existentes no município, importância da flora e fauna, preservação e recuperação de áreas verdes e plantas medicinais. As atividades sugeridas nesse módulo são as seguintes:

- Realização de reuniões com os professores das escolas e clubes de pais para discussão das espécies mais comuns no município, levantamento das plantas medicinais mais utilizadas pelas famílias, desmatamento, o crescente plantio de espécies exóticas, preservação e recuperação das matas ciliares.
- Palestras e aulas guiadas por professores de faculdades do municípios sobre a legislação e importância das Unidades de Conservação e Áreas de Proteção Ambiental. Se possível realizar visitas nas Unidades de Conservação do município.
- Realizações de trilhas em uma floresta da cidade orientada por professores. Na caminhada, poderão ser observadas as espécies existentes e típicas do município e mencionadas sua importância no ecossistema.
- Com as escolas poderão ser implantadas hortas para melhoria da qualidade da merenda escolar. Nas hortas, em geral, poderão ser plantadas couve, beterraba, cenoura, alface, nabo, tempero verde, utilizando o húmus de composteira construída nas escolas.

## 6.6 - Linhas de ação

O município deverá instituir um programa que seja descentralizado e participativo com enfoque na gestão do solo e erosão e nas demais temáticas propostas. Em síntese, as estratégias de ações são apresentadas considerando os fatores ambientais e sócios econômicos:

- Produção e difusão de material técnico/educativo a partir da participação ativa da população;
- Divulgar a legislação ambiental pertinente às propriedades rurais como instrumento para a conservação dos recursos naturais;
- No ensino básico e também junto ao ensino não formal, de acordo com o desenvolvimento cognitivo dos educandos, de modo que esses possam compreender a importância de inserir a temática ao longo de suas aulas. Deverá proporcionar que se trabalhe com o espaço vivido dos alunos, ou seja, representando a sua propriedade rural, e consequentemente, facilitando tornar a aprendizagem significativa e também podem atuar como disseminadores de conhecimentos.
- Sistematização das experiências de educação ambiental no município.

### 6.6.1 - Produção e divulgação de material

Objetivo desta ação é identificar, organizar e divulgar metodologias que promovam a participação da sociedade, em especial, da população rural, e contribuam para o desenvolvimento de ações e atividades relacionadas ao Plano Diretor Municipal de Macrodrrenagem Rural na Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba e Médio Tietê, como listadas a baixo:

- Promover conferências municipais regulares sobre educação ambiental, congregando representantes dos órgãos promotores da Educação Ambiental, técnicos e especialistas municipais e estaduais, tanto do poder público quanto do setor privado e da sociedade civil;
- Divulgar de questões ambientais relacionadas aos eixos temáticos do PEA, através de mecanismos de comunicação interna da Prefeitura.
- Incluir um link no site da Prefeitura com informações sobre o PEA e o Plano Diretor de Macrodrrenagem Rural, incluindo seus avanços, suas ações e o roteiro de como planejar e realizar uma atividade de educação ambiental. Também deve ser incluída uma lista de respostas a perguntas mais frequentes.
- Promover debates em torno dos temas relacionados as cadeia produtivas regionais, divulgando os resultados obtidos pelos programas;
- Veiculação dos resultados obtidos nos meios de comunicação;
- Demonstração dos resultados e sucessos de forma a promover a agropecuária regional e sua produção a partir da montagem de stand em feiras agropecuárias.

## 6.6.2 - Divulgação da legislação ambiental

Para eficiência nas ações, o Município precisa implementar programas, projetos socioeducativos que sejam contínuos e integrados a outras instituições, pois uma prática não centralizada, pontual e de curto prazo, não seria eficaz para manter a manutenção do gerenciamento adequado do meio rural. Deve haver a existência de programas, projetos de longo prazo que provoquem ações concretas por parte da comunidade rural e sua participação permanente em Conselhos Municipais, buscando acompanhamento, monitoramento e resultados das ações. Além disso, a atividade de fiscalização deve ser atuante, mas não pode ser utilizada somente como medida de punição, assim cabendo ao município investir em programas de Educação Ambiental. Esses programas devem ter como foco a conscientização ambiental, no intento de contribuir para que a legislação ambiental se efetive nas áreas rurais do Município. A conscientização ambiental dos agentes envolvidos permitiria que os mesmos passassem a desenvolver uma nova postura frente ao manejo das propriedades agrícolas, especialmente no que tange ao conhecimento da legislação ambiental e, consequentemente, à conservação dos recursos naturais.

Deverá nortear as ações da prefeitura frente a divulgação da legislação ambiental as seguintes práticas:

- Produzir materiais de divulgação sobre as leis ambientais, tanto no âmbito municipal, estadual e federal;
- discutir práticas agrícolas sustentáveis, destacando as agroecológicas;
- identificar e demonstrar a importância da participação nos órgãos de gestão ambiental locais;

- 
- incentivar a utilização racional da água no meio rural; destacar o papel da mata ciliar e de outras áreas de preservação permanente, da reserva legal e ainda;
  - a importância do manejo adequado dos agrotóxicos.

## 6.6.3 - Educação Ambiental no ensino básico e no ensino não formal

### 6.6.3.1 - Plano de educação ambiental na educação básica

A educação formal se constitui em um terreno fértil e essencial para o florescimento da educação ambiental. Alguns temas que já são trabalhados através da educação ambiental nas escolas possuem relação direta com a PEA. Assim, a integração do PEA no Projeto Político Pedagógico das escolas, de forma integrada ao longo das séries, possibilitará que a aplicação e ampla disseminação de valores, conceitos e princípios que norteiam a educação ambiental cheguem a essa parcela significativa da população. Deve-se considerar ainda que os alunos são potenciais multiplicadores de informações às suas famílias, aumentando o número de pessoas sensibilizadas pelos temas ambientais, trabalhados neste PEA.

**Atores Envolvidos:** Secretaria Municipal de Meio Ambiente; Secretaria Estadual de Educação; Diretores, coordenadores pedagógicos, professores, funcionários, jovens representantes dos grêmios e alunos das escolas e universidades.

**Plano de Atividades:** O processo de disseminação do PEA no sistema de ensino do município, isto é, além das escolas municipais, as escolas estaduais e privadas e universidades serão atingidas. Para a implementação do PEA nas escolas, é importante que se tenha em vista os processos de construção do Projeto Político Pedagógico destas instituições de ensino. É necessária uma discussão do PEA no âmbito do Conselho Municipal de Educação, de modo que todas as escolas – públicas (municipais e estaduais) e particulares – debatam conjuntamente e pensem em maneiras de incluir a educação ambiental em seus Projetos Políticos Pedagógicos, em todas as séries, níveis e modalidades.

Para esta linha de ação são propostas as seguintes atividades:

- Cursos de atualização para professores e técnicos dos sistemas de ensino utilizando uma metodologia que integre a teoria e a prática de forma a desenvolver uma perspectiva crítica em relação à questão ambiental, abrangendo não somente os recursos naturais, mas também os hábitos da sociedade relacionados com a natureza;
- Projetos de pesquisas para a geração de instrumentos e metodologias, voltadas para a abordagem da dimensão ambiental, nos currículos integrados dos diferentes graus e modalidades de ensino;
- Produção de material paradidático (gráfico e audiovisual) de Educação Ambiental, voltado para os eixos temáticos do PEA, especialmente no que diz respeito às bacias hidrográficas;
- Realização de eventos nos dias comemorativos ambientais;

- Realização de atividades junto aos agentes ambientais das escolas;
- Em sala de aula, os professores podem indicar a produção de textos, poesias, ilustrações, murais, jornais, roteiro para vídeo, história em quadrinhos, montagem de peças teatrais com base nos eixos temáticos.

### 6.6.3.2 - Plano de educação ambiental na educação não formal

Com informações socioambientais de qualidade, a população terá mais condições de atuar na direção da melhoria de sua qualidade de vida, aproveitando plenamente e sustentavelmente os investimentos realizados pelo poder público. Assim, esta linha de ação visa capacitar para a gestão de projetos e disseminar informações ambientais através de ações de educação não formal, abrangendo ações do poder público, sociedade civil e setor privado.

**Atores Envolvidos:** Nesta linha de ação há três categorias de atores envolvidos: (1) os multiplicadores, isto é, aqueles que serão capacitados para atuar no desenvolvimento de projetos de educação ambiental alinhados às orientações do PEA; (2) os disseminadores, que serão capacitados para difundir informações ambientais geradas pela PEA e problematizadas pelo Plano de Educação Ambiental; e (3) àqueles que serão informados.

O primeiro grupo de participantes - multiplicadores - é composto por atores e instituições que atuam ou queiram atuar no campo das ações de educação Plano de Educação Ambiental não formal. A prefeitura divulgará informações sobre os eixos temáticos e sobre a PEA às organizações da sociedade civil, instituições do setor privado e do poder público. A prefeitura também será responsável por capacitar, ou delegar à(s) esfera(s) mais adequada(s) a capacitação dos multiplicadores no processo de planejamento participativo e gestão de projetos de educação ambiental. A ação do multiplicador é uma construção social que pode contar com uma experiência de alguém que pertence à comunidade e assim proporciona oportunidade para uma identificação positiva com um problema. A qualidade política destes –multiplicadores deve caminhar na direção de despertar a criticidade e a autonomia e, para tanto, pautar-se na colaboração, na participação, na equidade e no controle comunitário, isto é, no exercício da cidadania.

O segundo grupo, dos disseminadores, é composto por pessoas que já atuam e tem a prática de difundir informações a outras pessoas. Estes atores devem ser capacitados em relação aos temas geradores do PEA, e constantemente atualizados sobre as ações e os benefícios gerados pelo Plano Diretor de Macrodrrenagem Rural, de modo que possam replicar a informação para a comunidade.

O município, no entanto, tem várias outras funções e instituições com atuação no setor de educação não formal. Organizações da sociedade civil e empresas também podem atuar como disseminadores, através de mecanismos de comunicação interna em suas próprias instituições, bem como difundindo informações ambientais aos seus clientes e à comunidade.

O terceiro grupo desta linha de ação é composto pela ponta da cadeia, isto é, aqueles que receberão as informações disseminadas e multiplicadas pelos outros grupos, e em consequência, podendo vir a serem eles mesmos novos disseminadores e multiplicadores. Os funcionários públicos em geral, trabalhadores das empresas e públicos-alvo dos projetos das organizações da sociedade civil são exemplos deste grupo de participantes desta linha de ação. Para potencializar os resultados das ações nos diferentes setores, o Plano de Educação Ambiental tem o estabelecimento de parcerias como um valor importante, especialmente

---

considerando a amplitude dos objetivos e das metas do PEA. É preciso que se aprenda a discutir, a escutar, a argumentar, a convencer, em suma, a comunicar-se eficazmente por meio de um diálogo entre saberes de diversos tipos — científicos, de experiência, tradicionais etc.

O arranjo institucional proposto facilita o estabelecimento de sinergias entre o que já está sendo desenvolvido com ações de parceiros em potencial, tendo como base os três eixos temáticos do

**Plano de Atividades:** Para alcançar todos os integrantes das instituições, como é o caso do corpo laboral do poder público municipal (incluindo administrações direta, indireta e empresas públicas), serão realizadas oficinas com os escalões superiores, que, em efeito cascata, transmitirão as informações obtidas para funcionários de outros níveis. Para isso, é necessário um espaço na agenda do funcionalismo público para permitir sua participação nas oficinas. As informações disseminadas em cascata através das oficinas, além de familiarizar as diversas entidades do poder público em relação à existência do PEA, sensibilizarão os funcionários quanto aos valores, hábitos e atitudes relacionados à questão ambiental. Com isso espera-se estabelecer um cenário que estimule cada funcionário a adotar o Plano como referência. Estratégia semelhante deve ser proposta aos representantes do setor privado. Visando atingir todos os atores envolvidos nesta linha de ação.

Os principais mecanismos de educação utilizados distribuem-se entre os seguintes grupos:

- Mecanismos presenciais (reuniões, palestras, agentes ambientais);
- Mecanismos virtuais (site na Internet, mensagens eletrônicas);
- Peças impressas de comunicação (revista, jornal, cartaz).
- Divulgar de conteúdo do PEA e conceitos de educação ambiental através de mecanismos internos de comunicação das associações de classe e empresas;
- Produzir materiais difundindo o conceito de bacia hidrográfica para as atividades de educação ambiental não formal;
- Realizar cursos de capacitação e atualização utilizando metodologias de ensino presencial e à distância, para dirigentes e técnicos que atuem em empresas e organizações da sociedade civil, para o exercício e implementação da Educação Ambiental em suas atividades;
- Capacitar de agentes que atuem em instituições de qualificação profissional e de ação social, e nas áreas de extensão, visando à abordagem da dimensão ambiental nas diversas atividades produtivas;

## 7 - Responsabilidade Técnica e Coordenação

### 7.1 - Responsabilidade Técnica

A responsabilidade técnica recai sobre os seguintes profissionais:

Eng. Gentil Balzan.

Eng. Marcelo Malheiros Duclerc Verçosa.

### 7.2 - COORDENAÇÃO

A coordenação trabalhos dos recai sobre os seguintes profissionais:

Eng. Gentil Balzan

Eng. Marcelo Malheiros Duclerc Verçosa

Ricardo da Silva Valente

Coordenação Adjunta:

Márcio Gonzaga

Eng. Raphael Machado

Carlos Alberto Silva

## 8 - Referências

ALCOFORADO, R. G. **Simulação Hidráulico-Hidrológica do Escoamento em Redes Complexas de Rios Urbanos: Suporte de Informações Espaciais de Alta Resolução.** 2006. 272 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

ALMEIDA, G. S.; RIDENTE JÚNIOR, J. L. **Diagnóstico, prognóstico e controle de erosão.** Goiânia, 2001. Apostila de curso ministrado no VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão.

ARNELL, V. Rainfall data for the design of detention basins. **Water Science and Technology**, Copenhagen, IAWPRC, v. 16, 1984.

BAPTISTA, M. B. et al. (Orgs.) **Hidráulica Aplicada.** Porto Alegre: ABRH. 2ª edição, 2003. 621p.

BARTH, F.T. et al. **Fundamentos para Gestão de Recursos Hídricos.** Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v.1 - São Paulo, 1987. Nobel/ABRH. 526p.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F.L. **Conservação do solo.** São Paulo. Ed. Ícone, 2005. 5ª ed. p. 355.

BRASIL. **Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981.** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999.** Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.

BRASIL. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem - DNER. **Manual de projeto geométrico de rodovias rurais.** Rio de Janeiro, 1999.

BRASIL. **Lei 9.985, de 18 de Julho de 2000.** Dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9985.htm). Acesso em: 15 de junho de 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Programa nacional de educação ambiental - ProNEA.** 3. ed - Brasília : Ministério do Meio Ambiente, 2005.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT. **Álbum de projetos - tipo de dispositivos de drenagem.** - 2. ed. - Rio de Janeiro, 2006.

BRASIL. **Lei nº 12.780, de 30 de novembro de 2007.** Institui a Política Estadual de Educação Ambiental.

BRASIL. **Lei 12.651 de 25, de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Congresso Nacional. Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/1032082/lei-12651- 12>. Acesso em: 20 de maio de 2017

BERTOLINI, D. et. al. **Manual técnico de manejo e conservação do solo e água.** Campinas: CATI, 1994.

CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes.** São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

CELERE, M.S.; OLIVEIRA, A.S.; TREVILATO, T.M.B.; SEGURA-MUÑOZ, S.I. (2007). Metais presentes no chorume coletado no aterro sanitário de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil, e sua relevância para saúde pública. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 4, p. 939-947, 2007.

CEPA - Instituto de Planejamento e Economia Agrícola de Santa Catarina. **Avaliação do projeto de microbacias - componente estradas.** Florianópolis, SC. 1999.

---

CEPAGRI-UNICAMP. CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS A AGRICULTURA. Clima dos Municípios Paulistas. Disponível em: <[www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima\\_muni\\_291.html](http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_291.html)>. Acesso em: 30 junho 2017.

[CPRM] Serviço Geológico do Brasil. **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**. Escala 1:750.000. Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2006.

CIRILO, J. A. **Análise dos Processos Hidrológico-Hidrodinâmicos na Bacia do Rio São Francisco**. Tese de Doutorado. Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1991.

DEMARCHI, L. C. et. al. **Adequação de Estradas Rurais**. Campinas: CATI, 2003.

DEMARCHI, L. C. et al. **Manual Técnico 77 - Adequação de Estradas Rurais: Programa Estadual de Microbacias Hidrográficas**. Campinas. Editado pela CATI, 2003.

DEMAJOROVIC, J. Da política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão de resíduos sólidos: As novas prioridades. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 3, p. 88-93, 1995.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.

FILIZOLA, H. F. et. al. **Controle dos Processos Erosivos Lineares (ravinhas e voçorocas) em Áreas de Solos Arenosos**. Empresa Brasileira de Agropecuária - EMBRAPA. Jaguariúna, 2011.

GONÇALVES, A. K. Geoprocessamento aplicado ao uso e ocupação da terra na Bacia Hidrográfica do Ribeirão São Pedro – Botucatu (SP). **X Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 10, n. 2, p. 460-470. S/L, 2014.

GRIEBELER, N. P.; PRUSKI, F. F.; MEJL, H. U.; SILVA, D. D. da; OLIVEIRA, L. F. C. de. **Equipamento para determinação da erodibilidade e tensão crítica de cisalhamento do solo em canais de estradas**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, n.2, 2005.

HERNANI, L.C.; FREITAS, P.L.; PRUSKI, F.F.; MARIA, I.C. DE; CASTRO FILHO, C.; LANDERS, J.C. **A erosão e seu impacto**. p.47-60. In: MANZATTO, C.V.; FREITAS JÚNIOR, E.; PERES, J.R.R. **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2002.

[IBGE] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE cidades**. Disponível em:<<http://cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=354060>>. Acesso em:10 jun. 2017.

[IBGE] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **IBGE. Geociências, Informações Ambientais, Geomorfologia**. Atualização: 2006. Disponível em: <[https://downloads.ibge.gov.br/downloads\\_geociencias.htm](https://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm)>. Acesso em: 27 de novembro de 2017.

[IAC] INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo** . Escala 1:500.000. Campinas: IAC, 1999.

[IPT] INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de Conservação e Recuperação de Estradas Vicinais de Terra**. São Paulo: IPT, 1988.

[IPT/CEMPRE]INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Lixo Municipal**: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: IPT/CEMPRE. 1995. 278p.

KARMANN, I. **Evolução e dinâmica atual do sistema cárstico do alto Vale do Rio Ribeira de Iguape, sudeste do estado de São Paulo**. 1994. 241 f. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo.

KEIFER, C. J; CHU, H. H Synthetic storm patterns for drainage design. **Journal of the Hydraulics Division**, ASCE, v. 83, n. 4, 1957.

LENHARE, B. D.; SALLUN FILHO, W. O carste nas cabeceiras dos rios das Almas, São José de Guapiara (Bacia do Paranapanema) e do Rio Pilões (Bacia do Rio Ribeira de Iguape), SP. **Geociências** (São Paulo. Online), v. 33, p. 686-700, 2014.

LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W.C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com as perdas de solo em Campinas (SP). **Bragantia**, Campinas, 51(2):189-196, 1992.

LOMBARDI NETO, F. et. al. **Terraceamento Agrícola**. 1<sup>a</sup> edição, 2<sup>a</sup> impressão. Campinas, CATI, 1994.

LOURENÇO, R. W. et al. Elaboração de uma metodologia de avaliação de fragmentos de remanescentes florestais como ferramenta de gestão e planejamento ambiental. **Revista Ambiente**, v. 10, n. 3, p. 685-698. Guarapuava, 2014.

MACHADO, E. S. **Modelo Hidrológico Determinístico para Bacias Urbanas**. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Departamento de Hidráulica e Saneamento. São Carlos, 1981. 286 p.

MAINE DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION (DEP), (2010). **Gravel Road Maintenance Manual - A Guide for Landowners on Camp and other Gravel Roads**. Main, USA.

MELLER, A. **Simulação Hidrodinâmica Integrada de Sistema de Drenagem em Santa Maria-RS**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Santa Maria, 2004. 180p.

NASH, J. E. The form of instantaneous units hydrograph. In: Assemblee Generale de Toronto, 3, 1957, Toronto. **Anais...** Toronto: IAHS, 1957, p.114-121.

PAZ, M. G. A. **Integração das políticas públicas de recursos hídricos e saneamento: a bacia hidrográfica dos Rios Sorocaba e médio Tietê**. São Paulo, 2015. 250 f. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

PREFEITURA DE TATUÍ. **Dados Estatísticos**. Disponível em:  
<<http://www.tatui.sp.gov.br/content.php?t=content&id=54&idm=54>> Acesso em: 01/07/2017.

REGO, R.C.F. BARRETO, M.L.; KILLINGER, C.L. (2002). O que é lixo afinal? Como pensam mulheres residentes na periferia de um grande centro urbano. **Cad. Saúde Pública**, v. 18, n. 6, p.1583-1592, 2002.

RIGHETTO, M. **Hidrologia e Recursos Hídricos**. Projeto REENGE, EESC/USP. 1<sup>a</sup> Edição, 1998.

ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia**. Universidade de São Paulo: São Paulo. v. 10. 1996.

ROUSE, J.W. et al. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: **Earth Resources Technology Satellite- 1 Symposium**, 3, 1973. Proceedings. Washington, 1973, v.1, Sec.A, p. 309317.

SANTOS, L.C. A questão do lixo urbano e a geografia. IN: **Anais...** 1º SIMPGEO/SP, Rio Claro, 2008.

SÃO PAULO. Secretaria de Energia e Saneamento. Departamento de Águas e Energia Elétrica. **Controle de erosão: bases conceituais e técnicas; diretrizes para o planejamento urbano e regional, orientações para o controle de boçorocas urbanas**. São Paulo: DAEE/IPT, 1989.

---

SARTORI, A. **Avaliação da classificação hidrológica do solo para a determinação do excesso de chuva do método do serviço de conservação do solo dos Estados Unidos.** Dissertação de Mestrado. FEC/UNICAMP, 2004.

SARTORI, A.; LOMBARDI NETO, F.; GENOVEZ, A. M.; Classificação Hidrológica de Solos Brasileiros para a Estimativa da Chuva Excedente com o Método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos. Parte 1: Classificação. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 10, n. 4, 2005.

SEADE - Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. Banco de Dados de Informações dos Municípios Paulistas. São Paulo: 2016.

[SMA-SP] SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO. INSTITUTO FLORESTAL. **Inventário Florestal Do Estado De São Paulo**. 2009.

SILVA, D. P. **Modelo para dimensionamento de sistemas de drenagem de superfície em estradas não pavimentadas.** Tese de Doutorado. Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa. 2011.

[SSRH/CSAN] SECRETARIA DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Plano Regional Integrado de Saneamento Básico**. SSRH: São Paulo, 2011.

SIFALDA, V. **EntwicklungeinesBerechnungsregensfür die BemessungvonKanalnetzen.** GWF – Wasserabwasserm, p. 114-119, 1973.

SILVA, K. A. **Análise da Variabilidade Espacial da Precipitação e Parâmetros Hidrológicos em Bacia Experimental Urbana: Estudo da Transformação da Chuva em uma Pequena Bacia Hidrográfica Urbana.** Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Departamento de Hidráulica e Saneamento. São Carlos, 2003. 325p.

SOUZA, T. F. **Drenagem Urbana Sob Cenários de Longo Prazo Visando Incentivos Ambientais.** Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, Departamento de Hidráulica e Saneamento. São Carlos, 2008. 247p.

TUCCI, C. E. M. Modelos Hidrológicos. Porto Alegre: Editora Universidade, UFGRS, ABRH. 3ª Edição, 1998. 669p.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação.** Editora da Universidade/UFGRS. Porto Alegre: 2ª Edição, 2001. 943p.

TUCCI, C.E.M. Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil. **RAEGA**, v. 1, n. 1, p. 59-73, 2004.

[USDA] UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Hydrologic Soil-Cover Complexes**. Washington: USDA, 2004. (National Engineering Handbook Hydrology Chapters - NEH Part 630).

YEN, B. C.; CHOW, V. T. **Local design storm**, v. 2. Report n. FHWA/RD-82-064, Federal Highway Administration, 1983.

ZONTA, J.H. et. al. **Práticas de Conservação de Solo de Água.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Campina Grande, 2012.

---

# ANEXOS