



Piacatu/SP

# PLANO DE MACRO DRENAGEM DO MUNICÍPIO DE PIACATU



OUTUBRO - 2011

## Sumário

APRESENTAÇÃO.....	1
1. INTRODUÇÃO .....	2
2. LEVANTAMENTO DE DADOS .....	3
2.1. Dados sociais.....	3
2.1.1. Dados Gerais .....	3
2.1.2. Histórico de Desenvolvimento .....	4
2.1.3. Densidade Demográfica.....	5
2.1.4. Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População .....	5
2.1.5. Grau de Urbanização .....	6
2.1.6. Taxa de Mortalidade Infantil.....	7
2.1.7. Renda per Capita .....	7
2.1.8. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM .....	8
2.1.9. Índice Paulista de Responsabilidade Social - IPRS .....	9
2.1.10. Dados de Domicílios Particulares Permanentes .....	10
2.1.11. Caracterização da Ocupação.....	11
2.1.12. Consumo de Energia Elétrica.....	12
2.2. Dados Físicos.....	13
2.2.1 - Caracterização física.....	15
2.2.2. Infra-estrutura Urbana.....	18
2.2.3. Saneamento e Saúde Pública .....	18
2.2.4. Caracterização da área rural.....	19
2.2.4.1. Uso e Ocupação do Solo.....	19
3. CADASTRAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM EXISTENTE.....	22
4. LEVANTAMENTO PLANIALTIMETRICO.....	25
4.1 Método Utilizado para processamento de curvas de nível.....	25
4.2. equipamentos e Softwares utilizados.....	26
4.3. Processamento das informações do GPS.....	27
4.4. Configuração do estilo de ajuste - Um Sigma.....	27
4.5. Resumo Estatístico.....	28
4.6. Estratégia de ponderação.....	34

4.7. Coordenadas ajustadas.....	34
4.8. Processamento das curvas de Nivel.....	37
<b>5.DEFINIÇÃO DAS CARACTERISTICAS DAS BACIAS DECONTRIBUIÇÃO</b> .....	<b>39</b>
<b>6. ESTUDOS HIDRAULICOS E HIDROLOGICOS</b> .....	<b>40</b>
6.1.Introdução.....	40
6.2. Revisão de Literatura.....	41
6.2.1.Planos Diretores.....	41
6.2.2. Percepção Ambiental e participação Pública na gestão dos Recursos Hídricos.....	45
6.2.3.Tempo de Concentração.....	47
6.3. Metodologia.....	49
6.3.1. Estudo de tempos de Concentração das microbacias urbanas.....	49
6.3.2. Estudo de intensidade de chuvas na microbacias urbanas.....	50
6.3.3. Estudo de coeficiente de escoamento das microbacias urbanas	50
6.3.4. Estudo das vazões das microbacias urbanas.....	50
6.4. Resultados de discussões.....	51
6.4.1. Planilhas de cálculos hidrológicos, período de retorno de 10 anos.....	51
<b>7. COMPARAÇÕES, ALTERNATIVAS E SOLUÇÕES</b> .....	<b>62</b>
7.1. Medidas estruturais.....	62
7.2. Medidas Não-estruturais.....	77
7.2.1. Criação de Legislação.....	77
7.2.2. Gestão de Drenagem Urbana.....	79
7.2.3. Programas.....	80
7.2.3.1. Monitoramento.....	81
7.2.3.2. Estudo Complementares.....	85
7.2.3.3. Programa de manutenção.....	89
7.2.3.4. Programa de Educação.....	90
7.3. Priorização de Ações.....	91
<b>8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</b> .....	<b>96</b>
<b>9. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	<b>98</b>
<b>10. EQUIPE TECNICA</b> .....	<b>100</b>

## Lista de Tabelas

Tabela 1. Dados Gerais do Município de Piacatu	4
Tabela 2. Renda Per Capita do Município de Piacatu	8
Tabela 3. Dimensões do IPRS	10
Tabela 4. Dados Domiciliares	11
Tabela 5. Dados da Ocupação	11
Tabela 6. Consumo de Energia do Município de Piacatu (Em MWh)	12
Tabela 7. Esgotamento Sanitário	19
Tabela 8. Características das Propriedades Rurais	20
Tabela 9. Exploração de Animais, Município de Piacatu, SP, 2007/08	20
Tabela 10. Máquinas, Implementos e Benfeitorias, Município de Piacatu, SP	20
Tabela 11. dados do processamento 01	27
Tabela 12. Estatísticas de observação do GPS individual	28
Tabela 13. Coordenadas de grid ajustadas	35
Tabela 14. Planilhas de cálculos hidrológicos para período de retorno de 10 anos	52
Tabela 15. Discriminação de Serviços e custos	66
Tabela 16. Discriminação de Serviços e custos	68
Tabela 17. Discriminação de Serviços e custos	71
Tabela 18. Discriminação de Serviços e custos	74
Tabela 19. Discriminação de Serviços e custos	76

## Lista de Figuras

Figura 1. Densidade Demográfica	5
Figura 2. Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População (Em % a.a)	6
Figura 3. Grau de Urbanização	6
Figura 4. Taxa de Mortalidade Infantil	7
Figura 5. Renda per Capita	8
Figura 6. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM	9
Figura 7. Consumo de Energia Elétrica no Município	12
Figura 8. Localização do Município de Piacatu na Bacia	13
Figura 9. Localização das Bacias Aguapeí e Peixe no Estado de São Paulo	14
Figura 10. Cidades Vizinhas do município de Piacatu	14
Figura 11. Plano da Bacia Hidrográfica do Aguapeí e Peixe – UGRHI 20 e 21	17
Figura 12. Detalhe do mapas de drenagem existente	22
Figura 13. Imagem das linhas de base processadas	37
Figura 14. Imagem do produto final	38
Figura 15. Localização do perímetro urbano sobre a bacia	39
Figura 16. Projeto básico de caixa de queda com tubo de lançamento	63
Figura 17. Projeto básico de boca de lobo simples	64

## Lista de Fotos

Foto 1, 02 e 03.	66
Figura 04 e 05.	69
Figura 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12 e 13.	72
Figura 14 e 15.	74
Figura 16, 17 e 18.	76

## **APRESENTAÇÃO**

---

Este Relatório Técnico relativo à elaboração do Plano de Macro Drenagem do Município de Piacatu compreende a programação prevista, obedecendo à metodologia expressa no Termo de Referência.

O objetivo principal do Plano de Macro Drenagem é subsidiar a Prefeitura do Município de Piacatu a elaborar um efetivo planejamento da infra-estrutura urbana, em especial no tocante à Drenagem, bem como propiciar o início da estruturação de um banco de dados digital de relatório e mapas, contendo os estudos topográfico, hidráulico, hidrológico, e a determinação dos estudos de soluções. Desta forma são apresentados os diversos procedimentos a observar, as fontes de informações a consultar.

## 1. INTRODUÇÃO

---

A definição das diretrizes e recomendações que compõem o Plano de Macro Drenagem do Município de Piacatu serão construídas a partir de uma seqüência de atividades, organizadas logicamente de forma a se atingir o objetivo perseguido com resultados consistentes e sustentáveis.

Estas atividades compreendem o estabelecimento de uma base de dados, sua análise e consistência, o processamento destes dados, que comporão a ferramenta de planejamento.

Assim sendo, apresenta-se neste volume as etapas dos trabalhos, correspondente à análise e consistência dos dados e os estudos básicos fundamentais para a análise e interpretação do comportamento do sistema de macro drenagem urbana do município. Estes estudos são relacionados à hidrologia e hidráulica, dados físicos, sócio-econômicos e estatísticas.

## **2. LEVANTAMENTO DE DADOS**

---

### **2.1. Dados sociais**

Nos estudos de macro drenagem, é de fundamental importância o conhecimento das áreas impermeáveis que recobrem a superfície das bacias hidrográficas constituintes da região em análise, dada a necessidade de se determinar os hidrogramas de cheia de cada uma destas bacias.

A impermeabilização do solo é uma decorrência direta da urbanização da população, que por ocorrer, na maior parte das vezes, sem o acompanhamento de um planejamento e regulamentação do uso do solo, implica a ocupação de áreas impróprias, o surgimento de loteamentos inadequados e terrenos invadidos, bem como a devastação da vegetação e a redução das áreas verdes disponíveis.

A impermeabilização, ao reduzir a capacidade de infiltração do solo e aumentar a velocidade do escoamento superficial, tem como consequência o aumento e a antecipação dos picos de vazão nos hidrogramas de cheia dos corpos d'água, e, portanto, o aumento da solicitação do sistema de drenagem.

Os estudos de população, dos dados sociais e de uso do solo, visam subsidiar a análise e estimativa das áreas impermeáveis existentes no município de Piacatu, tanto na situação atual – de forma a permitir a avaliação do sistema de drenagem existente – quanto no horizonte de projeto – permitindo a projeção do comportamento das bacias no futuro. A seguir serão apresentados os dados sociais referentes ao Município de Piacatu.

#### **2.1.1. Dados Gerais**

De acordo com as informações fornecidas pela Fundação SEADE e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), dados estatísticos e sócio-econômicos, assim como as projeções das populações total e urbana

residentes no município de Piacatu evoluem conforme os dados apresentados na tabela 1.

**Tabela 1. Dados Gerais do Município de Piacatu**

Área (Km <sup>2</sup> )	232,54
População 2011 (hab.)	5.353
Densidade Demográfica 2011(hab./Km <sup>2</sup> )	23,02
Taxa Geométrica de Crescimento anual da População – 2000/2010 (% a.a.)	1,34
Grau de Urbanização em 2010 (%)	88,19
Taxa de Mortalidade Infantil (por mil nascidos vivos)	25,97
Renda per Capita - 2000 (em salários mínimos)	1,46
Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDH - 2000	0,757
Índice Paulista de Responsabilidade Social - IPRS - 2008	Grupo 4 - Municípios que apresentam baixos níveis de riqueza e nível intermediário de longevidade e/ou escolaridade

Fonte: Fundação SEADE 2011.

### **2.1.2. Histórico de Desenvolvimento**

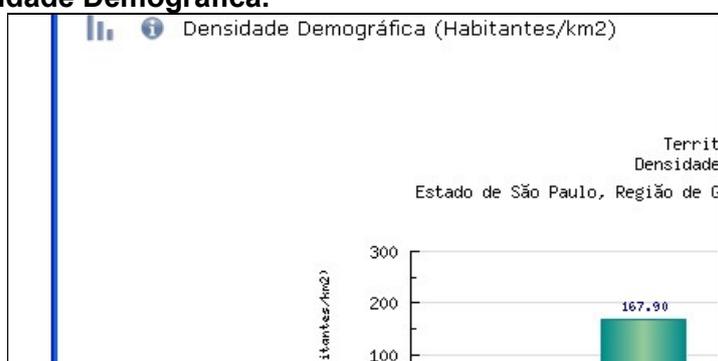
A origem de Piacatu está vinculada ao antigo povoado de Bela Vista, situado em terras pertencentes a Birigui. Participaram de sua fundação: Vicente Rodrigues Goulart, Antônio e Afonso Vendrame, Luiz Stevanelli, Antônio Marchi e João Gobbi. Seu crescimento foi decorrente da ação da Companhia de Terras Norte do Paraná, responsável pela execução do loteamento de suas terras e pela formulação de sua planta. Quando, em 30 de novembro de 1944, o povoado de Bela Vista foi elevado a distrito do município de Bilac, recebeu sua denominação atual, que em tupi-guarani significa “passagem boa” ou “atalho bom”. Transformou-se em município autônomo em 30 de dezembro de 1953.

### 2.1.3. Densidade Demográfica

Estudo a partir de dados quantitativos, de suas variações e do seu estado, com isso a demografia se utiliza de muitos dados estatísticos para identificar as características das populações e até propor políticas públicas.

Portanto Densidade Demográfica é a medida expressa pela relação entre a população e a superfície do território, ou seja, utilizado para verificar a intensidade de ocupação de um território.

**Figura 1. Densidade Demográfica.**



Fonte: Fundação SEADE 2011.

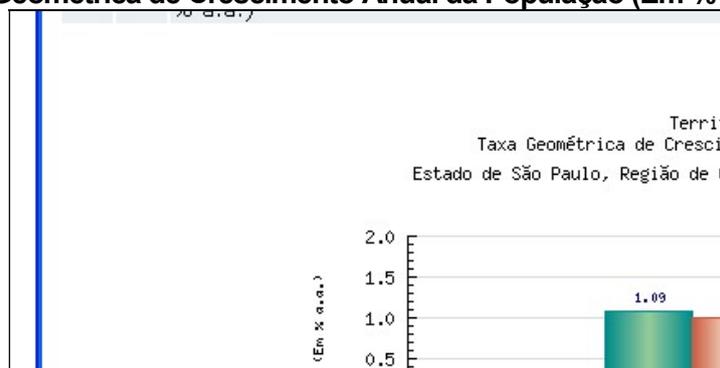
### 2.1.4. Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População

Expressa um percentual de incremento médio anual da população residente em determinado espaço geográfico, no período considerado, o valor da taxa refere-se à medida anual obtida para um período de anos compreendido entre dois momentos, em geral corresponde aos censos demográficos.

Essa taxa é utilizada para analisar variações geográficas e temporais do crescimento populacional, realizar estimativas e projeções populacionais, para períodos curtos.

Portanto Expressa em termos percentuais o crescimento médio da população em um determinado período de tempo. Geralmente, considera-se que a população experimenta um crescimento exponencial também denominado como geométrico, indica o ritmo de crescimento populacional, essa taxa é influenciada pela dinâmica da natalidade, mortalidade e migrações.

**Figura 2. Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População (Em % a.a)**



Fonte: Fundação SEADE 2011.

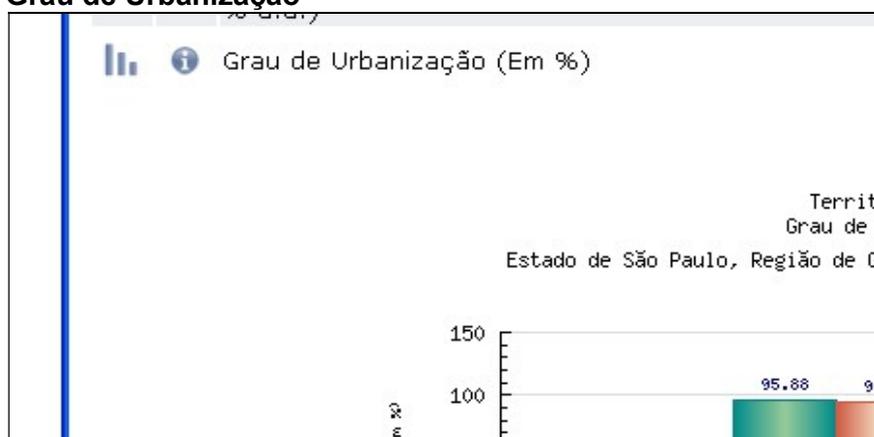
### 2.1.5. Grau de Urbanização

Indica a proporção da população total que reside em áreas urbanas, segundo a divisão político-administrativa estabelecida pela administração municipal. Acompanha o processo de urbanização brasileira, em diferentes espaços geográficos, subsidia processos de planejamento, gestão e avaliação de políticas públicas, para adequação e funcionamento da rede de serviços sociais e de infra-estrutura urbana.

Sendo assim o percentual da população urbana em relação à população total. É calculado geralmente, a partir de dados censitários, segundo a fórmula:

$$\text{Grau de Urbanização} = \frac{\text{População Urbana}}{\text{População Total}} \times 100$$

**Figura 3. Grau de Urbanização**



Fonte: Fundação SEADE 2011.

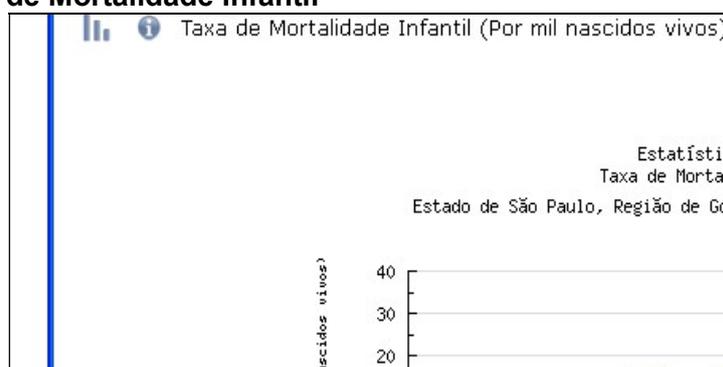
### 2.1.6. Taxa de Mortalidade Infantil

Mortalidade infantil consiste no óbito de crianças durante o seu primeiro ano de vida e é a base para calcular a taxa de mortalidade infantil que consiste na mortalidade infantil, observada durante um determinado período de tempo, normalmente um ano, referida ao número de nascidos vivos do mesmo período, para facilidade de comparação entre os diferentes países ou regiões do globo esta taxa é normalmente expressa em números de óbitos (crianças) com menos de um ano, a cada mil nascidos vivos. Índice considerado aceitável pela organização Mundial da Saúde (OMS) é de 10 mortes para cada mil nascimentos.

Relação entre os óbitos de menores de um ano residentes numa unidade geográfica, num determinado período de tempo (geralmente um ano) e os nascidos vivos da mesma unidade nesse período, segundo a fórmula:

$$\text{Taxa de Mortalidade Infantil} = \frac{\text{Óbitos de Menores de 1 Ano}}{\text{Nascidos Vivos}} \times 1.000$$

**Figura 4. Taxa de Mortalidade Infantil**



Fonte: Fundação SEADE 2011

### 2.1.7. Renda per Capita

Razão entre o somatório da renda per capita de todos os indivíduos e o número total desses indivíduos. A renda per capita de cada indivíduo é definida como a razão entre a soma da renda de todos os membros da família e o número de membros da mesma.

A renda per capita é o resultado da soma de tudo que é produzido em uma nação no ano, em geral os países expressam a renda per capita em dólar, que no caso é a moeda referência no mundo, para realizar comparações entre os países.

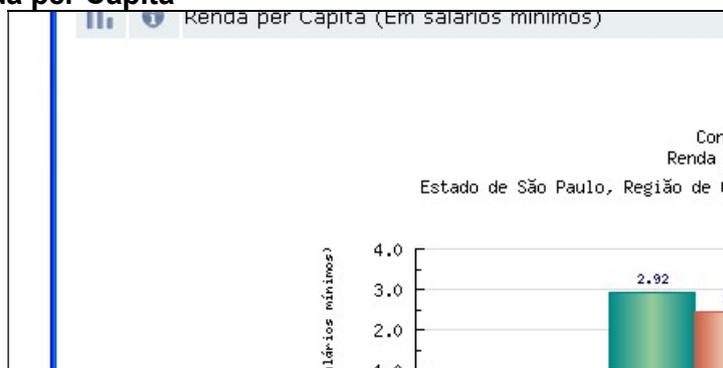
Para conceber a renda per capita de um país é preciso dividir o PIB pelo número de habitantes, o resultado é a renda per capita, que corresponde ao valor das riquezas que caberia a cada pessoa. Uma elevada renda per capita não confirma ou não reflete a realidade, pois de uma forma geral a renda é mal distribuída. Portanto é a soma das rendas das pessoas residentes nos domicílios pelo total das pessoas.

**Tabela 2. Renda per Capita do Município de Piacatu.**

Município	Habitante	Estado	Região de Governo
1,46	5.353	2,92	2,46

Fonte: Fundação SEADE 2011.

**Figura 5. Renda per Capita**



Fonte: Fundação SEADE 2011.

### 2.1.8. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDHM

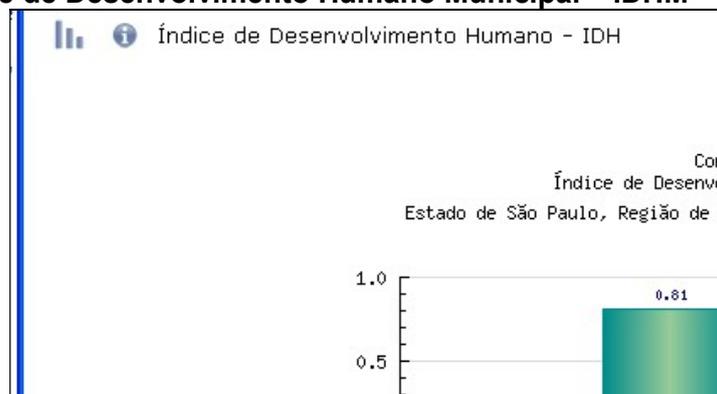
Indicador que focaliza o município como unidade de análise, a partir das dimensões de longevidade, educação e renda, que participam com pesos iguais na sua determinação, segundo a fórmula:

$$\text{IDHM} = \frac{\text{Índice de Longevidade} + \text{Índice de Educação} + \text{Índice de Renda}}{3}$$

Em relação à Longevidade, o índice utiliza a esperança de vida ao nascer (número médio de anos que as pessoas viveriam a partir do nascimento). No aspecto educação, considera o número médio dos anos de estudo (razão entre o número médio de anos de estudo da população de 25 anos e mais, sobre o total das pessoas de 25 anos e mais) e a taxa de analfabetismo (percentual das pessoas com 15 anos e mais, incapazes de ler ou escrever um bilhete simples). Em relação à renda, considera a renda familiar *per capita* (razão entre a soma da renda pessoal de todos os familiares e o número total de indivíduos na unidade familiar). Todos os indicadores são obtidos a partir do Censo Demográfico do IBGE. O IDHM se situa entre 0 (zero) e 1 (um), os valores mais altos indicando níveis superiores de desenvolvimento humano. Para referência, segundo classificação do PNUD, os valores distribuem-se em 3 categorias:

- a. Baixo desenvolvimento humano, quando o IDHM for menor que 0,500;
- b. Médio desenvolvimento humano, para valores entre 0,500 e 0,800;
- c. Alto desenvolvimento humano, quando o índice for superior a 0,800.

**Figura 6. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal – IDHM**



Fonte: Fundação SEADE 2011.

### 2.1.9. Índice Paulista de Responsabilidade Social - IPRS

A receptividade e a utilização das informações do Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS), por parte dos mais variados segmentos da sociedade, no decorrer desses dois últimos anos, mostraram o acerto da

Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo na criação desse instrumento de suma importância, o IPRS é uma ferramenta usada para avaliar e redirecionar os recursos públicos voltados para o desenvolvimento dos municípios paulistas.

Em destaque é a necessidade apontada pelo IPRS quanto à localização dos bolsões de pobreza, não só nos municípios que possuem números desfavoráveis em seus indicadores sociais, como também naqueles que, apesar de apresentarem bons índices sociais, mantêm em seus territórios populações em situações preocupantes do ponto de vista de sua vulnerabilidade social.

Os indicadores do IPRS sintetizam a situação de cada município no que diz respeito à riqueza, escolaridade e longevidade. Segundo dados da Fundação SEADE, o Município de Piacatu se enquadra no **Grupo 4** - Municípios que apresentam baixos níveis de riqueza e nível intermediário de longevidade e/ou escolaridade.

**Tabela 3. Dimensões do IPRS**

Dimensões	Piacatu	Estado de SP
Riqueza	33	58
Longevidade	68	73
Escolaridade	73	68

Fonte: Fundação SEADE 2011.

#### **2.1.10. Dados de Domicílios Particulares Permanentes**

Números de domicílios urbanos, rurais, particulares, improvisados, coletivos, em casas e apartamentos existentes em um município.

De acordo com o Censo Demográfico 2000 elaborado pelo IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística consideram-se dados apresentados abaixo do município de Piacatu.

**Tabela 4. Dados Domiciliares**

Número de domicílios	1.342
Número de domicílios coletivos	25
Número de domicílios urbanos	1.111
Número de domicílios rurais	231
Número de domicílios particulares permanentes	1.311
Domicílios particulares permanentes em cômodos	2
Domicílios particulares permanentes em casa	1.309
Domicílios particulares permanentes em apartamento	-
Domicílios improvisados	6
Domicílios particulares permanentes urbanos	1.080
Domicílios particulares permanentes rurais	231

Fonte: IBGE – Censo Demográfico 2000 (acesso 2011)

### 2.1.11. Caracterização da Ocupação

Em épocas onde a utilização racional e sustentável dos recursos naturais está na ordem do dia, é importante dispor de informações que traduza a estrutura e a forma como estes recursos estão disponíveis.

Conservar o território e disciplinar as atividades humanas, é uma tarefa que resulta do conhecimento da situação atual e de uma definição de linhas estratégicas para a regulamentação dos diferentes setores de atividades que interagem, direta ou indiretamente, com as diferentes unidades de paisagem.

Conforme tabela abaixo podemos observar alguns dados de população residente, numero de domicílios e renda.

**Tabela 5. Dados da Ocupação (ano 2000)**

População residente	5.353 Hab.
Número de domicílios permanentes	1.342
Número médio de habitantes por domicílio	4,0 hab/dom.
Responsáveis por domicílio particular permanente	335

Fonte: IBGE – Censo Demográfico 2000. (acesso 2011)

### 2.1.12. Consumo de Energia Elétrica

O consumo de energia está resumido, em sua grande maioria, pelas fontes de energias tradicionais como petróleo, carvão mineral e gás natural, tais fontes não-renováveis, mas no futuro não muito distante serão substituídas inevitavelmente, portanto por ser fontes não-renováveis já existem energias alternativas que é um modelo de produção de energias econômicas e saudáveis para o meio ambiente.

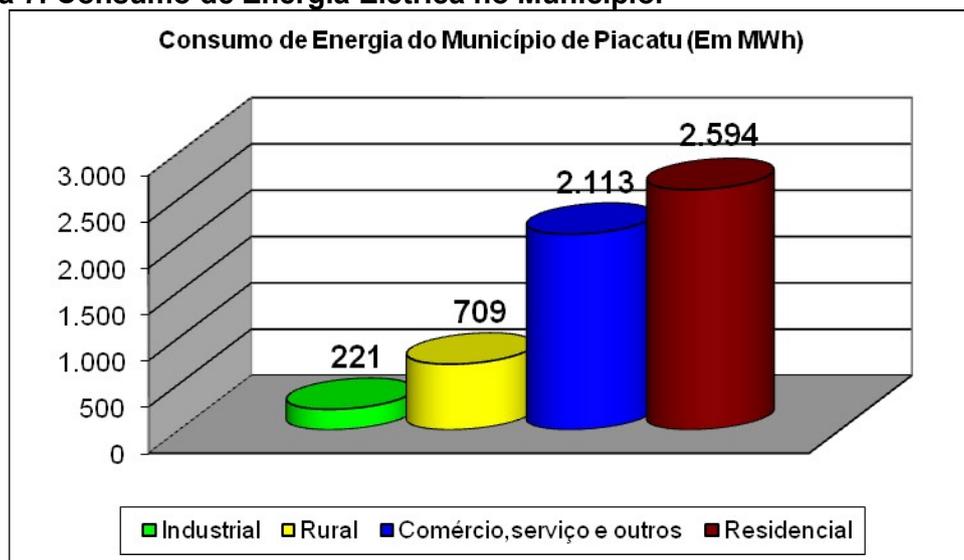
O consumo de energia pode refletir tanto o grau de industrialização de um país como um grau de desenvolvimento e bem estar de sua população em termos médios. O consumo de energia nos países mais industrializados é aproximadamente 88 vezes superior ao consumo dos países menos desenvolvidos.

**Tabela 6. Consumo de Energia do Município de Piacatu (Em MWh)**

Município	Comércio, serviço e outros	Indústria	Residencial	Rural
	2008	2008	2008	2008
Piacatu	2.113	221	2.594	709

Fonte: Fundação SEADE 2011.

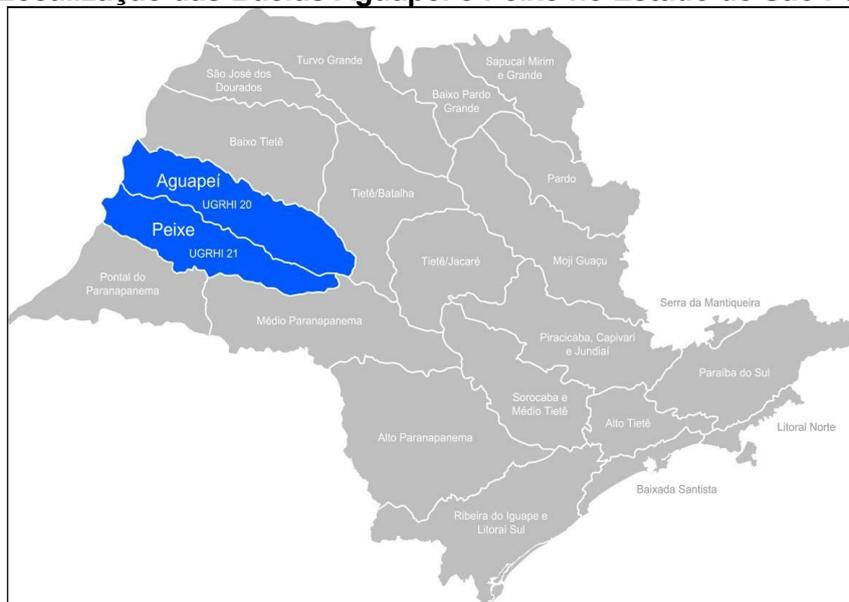
**Figura 7. Consumo de Energia Elétrica no Município.**



Fonte: Fundação SEADE 2011.



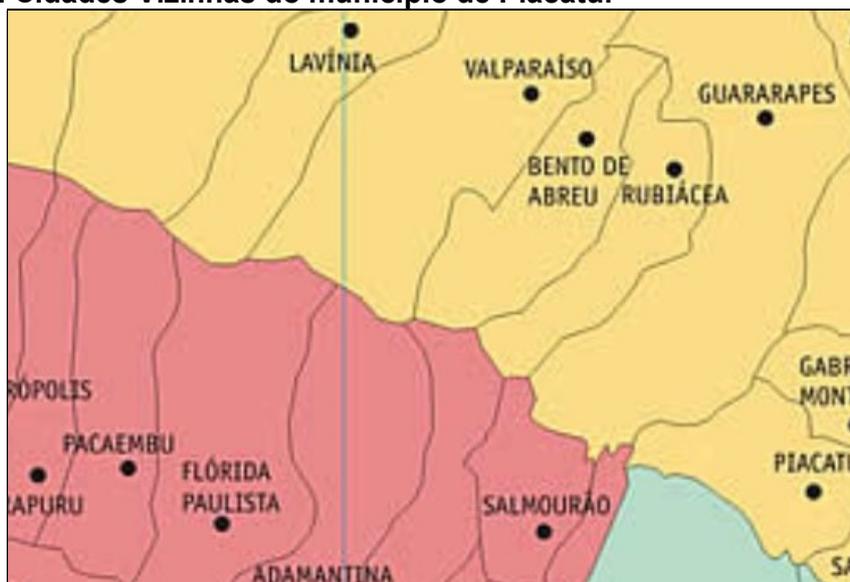
**Figura 9. Localização das Bacias Aguapeí e Peixe no Estado de São Paulo**



Fonte: Fundação SEADE 2009. (acesso 2011)

Piacatu pertence à Região Administrativa e Região de Governo de Araçatuba. O município faz divisa com as seguintes cidades: Gabriel Monteiro, Clementina, Santópolis do Aguapeí, Iacri, Rinópolis, Osvaldo Cruz e Guararapes.

**Figura 10. Cidades Vizinhas do município de Piacatu.**



Fonte: Fundação SEADE 2011.

### **2.2.1 - Caracterização física**

A UGRHI 20 limita-se ao Norte com a UGRHI 19 (Bacia do Baixo Tietê), a Oeste com o Estado do Mato Grosso do Sul, tendo como divisa o Rio Paraná, a Leste seu limite é a Serra dos Agudos e ao Sul encontra-se a UGRHI 21 (Bacia do Rio do Peixe).

A área de drenagem da Bacia Hidrográfica é de 13.196 km<sup>2</sup>, tendo como curso d'água principal o Rio Aguapeí. É definida, basicamente, pela bacia hidrográfica do rio Aguapeí que nasce nas proximidades da cidade de Clementina e deságua no rio Paraná entre a Ilha Comprida e a foz do rio Verde (afluente da margem direita do rio Paraná), percorrendo em seu curso uma extensão de cerca de 420 km. Tem como principal afluente o rio Tibiriçá. Sua foz está sob a influência do reservatório da UHE de Porto Primavera, implantado no rio Paraná.

As UGRHIs do Aguapeí e Peixe, por apresentarem muitas semelhanças sob o ponto de vista do meio físico e por possuírem um nível de atividade antrópica que produz uma interferência muito grande entre si, foram reunidos em um único Comitê de Bacia Hidrográfica, o CBH-AP (Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe).

Dos 32 municípios que compõem a UGRHI Aguapeí, a população de 20 deles não chegavam a 10.000 habitantes em 2000; apenas Tupã, Dracena e Garça tinham populações acima de 40 mil habitantes o que os coloca numa condição de maior expressão na região, pois a soma da população dos três municípios representa por volta de um terço do total de habitantes da UGRHI.

Assim como grande parte das UGRHIs localizadas na porção oeste do Estado de São Paulo, muitas sedes municipais da UGRHI Aguapeí situam-se no divisor de água que o separa da UGRHI 20 (Peixe), propiciando uma distribuição populacional dos municípios compartilhada entre essas UGRHIs,

reforçado ainda pelo fato de muitas das áreas municipais serem divididas ao meio, repartindo a população rural sob domínio territorial entre as mesmas.

O substrato geológico aflorante na UGRHI é constituído por rochas vulcânicas e sedimentares da Bacia do Paraná de idade mesozóica e depósitos aluvionares de idade cenozóica. Apresenta a seqüência das formações geológicas, Grupo São Bento (Formação Serra Geral), Grupo Bauru (Formações Caiuá, Santo Anastácio, Adamantina e Marília) e Depósitos Cenozóicos.

A bacia do rio Aguapeí está inserida na Província Geomorfológica denominada Planalto Ocidental.

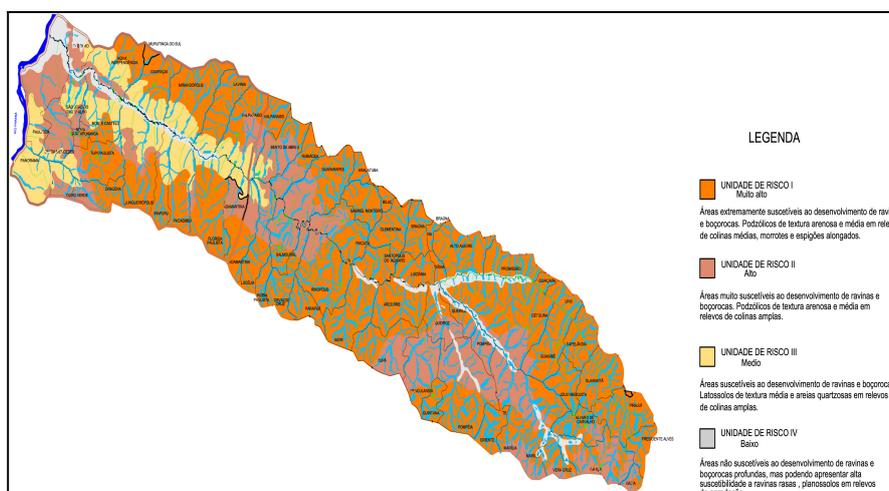
Em função da monotonia da Geologia regional, muito pouco se explora de recursos minerais. São principalmente extraídos materiais de construção como areia fina e britas no Ribeirão Pádua Sales no município de Guaimbê, no Rio Tibiriçá em Marília, no Ribeirão Cincinatina em Marília e no Rio Aguapeí em Rinópolis. Mesmo para as areias, abundantes na região, não existe uma atividade tão intensa que possa provocar aparente destruição ambiental ou vultoso aporte de recursos financeiros para a região.

A maior porcentagem de uso do solo na UGRHI 20 é em pastagens com 78,8%, seguida pelas culturas temporárias com 7,02%, onde enquadra-se a cana-de-açúcar e as culturas perenes com 4,92%.

As principais atividades econômicas na UGRHI são a agricultura e a pecuária, a ovinocultura é importante em Tupã, nas lavouras destacam-se café, cana e milho. As áreas de pastagem ocupam mais de dois terços das áreas rurais. Merece destaque também a atividade de extração mineral de areia e olarias instaladas principalmente nos municípios que margeiam o rio Paraná.

Como consta do Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Aguapeí e Peixe - UGRHI 20 e 21 (2008), o município de Piacatu apresenta áreas de MUITO ALTA E ALTA POTENCIALIDADE quanto aos processos erosivos, predominando áreas extremamente suscetíveis ao desenvolvimento de ravinas e boçorocas. Podzólicos de textura arenosa e média em relevos de colinas médias, morrotes e espigões alongados.

**Figura 11. Plano da Bacia Hidrográfica do Aguapeí e Peixe - UGRHI 20 e 21**



Fonte: CETEC - Centro Tecnológico da Fundação Paulista de Tecnologia e Educação.

Os corpos de assoreamento foram identificados, praticamente, em todos os fundos de vale com processos erosivos instalados nas áreas a montante das drenagens, ocorrendo de forma generalizada em todas as sub-bacias de alta e muito alta criticidade.

Têm suas causas associadas principalmente ao processo desorganizado de urbanização. Quase todas as boçorocas estão ligadas ao lançamento de águas de chuva e esgoto, diretamente ou através do arruamento, em pequenos vales ou nos córregos. A erosão provocada pela grande quantidade de águas assim lançadas, já é suficiente para deixar o problema bastante grave. Quando surge a água subterrânea no fundo e nas paredes da boçoroca, sua ação erosiva torna-se ainda mais complexa e acelerada, evoluindo em direção aos bairros mais altos e, por vezes, com abatimentos bruscos do terreno em áreas descalçadas por erosão interna (piping).

Quando as águas são conduzidas por sistemas de captação apropriados, normalmente o problema tem origem no ponto de lançamento das águas, sendo comum o subdimensionamento das obras terminais de dissipação e falta de manutenção e conservação.

O problema agrava-se em função da necessidade de lançamento das águas pluviais e servidas em drenagens próximas às zonas urbanas, que não comportam um grande incremento de vazão, sofrendo rápido entalhamento e alargamento do leito. Os incrementos brutais das vazões, por ocasião das chuvas, aliando-se às variações do nível freático, conferem ao processo erosivo remontante uma dinâmica acelerada. Tais fenômenos, que se desenvolvem em área urbanizada, colocam em risco a segurança e os recursos econômicos da população local. Em anexo são apresentadas fotos de algumas erosões que assolam a área urbana da cidade.

### **2.2.2. Infra-estrutura Urbana**

A evolução da cidade corresponde a modificações quantitativas e qualitativas e na gama de atividades urbanas e, conseqüentemente, surge à necessidade de adaptação tanto dos espaços necessários a essas atividades, como da acessibilidade desses espaços, e da própria infra-estrutura que a eles serve. O crescimento físico da cidade, resultante do seu crescimento econômico e demográfico, se traduz numa expansão da área urbana através de loteamentos, conjuntos habitacionais e indústrias.

### **2.2.3. Saneamento e Saúde Pública**

O desenvolvimento real não é possível sem uma população saudável. Grande parte das atividades de desenvolvimento afetam o meio ambiente de forma frequentemente, causa ou agrava problemas de saúde. Ao mesmo tempo, a falta de desenvolvimento afeta negativamente a saúde de muitas pessoas.

O atendimento das necessidades básicas de saúde, o controle de doenças transmissíveis, os problemas de saúde urbana a redução dos riscos para a saúde provocadas pela poluição ambiental, e a proteção dos grupos vulneráveis, como crianças, mulheres, e os muitos pobres deve ser a meta a ser alcançada pelo município. Por tanto, toda educação, habitação e obras públicas devem ser parte de uma estratégia elaborada pelo município para alcançar um nível de considerado de excelência para com o município.

A Sabesp opera o sistema de água e esgoto no município de Piacatu. Segundo o último Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo - 2008, elaborado pela CETESB, o município de Piacatu apresenta os seguintes números quanto ao esgotamento sanitário.

**Tabela 7. Esgotamento Sanitário**

Esgotamento sanitário				
Atendimento (%)		Carga Poluidora KgDBO/dia		Corpo Receptor
Coleta	Tratam.	Potencial	Remanesc.	
100	100	240	41	Córrego Bela Vista

Fonte: CETESB, 2008. (acesso 2011).

## 2.2.4. Caracterização da área rural

### 2.2.4.1. Uso e Ocupação do Solo

O município de Piacatu apresenta 362 propriedades rurais cadastradas no LUPA 2007/08 que apresentam características conforme as tabelas 8, 9 e 10.

**Tabela 8. Características das Propriedades Rurais**

ITEM	UNIDADE	N. DE UPAs	TOTAL
Área das UPAs com (1, 2] ha	hectare	1	2,0
Área das UPAs com (2,5] ha	hectare	26	102,8
Área das UPAs com (5,10] ha	hectare	59	434,7
Área das UPAs com (10,20] ha	hectare	92	1.283,4
Área das UPAs com (20,50] ha	hectare	120	3.820,6
Área das UPAs com (50,100] ha	hectare	37	2.681,3
Área das UPAs com (100,200] ha	hectare	12	1.528,2
Área das UPAs com (200,500] ha	hectare	9	2.758,6
Área das UPAs com (500,1.000] ha	hectare	4	3.016,0
Área das UPAs com (1.000,2.000] ha	hectare	1	1.877,9
Área das UPAs com (5.000,10.000] ha	hectare	1	5.282,6
<b>TOTAL</b>		<b>362</b>	<b>22.788,1</b>

Fonte: LUPA, 2007/08. (acesso 2011)

**Tabela 9. Exploração de Animais, Município de Piacatu, SP, 2007/08**

ITEM	UNIDADE	N. DE UPAs	TOTAL
Bovinocultura de corte	cabeças	135	11.901,0
Bovinocultura de leite	cabeças	16	673,0
Bovinocultura mista	cabeças	128	5.605,0
Caprinocultura	cabeças	1	2,0
Equinocultura	cabeças	96	411,0
Ovinocultura	cabeças	4	129,0
Piscicultura, área de tanques	m2	4	25.900,0
Suinocultura	cabeças	10	175,0

Fonte: LUPA, 2007/08. (acesso 2011)

**Tabela 10 – Máquinas, Implementos e Benfeitorias, Mun. De Piacatu, SP, 2007/08**

ITEM	UNIDADE	N. DE UPAs	TOTAL
Arado comum (Bacia, Aiveca)	unidade	36	39,0
Arado escarificador	unidade	8	8,0
Arado subsolador	unidade	4	4,0
Batedeira de cereais	unidade	2	2,0
Colhedeira acoplada	unidade	1	1,0
Colhedeira automotriz	unidade	1	1,0
Conjunto de irrigação convencional	unidade	2	2,0
Conjunto de irrigação pivot central	unidade	1	1,0
Desintegrador, picador, triturador	unidade	17	26,0
Distribuidor de calcário	unidade	7	7,0
Ensiladeira	unidade	4	4,0
Grade aradora (tipo romi)	unidade	27	27,0
Grade niveladora	unidade	19	20,0
Implementos para tração animal	unidade	15	39,0
Misturador de ração	unidade	1	1,0
Ordenhadeira mecânica	unidade	2	2,0
Pulverizador tratorizado	unidade	15	15,0
Resfriador de leite, tanque expansão	unidade	1	1,0
Semeadeira/adubadeira para plantio convencional	unidade	7	8,0
Semeadeira/plantadeira para plantio direto	unidade	1	1,0
Terraceador	unidade	2	2,0

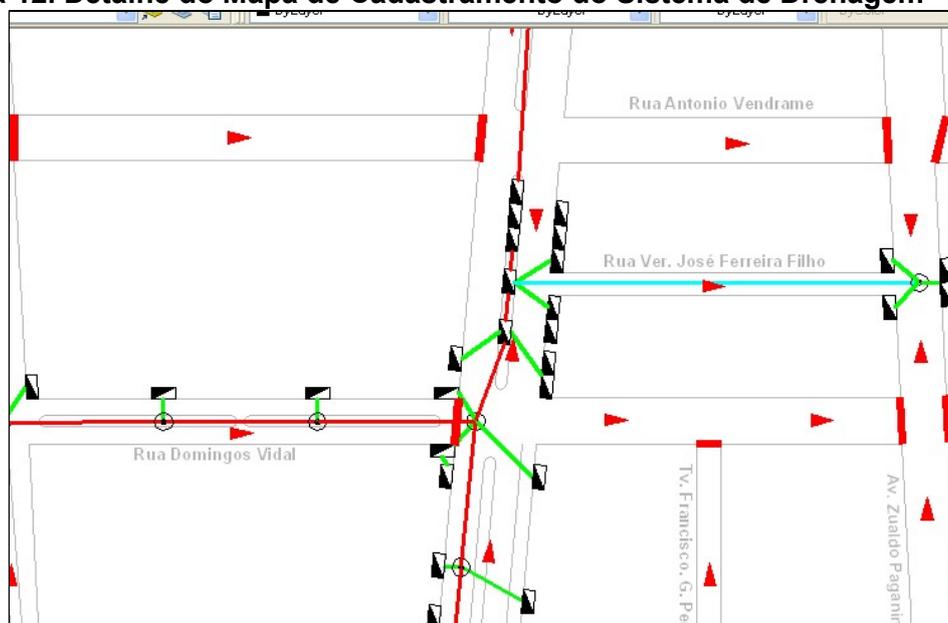
Trator de pneus	unidade	51	54,0
Açude ou represa	unidade	66	131,0
Almoxarifado/oficina	unidade	1	1,0
Balança para bovinos	unidade	1	1,0
Barracão/galpão/garagem	unidade	74	94,0
Biodigestor	unidade	1	1,0
Casa de moradia habitada	unidade	126	181,0
Casa de moradia (total)	unidade	157	212,0
Curral/mangueira	unidade	199	203,0
Depósito/tulha	unidade	116	145,0
Instalações para equinos	unidade	1	1,0
Pocilga	unidade	1	1,0
Poço semi-artesiano	unidade	15	15,0
Terreiro	m2	68	13.271,0

Fonte: LUPA, 2007/08. (acesso 2011)

### 3. CADASTRAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM EXISTENTE

O cadastramento do sistema de drenagem foi realizado através de visita in loco pela equipe técnica, onde foram identificadas e cadastradas as tubulações existentes, com seus respectivos diâmetros e comprimentos, as bocas de lobo, os dispositivos de saída, sarjetões, caixas de passagem, canaletas, enfim, todo o sistema de drenagem existente do Município de Piacatu, conforme apresentado em anexo.

Figura 12. Detalhe do Mapa de Cadastramento do Sistema de Drenagem



**Na Avenida dos Lavradores existem:** 1 boca de lobo simples, 2 bocas de lobo duplas, 4 poços de visita, 3 tubos de concreto de Ø600mm (o primeiro com 125,70m, o segundo com 108,65m e o terceiro com 48,25m) e 1 sarjetão;

**Na Rua Antonio Gomes Jardim existem:** 2 sarjetões;

**Na Rua Miguel Murgo existem:** 2 sarjetões;

**Na Rua Roberto Clark existe:** 1 sarjetão;

**Na Rua Claudemiro de Mota Mendonça existem:** 4 sarjetões;

**Na Rua Vereador José Petean existe:** 1 sarjetão;

**Na Avenida Onofre Macedo existem:** 1 boca de lobo, 7 bocas de lobo duplas, 3 poços de visita, 6 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 18,50m, o segundo com 18,50m, o terceiro com 20,43m, o quarto com 22,75m, o quinto com 19,75m e o sexto com 16,34m), 2 tubos de concreto de Ø600mm (o primeiro com 54,35m e o segundo com 50m) e 1 sarjetão;

**Na Avenida Vendrame existem:** 7 bocas de lobo duplas, 3 poços de visita, 5 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 30m, o segundo com 30m, o terceiro com 34m, o quarto com 7,75m e o quinto com 7,75m), 2 tubos de concreto de Ø600mm (o primeiro com 54,80m e o segundo com 30,75m) e 3 sarjetões;

**Na Avenida Zualdo Paganini existem:** 2 bocas de lobo, 1 boca de lobo dupla, 1 poço de visita, 3 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 11,92m, o segundo com 12m e o terceiro com 7m) e 1 sarjetão;

**Na Av. Nações Unidas existem:** 6 bocas de lobo, 2 bocas de lobo triplas, 4 poços de visita, 10 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 22,55m, o segundo com 7,80m, o terceiro com 7,80m, o quarto com 14,60m, o quinto com 14,90m, o sexto com 17,45m, o sétimo com 12,50m, o oitavo com 9,15m, o nono com 11,40m e o décimo com 11,40m), 3 tubos de concreto de Ø800mm (o primeiro com 112,65m, o segundo com 50m e o terceiro com 54m), 9 sarjetões;

**Na Rua Felipe dos Santos existem:** 1 boca de lobo e 1 boca de lobo tripla.

**Na Travessa Antônio M. Gomes existem:** 2 sarjetões;

**Na Rua Alexandre Fleming existem:** 3 bocas de lobo, 1 boca de lobo dupla, 1 poço de visita, 2 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 25,10m e o segundo com 14,83m), 1 tubo de concreto de Ø600mm com 34,15m, 1 tubo de concreto de Ø800mm com 100,60m e 7 sarjetões;

**Na Rua Angelo Folini existem:** 4 bocas de lobo, 2 poços de visita, 3 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 8,92m, o segundo com 8,92m e o terceiro com 13,55m), 2 tubos de concreto de Ø800mm (o primeiro com 61,55m e o segundo com 62,73m) e 10 sarjetões;

**Na Rua Antonio Vendrame existem:** 12 sarjetões;

**Na Rua Domingos Vidal existem:** 18 bocas de lobo, 7 poços de visita, 17 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 32,13m, o segundo com 7,74m, o terceiro com 7,74m, o quarto com 2,90m, o quinto com 19m, o sexto com 18,50m, o sétimo com 3,20m, o oitavo com 14,85m, o nono com 14,85m, o décimo com 19,60m, o décimo primeiro com 7,74m, o décimo segundo com 10m, o décimo terceiro com 13,90m, o décimo quarto com 15,50m, o décimo quinto com 15,50m, o décimo sexto com 7,74m e o décimo sétimo com 7,74m), 7 tubos de concreto de Ø1000mm (o primeiro com 173,80m, o segundo com 128,75m, o terceiro com 56,50m, o quarto com 67,15m, o quinto com 60m, o sexto com 55,75m e o sétimo com 57,55m) e 8 sarjetões;

**Na Rua Gumercindo Fagundes de Souza existem:** 6 bocas de lobo, 2 bocas de lobo duplas, 1 poço de visita, 4 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 26,50m, o segundo com 30,70m, o terceiro com 23,20m e o quarto com 8m), 1 tubo de concreto de Ø1000mm com 116,90m e 10 sarjetões;

**Na Rua Severino Perina existem:** 7 grelhas, 1 poço de visita, 1 boca de lobo dupla, 2 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 11,74m e o segundo com 21,45m), 7 tubos de concreto de Ø600mm (o primeiro com 79,92m, o segundo com 22,44m, o terceiro com 8,10m, o quarto com 11,75m, o quinto com 9,54m, o sexto com 22,45m e o sétimo com 108,85m) e 5 sarjetões;

**Na Rua General Mascarenhas de Moraes existem:** 13 sarjetões;

**Na Rua Atilio Navachi existe:** 1 sarjetão;

**Na Avenida Vereador Antônio dos Reis Rodrigues existe:** 1 sarjetão;

**Na Rua Mario Brigatti existem:** 2 sarjetões;

**Na Travessa Vereador Osvaldo Rodrigues existem: 4 sarjetões;**

**Na Rua Antonio Navachi existem: 2 sarjetões;**

**Na Rua da Saudade existem: 2 sarjetões;**

**Na Rua Napoleão G. da Silva existem: 2 sarjetões;**

**Na Rua Vereador Antônio Ricardo de Camargo Filho existe: 1 sarjetão;**

**Na Rua Projetada "D" existe: 1 sarjetão;**

**Na Rua Projetada "A" existem: 2 sarjetões;**

**Na Rua Projetada "B" existem: 2 sarjetões;**

**Na Marginal Projetada "A" existe: 1 sarjetão.**

**Na Av. Antônio Marchi existem: 3 bocas de lobo, 1 boca de lobo dupla, 4 bocas de lobo triplas, 3 poços de visita, 10 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 18,72m, o segundo com 19,15m, o terceiro com 20,75m, o quarto com 13m, o quinto com 11m, o sexto com 13m, o sétimo com 13m, o oitavo com 13,95m, o nono com 15,40m e o décimo com 13,10m), 3 tubos de concreto de Ø1000mm (o primeiro com 103m, o segundo com 105m e o terceiro com 102,55m) e 3 sarjetões;**

**Na Avenida Tiradentes existem: 6 sarjetões;**

**Na Avenida Dr. José Benetti existem: 20 bocas de lobo, 6 bocas de lobo duplas, 6 bocas de lobo triplas, 6 poços de visita, 21 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 12,30m, o segundo com 27,20m, o terceiro com 14,90m, o quarto com 33,10m, o quinto com 33,15m, o sexto com 13,10m, o sétimo com 25,30m, o oitavo com 5,42m, o nono com 3,35m, o décimo com 29m, o décimo primeiro com 11,10m, o décimo segundo com 11,55m, o décimo terceiro com 19,60m, o décimo quarto com 17,25m, o décimo quinto com 15,25m, o décimo sexto com 15,90m, o décimo sétimo com 16m, o décimo oitavo com 27,40m, o décimo nono com 17,35m, o vigésimo com 6,82m e o vigésimo primeiro com 7,20m) e 18 tubos de concreto de Ø1000mm (o primeiro com 13,25m, o segundo com 72,50m, o terceiro com 21,90m, o quarto com 93m, o quinto com 25m, o sexto com 38,20m, o sétimo com 10,10m, o oitavo com 120,90m, o nono com 48,35m, o décimo com 53,75m, o décimo primeiro com 30,20m, o décimo segundo com 10m, o décimo terceiro com 7,10m, o décimo quarto com 76,10m, o décimo quinto com 106,20m, o décimo sexto com 31,35m, o décimo sétimo com 98,60m e o décimo oitavo com 24,35m).**

**Na Rua Domingos Pestana Garcez existe: 1 sarjetão;**

**Na Rua Vereador José Ferreira Filho existe: 5 tubos de concreto de Ø1500mm (o primeiro com 150,40m, o segundo com 7m, o terceiro com 109,20m, o quarto com 12,10m e o quinto com 12,10m) e 7 tubos de concreto de Ø2000mm (o primeiro com 91,70m, o segundo com 7,75m, o terceiro com 7,75m, o quarto com 111,40m, o quinto com 10,70m, o sexto com 10,70m e o sétimo com 125m).**

**Na Rua Vereador Silvio Zupirolli existe: 1 sarjetão.**

**Na Travessa Francisco G. Pereira existe: 1 sarjetão.**

**Na Rua Vereador Romildo Gregio existe: 1 sarjetão.**

**Na Rua Pedro Vendrame Ferrarini existe: 1 sarjetão.**

## **4. LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO**

---

### **4.1. Método utilizado para Processamento de Curvas de Nível**

Para realização do trabalho de processamento de curvas de nível foi necessário a utilização de equipamentos de recepção e tratamento de dados de posicionamento geográfico. Nesse caso utilizaram-se GPS geodésico, software de correção e de coleta de dados e tratamento de modelagem numérica e volumétrica para cálculo das curvas de nível.

Na execução do trabalho foram necessárias duas fases:

#### **✓ Primeira Fase**

A primeira etapa constituiu-se na coleta dos pontos de posicionamento geográficos, realizada “in loco”, para futuramente processamento das curvas de nível. Neste sistema de trabalho há necessidade de dois aparelhos de coleta simultânea de dados. Um dos aparelhos é estacionário chamado de BASE, e outro móvel chamado de ROVER. Os pontos coletados pelo ROVER foram feitos em toda região da área em estudo, de tal maneira que, todas as variações do terreno pudessem, após o processamento, ser representadas em um Modelo Digital do Terreno (MDT). Em cada ponto foram armazenados dados de coordenadas horizontais (UTM) e verticais (altitude em metros).

Os dados coletados pelo aparelho móvel (ROVER) e estacionário (BASE) foram transferidos para um microcomputador. Através do software de correção e processamento chamado TGOoffice, foi possível processar e ajustar os pontos coletados anteriormente “in loco”.

Após o processamento dos dados eles foram convertidos para o formato DXF(Drawing Exchange Format)

#### **✓ Segunda Fase**

A segunda etapa construiu no tratamento dos dados para confecção das curvas de níveis, para esse processamento foi utilizado o TopoEvn.

Os dados das coordenadas processadas no formato dxf foram lidos pelo TopoEvn e processados de maneira a gerar o Modelo Digital de Terreno (MDT). O MDT é a representação digital da variação contínua do relevo no espaço e contém informações sobre elevação.

As curvas de nível foram geradas a partir do MDT processado anteriormente através do Software TopoEvn e depois convertido para arquivo com a extensão DXF.

#### **4.2. Equipamentos e Softwares Utilizados**

Abaixo estão relacionados todos os equipamentos para o trabalho de processamento de curvas de nível.

✓ **Equipamento HardWare**

Computador: Core 2 Duo 2ghz  
Ram 2GB

✓ **Equipamento GPS**

Marca: TRIMBLE (1 unidade de GPS Geodésico)  
Modelo: 4700 de dupla frequência (L1/L2).  
Precisões:  
Estático: Horizontal: 5mm. + 1ppm  
Vertical: 5mm. + 2ppm.

✓ **Softwares**

TGOffice  
TopoEvn

### 4.3. Processamento das Informações do GPS

Os dados com as informações de coordenadas foram levantados no modo estático (pós-processado), sendo processado pelo software Trimble Geomatics Office. No relatório as coordenadas estão no sistema conforme segue abaixo:

- Sistema de Coordenadas: UTM
- Fuso: 22
- Datum: Sirgas 2000

O processamento dos pontos obtidos em campo foram processados em várias etapas, conforme sumários abaixo descritos.

**Tabela 11. Dados do processamento 01**

Nome do usuário	USER	Data & Horário	20:19:10 18/8/2011
Sistema de coordenadas	UTM	Zona	22 South
Datum do projeto	WGS 1984		
Datum vertical		Modelo de Geóide	Não selecionado
Unidades de coordenadas	Metros		
Unidades de distância	Metros		
Unidades de altura	Metros		

### 4.4. Configurações do estilo do ajuste - Um Sigma

- **Tolerâncias residuais**

Para terminar iteração : 0,000010m

Corte final da convergência : 0,005000m

- **Apresentação da covariância**

#### Horizontal

Erro linear propagado [E] : U.S.

Termo constante [C] : 0,000000000m

Escala sobre erro linear [S] : 1,00

#### Tridimensional

Erro linear propagado [E] : U.S.

Termo constante [C] : 0,000000000m

Escala sobre erro linear [S] : 1,00

Erros de Elevação foram usados nos cálculos.

- **Controles do ajuste**

Computar correlações para o geóide : Falso

**Ajustes horizontal e vertical foram efetuados**

- **Erros de configuração**

GPS

Erro na altura da antena : 0,000m

Erro de centralização : 0,000m

#### 4.5. Resumo estatístico

- **Ajuste bem feito em 1 iterações**

Fator de referência da rede : 1,00

=95%)  Teste de chi quadrado ( : PASS.

Graus de liberdade : 530,00

- **Estatísticas de observação GPS**

Fator de referência : 1,00

Número de redundância (r) : 530,00

**Tabela 12. Estatísticas de observação GPS individual**

Ident observação	Fator de referência	Número de redundância
BL16	0,73	1,92
BL17	2,94	1,91
BL18	0,15	1,35
BL19	3,00	2,12
BL20	0,78	1,66
BL21	1,79	1,55
BL22	0,94	1,95
BL23	0,38	1,78
BL24	1,69	1,38
BL25	0,87	1,77
BL26	0,34	1,36
BL27	1,21	1,67
BL28	0,39	1,87
BL29	2,93	1,83
BL30	1,26	2,24

<b>Ident observação</b>	<b>Fator de referência</b>	<b>Número de redundância</b>
BL31	0,57	1,24
BL32	1,12	2,74
BL34	1,02	2,24
BL35	1,76	1,98
BL36	0,91	2,03
BL37	2,09	2,39
BL38	1,61	2,05
BL39	3,38	1,73
BL40	3,65	1,89
BL41	1,45	1,90
BL42	1,48	1,71
BL43	2,25	1,76
BL44	1,06	1,58
BL45	3,92	1,92
BL46	3,25	1,70
BL47	2,66	2,34
BL48	0,49	2,25
BL49	1,83	1,02
BL50	1,32	2,02
BL51	0,49	1,76
BL52	0,83	1,52
BL53	0,03	3,00
BL54	0,03	3,00
BL55	0,03	3,00
BL56	0,03	3,00
BL57	0,03	3,00
BL58	0,02	3,00
BL59	0,04	2,99
BL60	0,04	2,99
BL61	0,04	3,00
BL62	0,03	3,00
BL63	0,03	2,99
BL64	0,02	3,00
BL65	0,01	3,00
BL66	0,02	3,00
BL67	0,02	3,00
BL68	0,02	2,99

<b>Ident observação</b>	<b>Fator de referência</b>	<b>Número de redundância</b>
BL69	0,03	2,99
BL70	0,02	2,99
BL71	0,01	3,00
BL72	0,02	3,00
BL73	0,02	2,99
BL74	0,02	3,00
BL75	0,02	3,00
BL76	0,04	3,00
BL77	0,03	3,00
BL78	0,01	3,00
BL79	0,02	3,00
BL80	0,02	3,00
BL81	0,02	3,00
BL82	0,02	3,00
BL83	0,01	3,00
BL84	0,07	3,00
BL85	0,01	3,00
BL86	0,03	3,00
BL87	0,02	3,00
BL88	0,01	3,00
BL89	0,03	3,00
BL90	0,43	1,84
BL91	1,31	1,91
BL92	0,30	2,51
BL93	0,87	2,03
BL94	0,47	2,22
BL95	1,12	2,27
BL96	0,81	2,39
BL97	0,39	2,20
BL98	1,03	2,23
BL99	0,65	2,42
BL100	0,58	2,68
BL101	1,72	2,25
BL102	1,68	2,26
BL103	1,65	2,25
BL104	1,11	1,94
BL105	0,96	2,54

<b>Ident observação</b>	<b>Fator de referência</b>	<b>Número de redundância</b>
BL106	1,19	1,52
BL107	0,40	1,44
BL108	1,51	1,82
BL109	1,16	2,03
BL110	1,62	1,97
BL111	1,85	2,06
BL112	0,57	2,17
BL113	2,73	2,06
BL114	1,38	2,15
BL115	2,43	2,11
BL116	1,78	2,37
BL117	1,56	1,87
BL118	1,25	2,07
BL119	1,70	2,40
BL120	1,92	2,20
BL121	0,78	1,83
BL122	2,37	2,38
BL123	1,57	2,41
BL124	1,56	1,90
BL125	0,69	2,07
BL126	0,30	2,11
BL127	0,02	3,00
BL128	0,04	3,00
BL129	0,05	3,00
BL130	0,03	3,00
BL131	0,03	3,00
BL132	0,01	3,00
BL133	0,04	2,99
BL134	0,04	3,00
BL135	0,01	3,00
BL137	0,01	3,00
BL138	0,02	3,00
BL139	0,01	3,00
BL140	0,02	3,00
BL141	0,01	3,00
BL142	0,03	3,00
BL143	0,01	3,00

<b>Ident observação</b>	<b>Fator de referência</b>	<b>Número de redundância</b>
BL144	0,02	3,00
BL145	0,02	3,00
BL146	0,03	3,00
BL147	0,02	3,00
BL148	0,02	3,00
BL149	0,03	3,00
BL150	0,02	3,00
BL151	0,05	3,00
BL152	0,01	3,00
BL153	0,02	3,00
BL159	0,01	3,00
BL160	0,02	3,00
BL161	0,02	3,00
BL162	0,02	3,00
BL163	0,04	3,00
BL164	0,41	2,08
BL165	1,63	2,05
BL166	0,16	2,06
BL167	2,24	1,77
BL168	1,26	2,08
BL169	1,27	2,08
BL170	1,50	1,59
BL171	0,40	1,98
BL172	0,93	2,27
BL173	0,48	1,75
BL174	0,24	1,86
BL175	0,51	2,01
BL176	1,23	1,82
BL177	1,62	1,77
BL178	0,36	1,73
BL179	0,43	2,13
BL180	1,19	1,66
BL181	0,44	1,52
BL182	1,29	1,88
BL183	1,72	1,91
BL184	1,73	1,91
BL185	2,08	1,50

<b>Ident observação</b>	<b>Fator de referência</b>	<b>Número de redundância</b>
BL186	1,01	1,55
BL187	1,20	2,12
BL188	2,35	1,81
BL189	0,87	1,93
BL190	0,98	1,69
BL191	0,97	2,19
BL192	0,61	2,22
BL193	3,65	1,55
BL194	1,88	1,96
BL195	1,81	1,72
BL196	1,96	1,28
BL197	1,73	2,45
BL198	2,36	1,97
BL199	1,28	2,06
BL200	0,96	2,30
BL201	0,03	3,00
BL202	0,03	3,00
BL203	0,01	3,00
BL204	0,02	3,00
BL205	0,03	3,00
BL206	0,02	3,00
BL207	0,02	3,00
BL208	0,03	3,00
BL209	0,03	3,00
BL210	0,01	3,00
BL211	0,03	3,00
BL212	0,03	3,00
BL213	0,01	3,00
BL214	0,03	3,00
BL215	0,02	3,00
BL216	0,04	3,00
BL217	0,04	3,00
BL218	0,03	3,00
BL219	0,02	3,00
BL220	0,03	3,00
BL221	0,03	3,00
BL222	0,02	3,00

<b>Ident observação</b>	<b>Fator de referência</b>	<b>Número de redundância</b>
BL223	0,04	3,00
BL224	0,03	3,00
BL225	0,04	3,00
BL226	0,01	3,00
BL227	0,03	3,00
BL228	0,03	3,00
BL229	0,02	3,00
BL230	0,03	3,00
BL231	0,02	3,00
BL232	0,03	3,00
BL233	0,02	3,00
BL234	0,04	3,00
BL235	0,03	3,00
BL236	0,04	3,00
BL237	0,03	3,00

#### **4.6. Estratégias de ponderação**

- **Observações GPS**  
Escalar alternativo aplicado à todas observações

**Escalar : 80,24**

#### **4.7.Coordenadas ajustadas**

- **Ajuste efetuado em WGS-84**

**Número de pontos : 43**

**Número de pontos restritos : 6**

**Somente horizontal e altura : 6**

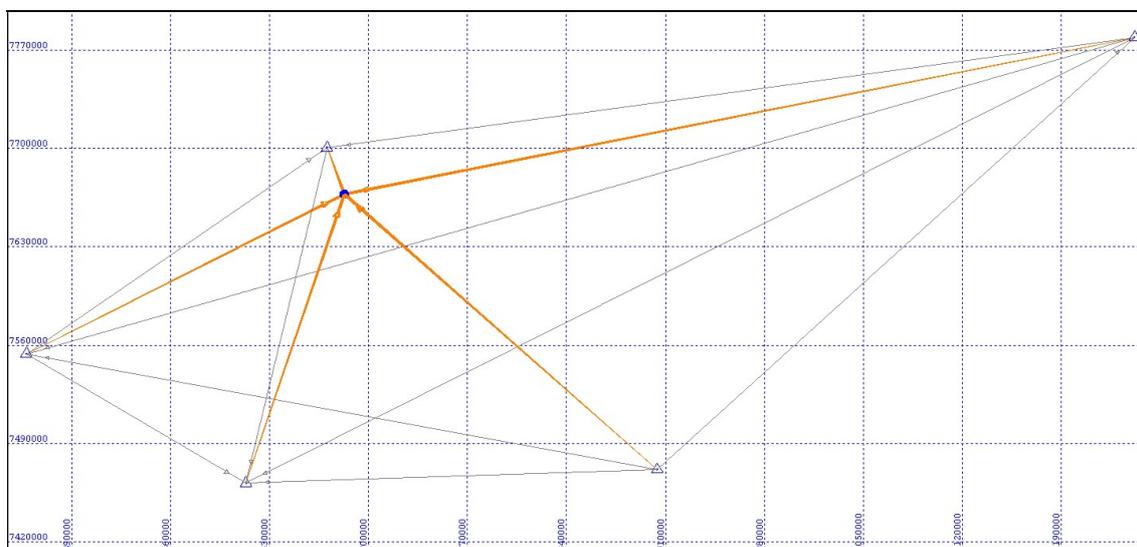
**Tabela 13. Coordenadas de grid ajustadas**

Erros são relatados com uso de 1,00 □.

Nome do ponto	Dir Norte	Erro N	Dir Leste	Erro L	Elevação	Erro el.	Fixar
OURI	7461680,694m	0,000m	613285,159m	0,000m	N/A	N/A	N L a
1	7613024,053m	0,209m	541946,069m	0,184m	N/A	N/A	
2	7612859,988m	0,219m	541867,291m	0,190m	N/A	N/A	
3	7612393,040m	0,274m	541606,144m	0,233m	N/A	N/A	
4	7612247,594m	0,308m	541526,191m	0,260m	N/A	N/A	
5	7612030,145m	0,349m	541412,294m	0,295m	N/A	N/A	
6	7611849,223m	0,230m	541278,895m	0,194m	N/A	N/A	
7	7611692,184m	0,354m	541357,457m	0,207m	N/A	N/A	
8	7611628,768m	0,315m	541504,575m	0,256m	N/A	N/A	
9	7611802,444m	0,185m	541713,206m	0,189m	N/A	N/A	
10	7611908,400m	0,252m	541706,492m	0,290m	N/A	N/A	
11	7611849,169m	0,179m	541843,302m	0,219m	N/A	N/A	
12	7611782,744m	0,219m	541998,344m	0,285m	N/A	N/A	
13	7611970,776m	0,253m	541898,099m	0,318m	N/A	N/A	
14	7612059,801m	0,138m	541694,505m	0,179m	N/A	N/A	
15	7612114,020m	0,171m	541567,542m	0,222m	N/A	N/A	
16	7612122,491m	0,150m	541851,731m	0,204m	N/A	N/A	
17	7612023,769m	0,167m	542085,695m	0,230m	N/A	N/A	
19	7612456,441m	0,211m	542290,595m	0,284m	N/A	N/A	
20	7612672,008m	0,193m	542379,368m	0,221m	N/A	N/A	
21	7612895,811m	0,180m	542182,787m	0,197m	N/A	N/A	
22	7613192,801m	0,269m	542313,226m	0,281m	N/A	N/A	
23	7613380,356m	0,134m	542334,939m	0,134m	N/A	N/A	
24	7613250,976m	0,222m	542188,524m	0,208m	N/A	N/A	
25	7612625,670m	0,201m	542199,176m	0,165m	N/A	N/A	
26	7612403,945m	0,317m	542102,677m	0,256m	N/A	N/A	
27	7612298,194m	0,169m	542056,622m	0,132m	N/A	N/A	
28	7612173,295m	0,195m	542001,119m	0,153m	N/A	N/A	
29	7612347,662m	0,236m	541947,199m	0,186m	N/A	N/A	
30	7612565,250m	0,256m	542040,707m	0,203m	N/A	N/A	
31	7612769,364m	0,248m	542128,519m	0,202m	N/A	N/A	
32	7612835,789m	0,272m	542012,056m	0,229m	N/A	N/A	
33	7612723,203m	0,332m	541964,068m	0,251m	N/A	N/A	
34	7612493,836m	0,237m	541864,769m	0,194m	N/A	N/A	

Nome do ponto	Dir Norte	Erro N	Dir Leste	Erro L	Elevação	Erro el.	Fixar
35	7612445,274m	0,251m	541668,992m	0,220m	N/A	N/A	
36	7612273,073m	0,234m	541769,201m	0,228m	N/A	N/A	
37	7612038,366m	0,217m	541191,119m	0,282m	N/A	N/A	
POLI	7388467,108m	0,000m	936029,171m	0,000m	N/A	N/A	N L a
18	7612225,981m	0,230m	542187,440m	0,316m	N/A	N/A	
PPTE	7553844,608m	0,000m	457866,057m	0,000m	N/A	N/A	N L a
ROSA	7507938,289m	0,000m	299223,778m	0,000m	N/A	N/A	N L a
SJRP	7700722,082m	0,000m	670708,247m	0,000m	N/A	N/A	N L a
UBER	7909251,415m	0,000m	782656,488m	0,000m	N/A	N/A	N L a
OURI	7461680,694m	0,000m	613285,159m	0,000m	N/A	N/A	N L a
38	7613368,337m	0,103m	542133,251m	0,114m	N/A	N/A	
39	7612191,451m	0,153m	541391,731m	0,159m	N/A	N/A	
40	7612472,816m	0,149m	541512,133m	0,139m	N/A	N/A	
41	7612632,780m	0,161m	541580,209m	0,145m	N/A	N/A	
42	7612853,800m	0,154m	541677,763m	0,125m	N/A	N/A	
43	7612962,664m	0,165m	541726,198m	0,135m	N/A	N/A	
44	7613070,775m	0,123m	541770,166m	0,095m	N/A	N/A	
45	7612796,646m	0,202m	541504,274m	0,152m	N/A	N/A	
46	7612512,484m	0,202m	541384,591m	0,183m	N/A	N/A	
47	7612339,067m	0,125m	541308,596m	0,118m	N/A	N/A	
48	7612285,846m	0,141m	541171,680m	0,130m	N/A	N/A	
49	7612539,450m	0,112m	541279,207m	0,104m	N/A	N/A	
50	7612726,217m	0,133m	541358,039m	0,124m	N/A	N/A	
51	7612949,008m	0,142m	541458,352m	0,133m	N/A	N/A	
52	7613220,547m	0,109m	541442,327m	0,102m	N/A	N/A	
53	7612876,867m	0,102m	541288,944m	0,096m	N/A	N/A	
54	7612573,245m	0,115m	541155,391m	0,107m	N/A	N/A	
55	7612433,135m	0,130m	541094,261m	0,120m	N/A	N/A	
56	7612208,122m	0,147m	541009,804m	0,135m	N/A	N/A	
POLI	7388467,108m	0,000m	936029,171m	0,000m	N/A	N/A	N L a
PPTE	7553844,608m	0,000m	457866,057m	0,000m	N/A	N/A	N L a
ROSA	7507938,289m	0,000m	299223,778m	0,000m	N/A	N/A	N L a
SJRP	7700722,082m	0,000m	670708,247m	0,000m	N/A	N/A	N L a
UBER	7909251,415m	0,000m	782656,488m	0,000m	N/A	N/A	N L a

**Figura 13. Imagem das linhas de base processadas**

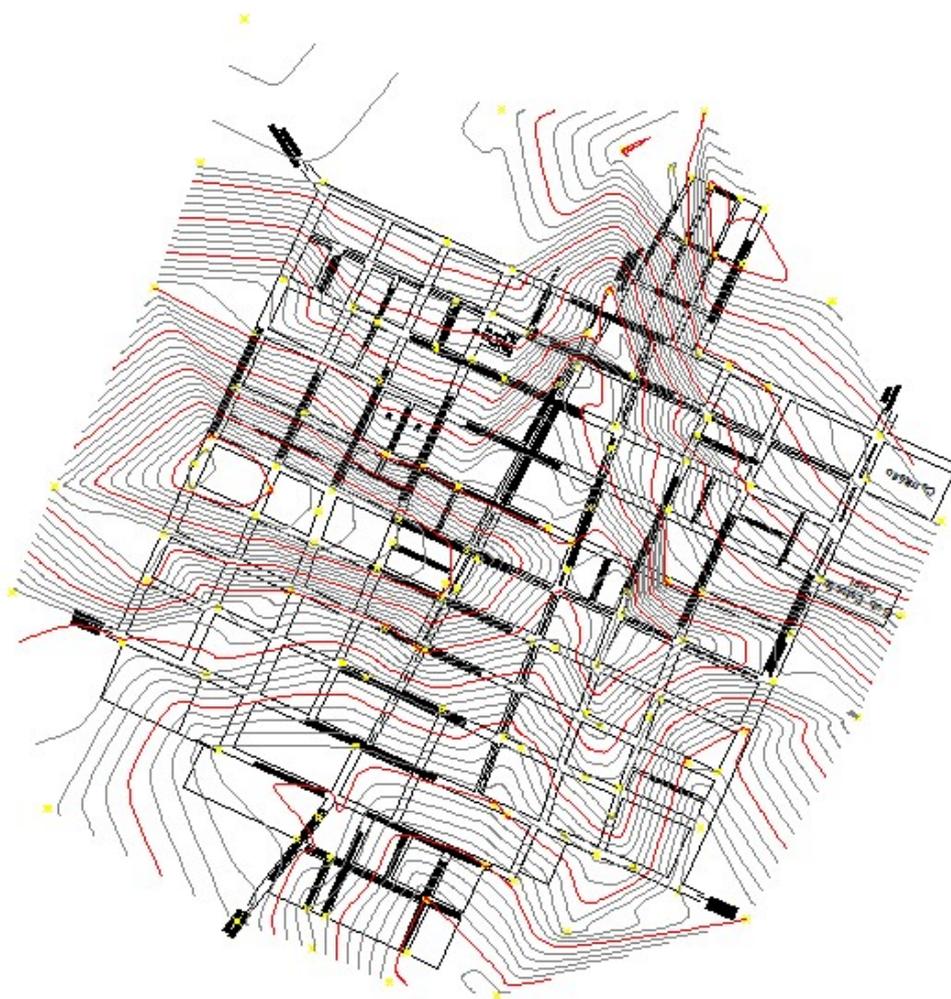


#### **4.8. Processamento das Curvas de Nível**

O resultado do trabalho são curvas de nível do Município estudado, geradas a partir da interpolação ponderada dos pontos coletados e processado de metro em metro, conforme descrito nos itens anteriores. As curvas mestre, secundárias e cotas da curvas estão devidamente definidas em layers separados.

Segue a imagem do produto final.

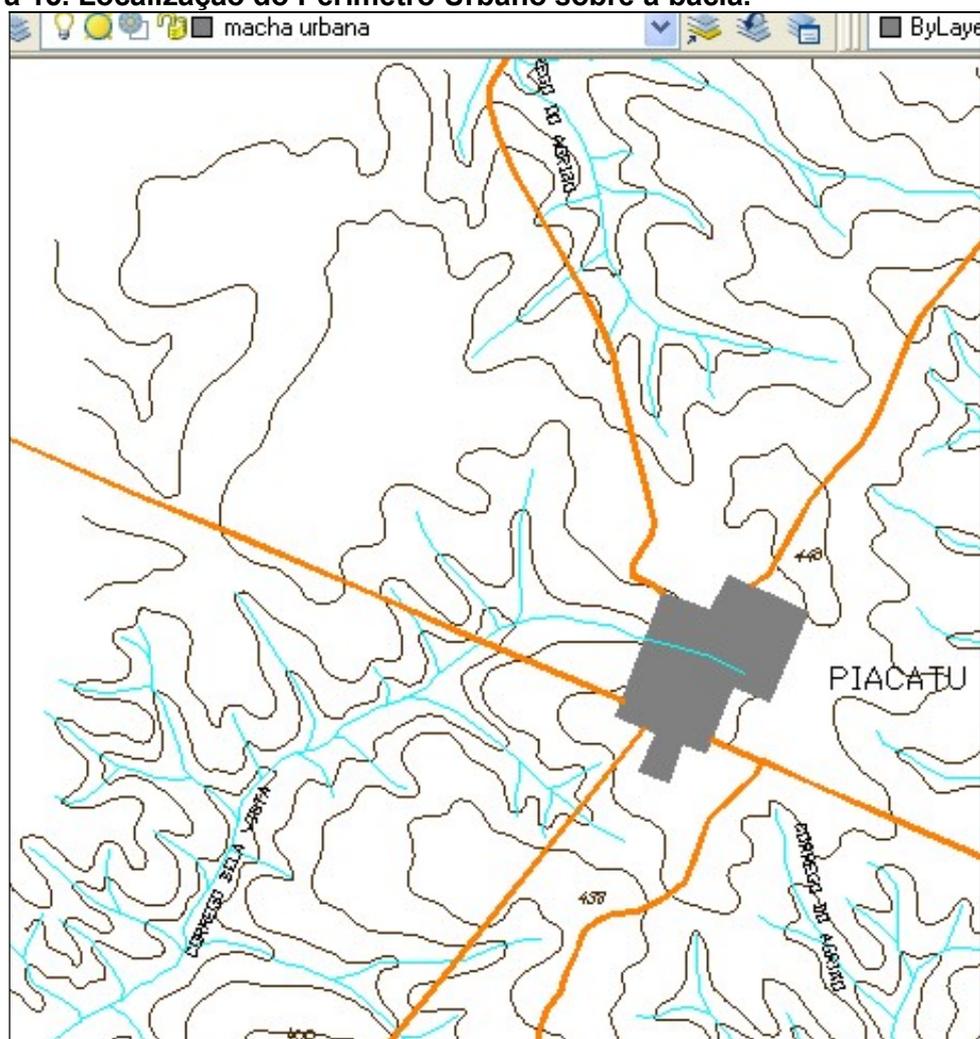
Figura 14. Imagem do Produto Final



## 5. DEFINIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO

A área urbana do Município de Piacatu localiza-se sobre um divisor de bacias, tendo a nascente do córrego Bela Vista localizado dentro do perímetro urbano. A passagem de corpo hídrico pelo perímetro urbano facilita o escoamento de águas pluviais.

**Figura 15. Localização do Perímetro Urbano sobre a bacia.**



A partir de mapas digitalizados dessas bacias (arquivos de AutoCAD e imagens Bitmap), implementou-se um inventário com suas características físicas e condições de urbanização relevantes para a realização de estudos posteriores.

## 6. ESTUDOS HIDRAULICOS E HIDROLOGICOS

---

### 6.1. Introdução

A intensa urbanização desordenada dos últimos anos tem agravado muito os problemas de drenagem urbana e de gerenciamento dos recursos hídricos. Um dos principais impactos tem ocorrido na forma de aumento da frequência e magnitude das inundações e degradação ambiental.

A elaboração de Planos Diretores de Drenagem Urbana (PDDU) é medida altamente recomendável e constitui estratégia essencial para a obtenção de boas soluções de drenagem urbana.

Este trabalho tem o intuito de auxiliar os Planos Diretores de Drenagem Urbana.

Os objetivos deste projeto atendem à pergunta: Quais estratégias metodológicas podem-se avaliar no ciclo hidrológico e que auxiliem o gerenciamento ambiental da drenagem?

Bacia Urbana é uma infra-estrutura de apoio, onde a pesquisa científica e o desenvolvimento tecnológico na área de recursos hídricos urbanos abrem as possibilidades para a participação social.

Os princípios ligados à conservação da água no meio urbano são:

- (1) o monitoramento dos recursos hídricos urbanos,
- (2) a hidrosolidariedade induzida pelos setores da sociedade de trechos de jusante e de montante, e
- (3) o planejamento que a sociedade realiza através de seu nível de participação nos Comitês de Bacias. Colabora-se, então, com o desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos e uma melhor qualidade de vida dos moradores. A metodologia inicialmente proposta para o desenvolvimento do projeto de Bacia Urbana estava dividida nas seguintes

atividades: (1) inventário de bacias urbanas, (2) estudo de caso em Bacia urbana, (3) estratégias de abordagem para comitês de bacias urbanas, e (4) disponibilidade de dados para a sociedade. Seguindo essa metodologia, foi realizado um inventário das bacias urbanas da cidade de Piacatu levantando dados de características físicas e condições de urbanização das bacias. No item relativo a estudo de caso em Bacia urbana, inicialmente foram feitos estudos, cálculo de tempo de concentração a partir de diversas fórmulas empíricas e previsão de vazões para chuvas de projeto. Posteriormente, aprofundou-se o estudo de caso para as bacias com a realização de simulações hidrológicas com software específico.

## **6.2. Revisão de Literatura**

### **6.2.1. Planos Diretores**

O Plano de Drenagem Urbana deve ser desenvolvido com base num conjunto de informações relacionadas de acordo com o seguinte:

- Cadastro da rede pluvial, bacias hidrográficas, uso e tipo de solo das bacias, entre outros dados físicos;
- Planos: Plano de Desenvolvimento Urbano da cidade, Plano de Saneamento ou esgotamento sanitário, Plano de Controle dos Resíduos Sólidos e Plano Viário. São Planos que apresentam interface importante com a Drenagem Urbana. Quando os planos de Água e Saneamento e Resíduos Sólidos são desenvolvidos de forma integrada, as interfaces entre estes elementos devem ser destacadas;
- Aspectos institucionais: legislação municipal relacionada com o Plano Diretor Urbano e meio ambiente; Legislação Estadual de Recursos Hídricos e Legislação Federal; Gestão da Drenagem dentro do município; dados hidrológicos: precipitação, vazão, sedimentos e

qualidade da água do sistema de drenagem. O ideal é que este conjunto de informações esteja informatizado e disponível aos interessados e institutos de pesquisa através de um SIG (Sistema de Informações Geográficas).

Os princípios a seguir caracterizados são essenciais para o bom desenvolvimento de um programa consistente de drenagem urbana.

1. Plano de Drenagem Urbana faz parte do Plano de Desenvolvimento Urbano e Ambiental da cidade. A drenagem faz parte da infra-estrutura urbana, portanto deve ser planejado em conjunto com os outros sistemas, principalmente o plano de controle ambiental, esgotamento sanitário, disposição de material sólido e tráfego.

2. O escoamento durante os eventos chuvosos não pode ser ampliado pela ocupação da bacia, tanto num simples loteamento, como nas obras de macrodrenagem existentes no meio urbano. Isto se aplica a um simples aterro urbano, como à construção de pontes, rodovias, e à impermeabilização dos espaços urbanos. O princípio é de que cada usuário urbano não deve ampliar a cheia natural.

3. Plano de controle da drenagem urbana deve contemplar as bacias hidrográficas sobre as quais a urbanização se desenvolve. As medidas não podem reduzir o impacto de uma área em detrimento de outra, ou seja, os impactos de quaisquer medidas não devem ser transferidos. Caso isso ocorra, devem-se prever medidas mitigadoras.

4. Plano deve prever a minimização do impacto ambiental devido ao escoamento pluvial através da compatibilização com o planejamento do saneamento ambiental, controle do material sólido e a redução da carga poluente nas águas pluviais que escoam para o sistema fluvial externo à cidade.

5. Plano Diretor de Drenagem urbana, na sua regulamentação, deve contemplar o planejamento das áreas a serem desenvolvidas e a densificação das áreas atualmente loteadas.

Depois que a bacia, ou parte dela, estiver ocupada, dificilmente o poder público terá condições de responsabilizar aqueles que estiverem ampliando a cheia, portanto, se a ação pública não for realizada preventivamente através do gerenciamento, as conseqüências econômicas e sociais futuras serão muito maiores para todo o município.

6. O controle de enchentes é realizado através de medidas estruturais e não-estruturais, que, dificilmente, estão dissociadas. As medidas estruturais envolvem grande quantidade de recursos e resolvem somente problemas específicos e localizados. Isso não significa que esse tipo de medida seja totalmente descartável. A política de controle de enchentes, certamente, poderá chegar a soluções estruturais para alguns locais, mas dentro da visão de conjunto de toda a bacia, onde estas estão racionalmente integradas com outras medidas preventivas (não estruturais) e compatibilizadas com o esperado desenvolvimento urbano. O controle deve ser realizado considerando a bacia como um todo e não trechos isolados.

7. Valorização dos mecanismos naturais de escoamento na bacia hidrográfica, preservando, quando possível os canais naturais.

8. Integrar o planejamento setorial de drenagem urbana, esgotamento sanitário e resíduo sólido.

9. Os meios de implantação do controle de enchentes são o Plano Diretor Urbano, as Legislações Municipal / Estadual e o Manual de Drenagem. O primeiro estabelece as linhas principais, as legislações controlam e o Manual orienta.

10. O controle permanente: o controle de enchentes é um processo permanente; não basta que se estabeleçam regulamentos e que se construam obras de proteção; é necessário estar atento às potenciais violações da legislação na expansão da ocupação do solo das áreas de risco. Portanto, recomenda-se que:

- nenhum espaço de risco seja desapropriado se não houver uma imediata ocupação pública que evite sua invasão;
- a comunidade tenha uma participação nos anseios, nos planos, na sua execução e na contínua obediência das medidas de controle de enchentes.

11. A educação: a educação dos engenheiros, arquitetos, agrônomos e geólogos, entre outros profissionais, da população e de administradores públicos é essencial para que as decisões públicas sejam tomadas conscientemente por todos.

12. O custo da implantação das medidas estruturais e da operação e manutenção da drenagem urbana devem ser transferidos aos proprietários dos lotes, proporcionalmente à sua área impermeável, que é a geradora de volume adicional, com relação às condições naturais.

13. O conjunto destes princípios prioriza o controle do escoamento urbano na fonte distribuindo as medidas para aqueles que produzem o aumento do escoamento e a contaminação das águas pluviais.

O Plano de Macro Drenagem de Piacatu foi desenvolvido segundo duas estratégias básicas:

Para as áreas não-ocupadas: desenvolvimento de medidas não estruturais relacionadas com a regulamentação da drenagem urbana e ocupação dos espaços de risco visando conter os impactos de futuros desenvolvimentos.

Estas medidas buscam transferir o ônus do controle das alterações hidrológicas devido à urbanização para quem efetivamente produz as alterações.

Para as áreas que estão ocupadas: desenvolvimento de estudos específicos por micro bacias urbanas visando planejar as medidas necessárias para o controle dos impactos dentro destas bacias, sem que as mesmas transfiram para jusante os impactos já existentes.

#### **6.2.2. Percepção Ambiental e Participação Pública na Gestão dos Recursos Hídricos**

Fundamentado no fato de que a água é um bem de domínio público e um recurso natural finito, tendo no consumo humano seu uso prioritário, foram criados, na esfera federal, o Sistema Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos (SNGRH) e o Conselho Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos (CNRH), e foi instituída a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), pela lei no 9.433/97.

Os níveis hierárquicos que compõem o SNGRH são:

Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH): apresenta-se como órgão hierárquico mais elevado;

Conselhos de Recursos Hídricos dos Estados e Distrito Federal: equivalente ao CNRH para cada unidade da federação;

Comitês de Bacia Hidrográfica (CBH's): são as instâncias descentralizadas e participativas de discussão e deliberação, contando com a participação de

diferentes setores da sociedade (usuários diversos, poder público e sociedade civil organizada), destinados a agir como fóruns de decisão no âmbito das Bacias Hidrográficas (BH's);

Agências de Bacia Hidrográfica: organismos com atuação em nível de BH's, aos quais dão apoio técnico, funcionando como secretaria executiva dos CBH's aos quais estiver relacionada. Suas funções são, principalmente, operacionalizar a cobrança pelo uso das águas e elaborar os planos plurianuais de investimentos e atividades, que devem ser votados pelos CBH's;

Organizações Civas de Recursos Hídricos: organizações de cidadãos com atuação nas respectivas BH's.

A participação da sociedade civil na gestão dos recursos hídricos, através de sua participação nos CBH's, representa um avanço, porém a incorporação do caráter participativo no planejamento e na elaboração de propostas institucionais continua não aplicada concretamente. Devido à ação de grupos diversos com diferentes interesses que buscam negociar propostas comuns, a população em geral continua a participar de forma pontual e restrita, o que interfere no processo de democratização e na evolução da ação da sociedade civil na gestão ambiental, estabelecendo a manutenção da falta de hábito da população em geral em participar dos processos decisórios mesmo quando esta participação é assegurada legalmente.

Segundo pesquisa realizada uma parte significativa dos entrevistados não apresenta relações afetivas com o entorno, o que prejudica a iniciativa de participar de ações em prol da melhoria da qualidade ambiental. Da mesma forma, a maioria dos entrevistados mostrou desconhecer a existência e as funções do Comitê de Bacia Hidrográfica e, conseqüentemente, não participam de nenhuma instância das decisões relacionadas à Gestão dos Recursos Hídricos. De acordo com esta pesquisa, parte dos entrevistados informou que a falta de promoção e de divulgação de atividades ou campanhas relacionadas

ao ambiente está entre os principais motivos para pequena participação pública em tais atividades.

Os entrevistados informaram ainda que a Educação Ambiental é um importante instrumento de sensibilização em busca da consciência ambiental da população, podendo levar a mudanças de atitude e à realização de ações em prol do ambiente, visando a preservação ou a conservação e buscando a melhoria da qualidade ambiental.

Para que a Gestão Participativa da Água seja efetiva deve-se levar em consideração a opinião pública que pode ser apresentada através da presença de representantes da sociedade civil organizada nos fóruns adequados, como os Comitês de Bacia Hidrográfica, e a Educação Ambiental devem ser amplamente empregados na sensibilização da comunidade de forma direcionada e específica para cada público-alvo (escolares de diferentes níveis e comunidade em geral) ampliando a capacidade da população para participar da gestão pública dos bens naturais a que tem direito.

### **6.2.3. Tempo de Concentração**

Tempo de concentração é o tempo necessário para a água precipitada no ponto mais distante na bacia, deslocar-se até a seção principal. É um dos parâmetros cruciais do Método Racional, e sua determinação está sujeita as incertezas e a imprecisões.

Diversas fórmulas empíricas têm sido propostas para determinar esse parâmetro em função de características físicas da bacia, da sua ocupação e, eventualmente, da intensidade da chuva. Essas fórmulas têm origem em estudos experimentais de campo ou de laboratório e, portanto, devem ser aplicadas em condições que se aproximem daquelas para as quais foram determinadas e do tipo de escoamento que cada fórmula procura representar. Nesse aspecto distinguem-se três tipos de escoamento:

- Escoamento em superfícies, constituído fundamentalmente por lâminas de água escoando sobre planos e prevalece em bacias muito pequenas. As velocidades são baixas devido às pequenas espessuras das lâminas e dependem da declividade e rugosidade da superfície e também da intensidade de chuva. Como a extensão dos escoamentos geralmente não é maior do que 50 a 100 metros as fórmulas que refletem este tipo de escoamento são aplicáveis a parques de estacionamento, aeroportos e bacias urbanas muito pequenas. Fórmulas desse tipo geralmente apresentam o valor de  $t_c$  em função dos fatores acima relacionados;
- Escoamento em canais naturais, que prevalece em bacias de maior porte em que os canais são bem definidos. As velocidades são maiores que nos casos acima, pois os canais conduzem a água de forma mais eficiente. Nessas bacias o valor de  $t_c$  depende menos da rugosidade da superfície da intensidade da chuva, pois o tempo em que o escoamento ocorre sobre a superfície é menor que no canal. Usualmente as fórmulas que representam esse tipo de escoamento apresentam o valor de  $t_c$  em função do comprimento do curso de água e de sua declividade, e
- Escoamento em galerias e canais artificiais, que prevalece em bacias cujas condições naturais foram significativamente modificadas por obras de drenagem e as velocidades são evidentemente mais altas que nos casos anteriores. Além dos já citados, o valor de  $t_c$  é normalmente expresso também em função de parâmetros que refletem as alterações introduzidas tais como a parcela da bacia que conta com sistemas de drenagem ou a extensão dos cursos d'água canalizados. Em uma bacia urbana normalmente estão presentes os três tipos de escoamentos com maior ou menor significado dependendo das características da bacia. A seguir são apresentadas algumas das fórmulas mais utilizadas para o cálculo do tempo de concentração.

## 6.3. Metodologia

### 6.3.1. Estudo de Tempos de Concentração das microbacias urbanas

Tempo de Concentração: Valor em minutos a ser considerado no cálculo. Pode ser fornecido pelo usuário, no campo Tempo de Concentração - Tc (min) ou podem ser utilizados valores indicativos a partir das fórmulas de Kerby.

#### a) Fórmula de Kerby;

$$t_c = 1,44 \left( \frac{L \cdot n}{\sqrt{S}} \right)^{0,47}$$

Sendo Tc o tempo de concentração em minutos;

t<sub>c</sub> – tempo de concentração (min)

S – declividade do terreno (m/m)

n – coeficiente de rugosidade, variando segundo a superfície

superfície lisa, impermeável – 0,02

superfície lisa, solo descoberto compactado – 0,1

superfície com vegetação rasteira, solo cultivado/grosseiro – 0,2

pastagem ou capim – 0,4

área com árvores – 0,6

área com densidade elevada de árvores e mata – 0,8

L<sub>0</sub> – comprimento do trecho (m)

Para este trabalho foi adotado um coeficiente de rugosidade com valor de n=0.020.

Área (ha): Indica o valor obtido do desenho em planta (Valor obtido da planta) e o valor real a ser utilizado (Valor a ser utilizado);

Período de Retorno (anos): informados. No campo Curva IDF é mostrado o arquivo e a localidade da equação IDF escolhida.

### **6.3.2. Estudo de intensidade de Chuva das microbacias urbanas**

Para a região em estudo foi utilizado a equação obtida dos dados pluviométricos do município de Andradina; (Vide planilha de cálculo hidrológico)

O valor de intensidade de precipitação que o software irá utilizar para verificação das sarjetas depende da opção Cálculo Automático de Intensidade de Precipitação.

### **6.3.3. Estudo de Coeficiente de escoamento das microbacias urbanas**

Para os cálculos hidrológicos será utilizado a fórmula de Horner, conforme segue abaixo.

Coef. Escom Horner:  $C = 0,364 \log t + 0,0042 p - 0,145$

- t: tempo de duração da chuva;
- p: taxa de impermeabilização;

### **6.3.4. Estudos das vazões das microbacias urbanas**

Tendo em vista que as microbacias urbanas em sua totalidade apresentam áreas menores que 2 Km<sup>2</sup>, optou-se pela aplicabilidade do Método Racional cuja a fórmula podemos observar:

$$Q = C \times i \times A$$

onde:

Q = Vazão máxima para o período

C = coeficiente de escoamento

i = intensidade de chuva

A = área da bacia

## **6.4. Resultados e discussões**

### **6.4.1. Planilhas de Cálculos Hidrológicos período de retorno de 10 anos**

Para melhor entendimento da planilha segue conceitos:

CODIGO AREA - Código atribuído à área de bacia em estudo.

NUM TRECHO - Numero do trecho de logradouro em estudo.

PONTO 1 - Ponto inicial do trecho em estudo.

PONTO 2 - Ponto final do trecho em estudo.

COTA 1 - Cota inicial do trecho em estudo.

COTA 2 - Cota final do trecho em estudo.

COMP TRECHO (m) - Comprimento do trecho em estudo.

INCLINAÇÃO (m/m) - Declividade do trecho em estudo.

AREA TRECHO (m<sup>2</sup>) - Área de contribuição do trecho em estudo.

AREA ACUMULADA (m<sup>2</sup>) - Área do trecho, acumulada às áreas dos trechos a montante com o mesmo sentido de fluxo.

TC KERBY - Tempo de concentração pelo método de Kerby.

I KERBY (mm) - Intensidade de chuva obtido pela curva de chuvas do município de São Paulo e TC pelo método de Kerby.

COEF KERBY - Coeficiente de escoamento superficial (Run-off) utilizado para calculo da vazão com TC pelo método de Kerby.

VAZAO KERBY (m<sup>3</sup>/s) - Vazão calculada utilizando o método racional com TC pelo método de Kerby.

VAZAO RUA (m<sup>3</sup>/s) - Capacidade de escoamento superficial suportado pelas sarjetas do trecho em estudo.

**Tabela 14. Planilhas de Cálculos Hidrológicos para período de retorno de 10 anos**

COD. AREA	NUM TRECHO	TRECHOS ACUMULADOS	PONTO 1	PONTO 2	COMP TRECHO (m)	DECLIVI. (m/m)	AREA TRECHO (m2)	TC KERBY	I KERBY (mm)	COEF KERBY	VAZAO KERBY (m3/s)	VAZAO ACUM. (m3/s)	VAZAO RUA (m3/s)
1	P 139 141		139	141	57,39	0,0063	2828,87	5,01	188,3982	0,4039	0,0598	0,0598	0,41
2	P 141 148		141	148	116,67	0,0801	7636,99	3,86	198,3917	0,3624	0,1526	0,2521	1,46
	P 148 147		148	147	96,55	0,0026	4471,49	7,86	168,5773	0,4749	0,0995	0,0995	0,26
3	P 156 35		156	35	118,09	0,0012	6909,49	10,34	155,0591	0,5183	0,1544	0,4158	0,18
	P 156 137		156	137	149,45	0,0133	11902,86	6,58	176,7646	0,4469	0,2614	0,2614	0,59
4	P 122 156		122	156	137,44	0,0095	7842,66	6,85	174,9814	0,4532	0,1729	0,1729	0,5
5	P 135 35		135	35	152,73	0,0121	10352,07	6,8	175,3099	0,452	0,2281	0,2281	0,57
6	P 140 135		140	135	56,28	0,0124	1850,39	4,24	194,9091	0,3774	0,0378	1,1356	0,57
	P 6 134		6	134	78,53	0,0023	3597,2	7,34	171,768	0,4642	0,0797	0,0797	0,25
	P 7 136		7	136	72,98	0,0093	2692,72	5,12	187,5342	0,4072	0,0572	0,0572	0,5
	P 131 50		131	50	73,66	0,008	2929,42	5,33	185,9108	0,4135	0,0626	0,0626	0,46
	P 4 50	P 131 50 < P 4 50	4	50	55,85	0,0329	2822,16	3,37	203,0937	0,3408	0,0543	0,1169	0,94
	P 129 4	P 131 50 < P 4 50 < P 129 4	129	4	55,37	0,0359	1600,21	3,28	203,9005	0,337	0,0306	0,1475	0,98
	P 129 143	P 131 50 < P 4 50 < P 129 4 < P 129 143	129	143	122,4	0,0502	5114,19	4,4	193,5368	0,3832	0,1054	0,2529	1,16
	P 143 136	P 131 50 < P 4 50 < P 129 4 < P 129 143 < P 143 136	143	136	132,52	0,0525	6830,76	4,52	192,5156	0,3874	0,1416	0,3945	1,18
	P 147 136		147	136	93,45	0,0083	7421,3	5,9	181,5727	0,4297	0,161	0,161	0,47
	P 134 136	P 7 136 < P 131 50 < P 4 50 < P 129 4 < P 129 143 < P 143 136 < P 147 136 < P 134 136	134	136	51,55	0,0989	3355,06	2,51	212,1153	0,2943	0,0582	0,6709	1,62
	P 134 135	P 6 134 < P 7 136 < P 131 50 < P 4 50 < P 129 4 < P 129 143 < P 143 136 < P 147 136 < P 134 136 < P 134 135	134	135	66,43	0,0909	2916,2	2,88	208,0748	0,3161	0,0533	0,8039	1,56
	P 147 146		147	146	115,59	0,0935	7245,9	3,7	199,823	0,356	0,1433	0,1433	1,58
	P 146 141		146	141	87,7	0,0138	2827,55	5,09	187,7926	0,4062	0,06	0,06	0,61
	P 146 135	P 147 146 < P 146 141 < P 146 135	146	135	87,23	0,0127	4258	5,18	187,1036	0,4089	0,0906	0,2939	0,58
7	P 129 132		129	132	74,07	0,0085	5343,47	5,27	186,389	0,4116	0,114	0,4899	0,48
	P 131 48		131	48	72,3	0,0086	2905,98	5,19	186,9658	0,4094	0,0618	0,0618	0,48
	P 160 161		160	161	73,08	0,0055	5000,56	5,79	182,3785	0,4267	0,1082	0,1082	0,38
	P 161 131	P 160 161 < P 161 131	161	131	106,24	0,0446	3515,79	4,23	194,9905	0,3771	0,0719	0,1801	1,09

**Tabela 14. Planilhas de Cálculos Hidrológicos para período de retorno de 10 anos**

COD. AREA	NUM TRECHO	TRECHOS ACUMULADOS	PONTO 1	PONTO 2	COMP TRECHO (m)	DECLIVI. (m/m)	AREA TRECHO (m2)	TC KERBY	I KERBY (mm)	COEF KERBY	VAZAO KERBY (m3/s)	VAZAO ACUM. (m3/s)	VAZAO RUA (m3/s)
	P 132 131	P_131_48 < P_160_161 < P_161_131 < P_132_131	132	131	109,74	0,0345	6452,36	4,56	192,1309	0,389	0,134	0,3759	0,96
8	P 20 141		20	141	202,34	0,0444	17841,17	5,72	182,8946	0,4248	0,3854	0,3854	1,09
9	P 17 20		17	20	115,24	0,0015	5877,46	9,71	158,264	0,5083	0,1314	0,2513	0,2
	P 149 17		149	17	133,58	0,0287	5627,77	5,22	186,749	0,4103	0,1199	0,1199	0,87
10	P 17 148		17	148	187,4	0,0011	16614,23	13,1	142,8306	0,5556	0,3666	0,3666	0,17
11	P 153 19		153	19	65,1	0,0241	2897,73	3,89	198,1056	0,3636	0,058	0,058	0,8
12	P 19 20		19	20	75,55	0,016	5001,64	4,59	191,9341	0,3898	0,104	0,104	0,65
13	P 153 18		153	18	114,16	0,0378	7773,43	4,55	192,2428	0,3885	0,1614	0,1614	1
14	P 19 16		19	16	112,16	0,0026	5453,53	8,43	165,2198	0,486	0,1217	0,3031	0,26
	P 16 17		16	17	76,97	0,0142	5874,67	4,76	190,5022	0,3955	0,1231	0,1231	0,61
	P 16 18		16	18	65,14	0,0376	2994,09	3,51	201,7252	0,3473	0,0583	0,0583	1
15	P 149 145		149	145	166,14	0,0102	13851,4	7,36	171,6677	0,4646	0,3071	0,7624	0,52
	P 142 149		142	149	122,09	0,024	7288,31	5,22	186,759	0,4102	0,1552	0,1552	0,8
	P 101 149		101	149	151,55	0,045	14202,63	4,99	188,6245	0,403	0,3001	0,3001	1,09
16	P 148 145		148	145	132,53	0,0146	7183,34	6,09	180,2143	0,4346	0,1564	0,5722	0,62
	P 145 143		145	143	201,2	0,0223	18898,49	6,71	175,9458	0,4498	0,4158	0,4158	0,77
17	P 145 144		145	144	122,87	0,0123	8632,8	6,12	180,0096	0,4354	0,1881	0,5792	0,57
	P 129 144		129	144	211,13	0,0432	18041,1	5,88	181,769	0,429	0,3911	0,3911	1,07
18	P 144 128		144	128	112,64	0,0117	6740,25	5,95	181,2679	0,4308	0,1463	0,7566	0,56
	P 161 49		161	49	73,83	0,0092	4824,12	5,16	187,2103	0,4085	0,1026	0,1026	0,49
	P 49 50	P 161 49 < P 49 50	49	50	105,61	0,044	4820,76	4,23	194,9761	0,3771	0,0985	0,2011	1,08
	P 50 127	P 161 49 < P 49 50 < P 50 127	50	127	95,52	0,0058	4503,26	6,48	177,448	0,4445	0,0988	0,2999	0,39
	P 51 127		51	127	104,7	0,0082	4018,35	6,24	179,134	0,4385	0,0878	0,0878	0,47
	P 127 128	P 161 49 < P 49 50 < P 50 127 < P 51 127 < P 127 128	127	128	122,89	0,0902	11149,25	3,84	198,5157	0,3618	0,2226	0,6103	1,55
19	P 8 35		8	35	54	0,1054	1902,5	2,52	211,9236	0,2954	0,0331	0,9491	1,67
	P 7 34		7	34	72,98	0,0169	2965,27	4,46	193,0507	0,3852	0,0613	0,0613	0,67
	P 130 47		130	47	66,16	0,0003	1947,39	10,91	152,3468	0,5267	0,0434	0,0434	0,09

**Tabela 14. Planilhas de Cálculos Hidrológicos para período de retorno de 10 anos**

COD. AREA	NUM TRECHO	TRECHOS ACUMULADOS	PONTO 1	PONTO 2	COMP TRECHO (m)	DECLIVI. (m/m)	AREA TRECHO (m2)	TC KERBY	I KERBY (mm)	COEF KERBY	VAZAO KERBY (m3/s)	VAZAO ACUM. (m3/s)	VAZAO RUA (m3/s)
	P 46 48		46	48	66,59	0,0027	4298,91	6,55	176,9982	0,4461	0,0944	0,0944	0,27
	P 160 48		160	48	105,43	0,0429	3978,66	4,26	194,7845	0,378	0,0814	0,0814	1,07
	P 130 48	P 46 48 < P 160 48 < P 130 48	130	48	111,21	0,0396	5954,98	4,45	193,1316	0,3848	0,123	0,2988	1,03
	P 130 115	P_130_47 < P_46_48 < P_160_48 < P_130_48 < P_130_115	130	115	122,4	0,0521	5589,17	4,36	193,8666	0,3818	0,115	0,4572	1,18
	P 34 115	P_130_47 < P_46_48 < P_160_48 < P_130_48 < P_130_115 < P_34_115	34	115	132,98	0,0596	8153,95	4,39	193,5886	0,383	0,1681	0,6253	1,26
	P 9 34	P_7_34 < P_130_47 < P_46_48 < P_160_48 < P_130_48 < P_130_115 < P_34_115 < P_9_34	9	34	51,55	0,1053	1476,88	2,47	212,524	0,292	0,0255	0,7121	1,67
	P 126 7		126	7	131,67	0,05	6493,27	4,56	192,1915	0,3887	0,1349	0,1349	1,15
	P 6 7	P 126 7 < P 6 7	6	7	51,69	0,1083	923,73	2,46	212,6709	0,2911	0,0159	0,1508	1,7
	P 6 9	P 126 7 < P 6 7 < P 6 9	6	9	68,88	0,0154	2274,51	4,43	193,2535	0,3843	0,047	0,1978	0,64
	P 8 9	P_7_34 < P_130_47 < P_46_48 < P_160_48 < P_130_48 < P_130_115 < P_34_115 < P_9_34 < P_126_7 < P_6_7 < P_6_9 < P_8_9	8	9	12,07	0,1093	521,73	1,24	227,8045	0,1834	0,0061	0,916	1,71
20	P 126 143		126	143	70,66	0,0042	5498,97	6,07	180,3358	0,4342	0,1197	0,1197	0,33
21	P 126 115		126	115	75,32	0,0015	3821,92	7,96	167,9838	0,4769	0,0851	0,0851	0,2
22	P 4 5		4	5	78,99	0,0076	3084,46	5,57	184,0454	0,4205	0,0664	0,0664	0,45
23	P 132 130		132	130	71,9	0,0001	3083,96	14,66	136,8664	0,5734	0,0673	0,0673	0,05
24	P 116 114		116	114	67,2	0,0094	3260,33	4,92	189,1924	0,4007	0,0687	0,2891	0,5
	P 46 47		46	47	110,15	0,0414	5116,18	4,38	193,6982	0,3825	0,1054	0,1054	1,05
	P 114 47	P 46 47 < P 114 47	114	47	121,73	0,0593	5628,52	4,22	195,1011	0,3766	0,115	0,2204	1,26
25	P 114 115		114	115	66,89	0,0123	3273,75	4,61	191,7571	0,3905	0,0681	0,0681	0,57
26	P 120 123		120	123	113,4	0,008	8050,72	6,52	177,2226	0,4453	0,1766	0,9391	0,46
	P 117 40		117	40	130,93	0,0716	12070,46	4,18	195,4733	0,375	0,246	0,246	1,38
	P 119 117	P 117 40 < P 119 117	119	117	65,21	0,102	4636,34	2,78	209,1471	0,3105	0,0837	0,3297	1,65
	P 36 119		36	119	152,42	0,0045	6456,63	8,56	164,4848	0,4884	0,1442	0,1442	0,35
	P 120 119	P_117_40 < P_119_117 < P_36_119 < P_120_119	120	119	53,6	0,0959	3794,28	2,57	211,3973	0,2983	0,0665	0,5404	1,6
	P 121 120		121	120	152,39	0,0039	9937,39	8,85	162,8574	0,4937	0,2221	0,2221	0,32
27	P 117 118		117	118	153,32	0,001	9086,84	12,19	146,5808	0,5443	0,2016	0,2016	0,16

**Tabela 14. Planilhas de Cálculos Hidrológicos para período de retorno de 10 anos**

COD. AREA	NUM TRECHO	TRECHOS ACUMULADOS	PONTO 1	PONTO 2	COMP TRECHO (m)	DECLIVI. (m/m)	AREA TRECHO (m2)	TC KERBY	I KERBY (mm)	COEF KERBY	VAZAO KERBY (m3/s)	VAZAO ACUM. (m3/s)	VAZAO RUA (m3/s)
28	P_122_121		122	121	115,82	0,0002	5970,02	15,58	133,6217	0,583	0,1293	1,2739	0,07
	P_44_46		44	46	67,52	0,0056	2788,38	5,56	184,1283	0,4202	0,06	0,06	0,39
	P_159_44		159	44	105,66	0,0435	4139,37	4,25	194,8679	0,3776	0,0847	0,0847	1,08
	P_45_44	P_44_46 < P_159_44 < P_45_44	45	44	111,21	0,0395	5832,48	4,45	193,109	0,3849	0,1205	0,2652	1,03
	P_47_45		47	45	67,93	0,0031	2107,05	6,4	178,023	0,4425	0,0461	0,0461	0,29
	P_45_116	P_44_46 < P_159_44 < P_45_44 < P_47_45 < P_45_116	45	116	122,4	0,0624	5867,22	4,18	195,449	0,3751	0,1196	0,4309	1,29
	P_118_116	P_44_46 < P_159_44 < P_45_44 < P_47_45 < P_45_116 < P_118_116	118	116	132,98	0,0654	9425,22	4,3	194,4101	0,3795	0,1933	0,6242	1,32
	P_34_118		34	118	134,09	0,0166	7965,58	5,94	181,2799	0,4308	0,1729	0,1729	0,66
	P_36_118	P_44_46 < P_159_44 < P_45_44 < P_47_45 < P_45_116 < P_118_116 < P_34_118 < P_36_118	36	118	63,85	0,0959	2108,41	2,79	209,0109	0,3112	0,0381	0,8352	1,6
	P_36_8		36	8	131,95	0,0121	5692,21	6,35	178,3746	0,4412	0,1245	0,1245	0,57
	P_121_36	P_44_46 < P_159_44 < P_45_44 < P_47_45 < P_45_116 < P_118_116 < P_34_118 < P_36_118 < P_36_8 < P_121_36	121	36	56,71	0,0922	1674,86	2,66	210,3742	0,3039	0,0298	0,9895	1,57
	P_35_121		35	121	132,61	0,0086	7031,49	6,89	174,6838	0,4542	0,1551	0,1551	0,48
29	P_40_116		40	116	151,45	0,0035	11778,96	9,05	161,7568	0,4972	0,2634	0,2634	0,31
30	P_39_40		39	40	124,73	0,0146	8881,69	5,92	181,4449	0,4301	0,1927	1,071	0,62
	P_44_42		44	42	74,93	0,0067	3063,74	5,6	183,8432	0,4213	0,066	0,066	0,42
	P_42_43	P_44_42 < P_42_43	42	43	109,34	0,059	6532,13	4,02	196,9081	0,3689	0,1319	0,1979	1,25
	P_43_45		43	45	74,85	0,0342	3384,15	3,82	198,6971	0,361	0,0675	0,0675	0,95
	P_43_39	P_44_42 < P_42_43 < P_43_45 < P_43_39	43	39	75,38	0,0362	5564,58	3,79	199,0512	0,3595	0,1107	0,3761	0,98
	P_37_38		37	38	76,19	0,0029	4143,42	6,86	174,9106	0,4534	0,0914	0,0914	0,28
	P_41_37	P_37_38 < P_41_37	41	37	107,76	0,0617	7014,43	3,95	197,5345	0,3662	0,141	0,2324	1,28
	P_41_42		41	42	76,51	0,0255	4911,59	4,14	195,8376	0,3735	0,0999	0,0999	0,82
	P_39_41	P_37_38 < P_41_37 < P_41_42 < P_39_41	39	41	109,39	0,0661	8469,61	3,91	197,8619	0,3647	0,1699	0,5022	1,33
31	P_122_123		122	123	155,29	0,0095	13129,98	7,25	172,3619	0,4622	0,2908	0,2908	0,5
32	P_123_125		123	125	112,58	0,0785	7110,85	3,81	198,8176	0,3605	0,1417	0,1417	1,45
33	P_124_122		124	122	109,28	0,0841	3849,7	3,7	199,8746	0,3558	0,0761	0,3368	1,5

**Tabela 14. Planilhas de Cálculos Hidrológicos para período de retorno de 10 anos**

COD. AREA	NUM TRECHO	TRECHOS ACUMULADOS	PONTO 1	PONTO 2	COMP TRECHO (m)	DECLIVI. (m/m)	AREA TRECHO (m2)	TC KERBY	I KERBY (mm)	COEF KERBY	VAZAO KERBY (m3/s)	VAZAO ACUM. (m3/s)	VAZAO RUA (m3/s)
	P_124_157		124	157	149,61	0,0295	12148,96	5,47	184,8192	0,4176	0,2607	0,2607	0,89
34	P_124_125		124	125	153,7	0,0119	12207,65	6,85	174,9986	0,4531	0,2691	0,6257	0,56
	P_111_158		111	158	157,31	0,0061	11651,29	8,09	167,2014	0,4795	0,2597	0,2597	0,4
	P_111_124	P_111_158 < P_111_124	111	124	115,05	0,0731	4829,33	3,91	197,86	0,3647	0,0969	0,3566	1,39
35	P_125_112		125	112	114,2	0,0173	7667,7	5,46	184,8826	0,4174	0,1645	0,8375	0,68
	P_112_113		112	113	135,27	0,0733	10207,41	4,22	195,11	0,3766	0,2085	0,2085	1,4
	P_110_111		110	111	131,46	0,0201	10142,9	5,63	183,5893	0,4222	0,2186	0,2186	0,73
	P_112_111	P_110_111 < P_112_111	112	111	151,25	0,0546	11738,84	4,76	190,4631	0,3957	0,2459	0,4645	1,21
36	P_157_156		157	156	111,23	0,1106	5039,99	3,5	201,7949	0,3469	0,0981	1,1237	1,72
	P_106_108		106	108	139,88	0,0209	9758,53	5,74	182,7435	0,4254	0,2109	0,2109	0,75
	P_108_158	P_106_108 < P_108_158	108	158	136,06	0,0378	10649,02	4,94	189,0122	0,4015	0,2246	0,4355	1
	P_158_107		158	107	139,02	0,026	10867,66	5,44	185,0199	0,4169	0,233	0,233	0,83
	P_158_157	P_106_108 < P_108_158 < P_158_107 < P_158_157	158	157	113,9	0,0435	4845,4	4,4	193,5429	0,3831	0,0999	0,7684	1,08
	P_157_133		157	133	143,75	0,0083	11617,09	7,22	172,5718	0,4615	0,2572	0,2572	0,47
37	P_113_162		113	162	40,98	0,0015	1896,06	5,99	180,9451	0,432	0,0412	0,0412	0,2
38	P_113_110		113	110	151,65	0,0065	15791,54	7,84	168,7244	0,4744	0,3514	0,7642	0,42
	P_108_109		108	109	129,44	0,0379	6159,29	4,82	189,9669	0,3977	0,1294	0,1294	1
	P_110_108	P_108_109 < P_110_108	110	108	155,65	0,0222	13054,33	5,95	181,204	0,431	0,2834	0,4128	0,77
39	P_140_139		140	139	167,32	0,0159	7087	6,66	176,2673	0,4487	0,1558	0,1558	0,65
40	P_140_137		140	137	58,32	0,0168	1873,74	4,02	196,9155	0,3688	0,0378	0,8828	0,67
	P_13_106		13	106	126,58	0,0124	11382,54	6,19	179,4834	0,4373	0,2483	0,2483	0,57
	P_106_107	P_13_106 < P_106_107	106	107	135,05	0,0329	8351,36	5,08	187,8435	0,406	0,1771	0,4254	0,94
	P_107_133	P_13_106 < P_106_107 < P_107_133	107	133	114,06	0,0646	5011,53	4,01	196,9605	0,3687	0,1012	0,5266	1,31
	P_133_137	P_13_106 < P_106_107 < P_107_133 < P_133_137	133	137	113,94	0,101	4473,69	3,61	200,6832	0,3521	0,0879	0,6145	1,64
	P_138_137		138	137	160,66	0,0142	10476,73	6,71	175,9318	0,4499	0,2305	0,2305	0,61
41	P_138_139		138	139	59,74	0,01	3093,55	4,59	191,9303	0,3898	0,0643	0,4699	0,52
	P_154_138		154	138	217,18	0,0503	18767,85	5,75	182,7273	0,4254	0,4056	0,4056	1,16
42	P_152_153		152	153	117,86	0,0001	5097,72	18,46	124,5083	0,6099	0,1076	0,3547	0,05

**Tabela 14. Planilhas de Cálculos Hidrológicos para período de retorno de 10 anos**

COD. AREA	NUM TRECHO	TRECHOS ACUMULADOS	PONTO 1	PONTO 2	COMP TRECHO (m)	DECLIVI. (m/m)	AREA TRECHO (m2)	TC KERBY	I KERBY (mm)	COEF KERBY	VAZAO KERBY (m3/s)	VAZAO ACUM. (m3/s)	VAZAO RUA (m3/s)
	P_152_154		152	154	141,23	0,0353	11643,04	5,11	187,6623	0,4067	0,2471	0,2471	0,97
43	P_20_154		20	154	116,76	0,0188	5351,39	5,41	185,2613	0,4159	0,1146	0,2248	0,71
	P_154_155		154	155	113,76	0,0411	5332,7	4,45	193,0586	0,3851	0,1102	0,1102	1,05
44	P_79_138		79	138	115,45	0,0725	5994,24	3,93	197,7322	0,3653	0,1204	0,1204	1,39
45	P_133_79		133	79	150,3	0,0057	9426,82	8,05	167,4623	0,4786	0,2101	0,2101	0,39
46	P_78_79		78	79	114,71	0,0742	12196,92	3,9	198,0351	0,364	0,2444	0,2444	1,41
47	P_78_13		78	13	134,65	0,0426	16623,63	4,78	190,3185	0,3963	0,3485	0,3485	1,06
48	P_107_3		107	3	72,09	0,0043	2324,97	6,1	180,1672	0,4348	0,0506	0,0506	0,34
49	P_78_80		78	80	111,16	0,0001	8778,25	17,96	125,9749	0,6056	0,1862	0,7057	0,05
	P_31_33		31	33	138,64	0,0043	13799,99	8,28	166,1132	0,4831	0,3079	0,3079	0,34
	P_33_80	P_31_33 < P_33_80	33	80	134,97	0,0471	10135,4	4,67	191,1979	0,3927	0,2116	0,5195	1,12
50	P_91_153		91	153	142,09	0,0268	9937,67	5,46	184,8892	0,4173	0,2132	0,2132	0,84
51	P_91_90		91	90	116,73	0,0389	5190,04	4,57	192,0996	0,3891	0,1078	0,1078	1,02
52	P_90_152		90	152	143,32	0,0583	11021,45	4,57	192,0468	0,3893	0,2291	0,7353	1,25
	P_87_90		87	90	114,43	0,0148	5136,6	5,67	183,3058	0,4233	0,1108	0,1108	0,63
	P_90_88		90	88	201,39	0,0482	18362,4	5,6	183,8024	0,4214	0,3954	0,3954	1,13
53	P_151_152		151	152	114,09	0,0569	4605,63	4,13	195,8677	0,3734	0,0936	0,3518	1,23
	P_155_151		155	151	144,17	0,022	11944,18	5,76	182,6525	0,4257	0,2582	0,2582	0,77
54	P_155_79		155	79	228,76	0,0316	20297,02	6,56	176,911	0,4464	0,4456	0,7093	0,92
	P_31_81		31	81	133,19	0,027	7589,71	5,29	186,2178	0,4123	0,162	0,162	0,85
	P_155_81	P_31_81 < P_155_81	155	81	116,17	0,04	4901,18	4,53	192,4383	0,3877	0,1017	0,2637	1,03
55	P_80_81		80	81	130,43	0,0258	7900,94	5,29	186,1832	0,4124	0,1687	0,1687	0,83
56	P_151_150		151	150	116,86	0,0454	4587,8	4,41	193,4668	0,3835	0,0946	0,3825	1,1
	P_150_81		150	81	145,57	0,0173	13213,43	6,12	180,0305	0,4353	0,2879	0,2879	0,68
57	P_33_13		33	13	129,04	0,0049	6243,52	7,76	169,1708	0,473	0,1389	0,3057	0,36
	P_33_10		33	10	128,66	0,0371	7940,15	4,83	189,8811	0,398	0,1668	0,1668	0,99
58	P_109_22		109	22	251,15	0,0036	26182,51	11,38	150,1461	0,5335	0,583	0,583	0,31
59	P_104_105		104	105	157,8	0,0108	11010,51	7,09	173,3994	0,4586	0,2434	0,9914	0,54
	P_22_104		22	104	126,65	0,0024	6766,18	9,09	161,5305	0,4979	0,1513	0,1513	0,25

**Tabela 14. Planilhas de Cálculos Hidrológicos para período de retorno de 10 anos**

COD. AREA	NUM TRECHO	TRECHOS ACUMULADOS	PONTO 1	PONTO 2	COMP TRECHO (m)	DECLIVI. (m/m)	AREA TRECHO (m2)	TC KERBY	I KERBY (mm)	COEF KERBY	VAZAO KERBY (m3/s)	VAZAO ACUM. (m3/s)	VAZAO RUA (m3/s)
	P 26 28		26	28	93,85	0,0398	4950,48	4,1	196,1535	0,3721	0,1005	0,1005	1,03
	P 26 23	P 26 28 < P 26 23	26	23	93,89	0,0421	7828,15	4,05	196,6281	0,3701	0,1584	0,2589	1,06
	P 23 25		23	25	121,99	0,0127	5057,95	6,05	180,4824	0,4337	0,1101	0,1101	0,58
	P 23 24	P 26 28 < P 26 23 < P 23 25 < P 23 24	23	24	39,28	0,0377	1447,62	2,77	209,2757	0,3098	0,0261	0,3951	1
	P 24 103		24	103	121,94	0,0175	6626,73	5,62	183,7063	0,4218	0,1427	0,1427	0,68
	P 24 104	P 26 28 < P 26 23 < P 23 25 < P 23 24 < P 24 103 < P 24 104	24	104	73,57	0,0154	2834,44	4,57	192,069	0,3892	0,0589	0,5967	0,64
60	P 23 11		23	11	122,25	0,0005	8043,42	12,9	143,6407	0,5532	0,1777	0,1777	0,12
61	P 22 13		22	13	129,55	0,0103	8207,49	6,54	177,0806	0,4458	0,1801	0,7133	0,52
	P 26 12		26	12	120,43	0,0137	7615,12	5,91	181,5108	0,4299	0,1652	0,1652	0,6
	P 14 12		14	12	94,22	0,0068	8635,42	6,21	179,3778	0,4376	0,1885	0,1885	0,43
	P 10 12	P 26 12 < P 14 12 < P 10 12	10	12	36,26	0,0149	1853,04	3,31	203,649	0,3382	0,0355	0,3892	0,63
	P 10 11	P 26 12 < P 14 12 < P 10 12 < P 10 11	10	11	55,14	0,0308	2844,37	3,4	202,7792	0,3423	0,0549	0,4441	0,91
	P 11 22	P 26 12 < P 14 12 < P 10 12 < P 10 11 < P 11 22	11	22	87,86	0,027	4333,27	4,35	193,9177	0,3816	0,0891	0,5332	0,85
62	P 87 151		87	151	140,24	0,0254	11641,32	5,5	184,6206	0,4184	0,25	0,3522	0,82
	P 83 86		83	86	56,76	0,0005	2279,86	9,01	161,9517	0,4966	0,051	0,051	0,12
	P 86 87	P 83 86 < P 86 87	86	87	60,19	0,0095	2453,5	4,66	191,3269	0,3922	0,0512	0,1022	0,5
63	P 29 83		29	83	137,63	0,0334	6243,54	5,11	187,6272	0,4069	0,1325	0,1325	0,94
64	P 150 83		150	83	140,44	0,0081	12261,82	7,18	172,8115	0,4607	0,2714	0,2714	0,46
65	P 29 30		29	30	144,26	0,0103	14353,49	6,87	174,8112	0,4538	0,3165	0,9317	0,52
	P 28 14		28	14	119,07	0,0399	7965,91	4,58	191,9699	0,3896	0,1656	0,1656	1,03
	P 14 32	P 28 14 < P 14 32	14	32	146,88	0,0063	10040,88	7,78	169,086	0,4732	0,2234	0,389	0,41
	P 32 30	P 28 14 < P 14 32 < P 32 30	32	30	126,31	0,0443	10869,72	4,6	191,8479	0,3901	0,2262	0,6152	1,09
66	P 150 30		150	30	136,68	0,0362	6021,1	5	188,5204	0,4034	0,1273	0,3842	0,98
	P 30 31		30	31	146,42	0,0079	11588,76	7,37	171,637	0,4647	0,2569	0,2569	0,46
67	P 28 27		28	27	84,98	0,0106	3178,55	5,33	185,8673	0,4136	0,0679	0,0679	0,53
68	P 28 21		28	21	123,62	0,0002	7230,75	16,06	131,9932	0,5879	0,156	0,156	0,07
69	P 29 2		29	2	172,39	0,0352	18874,79	5,61	183,7694	0,4216	0,4065	0,6386	0,97
	P 2 82		2	82	134,08	0,0051	10431,09	7,83	168,7655	0,4743	0,2321	0,2321	0,37

**Tabela 14. Planilhas de Cálculos Hidrológicos para período de retorno de 10 anos**

COD. AREA	NUM TRECHO	TRECHOS ACUMULADOS	PONTO 1	PONTO 2	COMP TRECHO (m)	DECLIVI. (m/m)	AREA TRECHO (m2)	TC KERBY	I KERBY (mm)	COEF KERBY	VAZAO KERBY (m3/s)	VAZAO ACUM. (m3/s)	VAZAO RUA (m3/s)
70	P_2_167		2	167	79,48	0,0004	4806,12	11,11	151,3968	0,5297	0,1071	0,1071	0,1
71	P_83_82		83	82	185,19	0,0613	14172,61	5,09	187,7564	0,4064	0,3006	0,3006	1,28
72	P_86_84		86	84	189,04	0,0548	8005,2	5,28	186,29	0,412	0,1708	0,1708	1,21
73	P_87_85		87	85	195,87	0,046	13969,91	5,59	183,8899	0,4211	0,3007	0,3007	1,11
74	P_88_89		88	89	116,38	0,0717	8675,29	3,95	197,5032	0,3663	0,1745	0,5541	1,38
	P_82_84		82	84	56,62	0,0182	4349,86	3,89	198,0916	0,3637	0,0871	0,0871	0,7
	P_84_85	P_82_84 < P_84_85	84	85	59,47	0,0321	4649,3	3,49	201,9154	0,3464	0,0904	0,1775	0,92
	P_85_88	P_82_84 < P_84_85 < P_85_88	85	88	113,7	0,0088	9230,76	6,38	178,1597	0,442	0,2021	0,3796	0,48
75	P_91_89		91	89	207,16	0,0285	18710,88	6,42	177,9033	0,4429	0,4099	0,4099	0,87
76	P_99_91		99	91	114,81	0,0804	5686,56	3,82	198,6905	0,3611	0,1134	0,1134	1,46
77	P_99_18		99	18	139,48	0,0626	8568,26	4,44	193,1757	0,3847	0,177	0,177	1,29
78	P_18_101		18	101	130,8	0,0711	7842,66	4,18	195,4297	0,3752	0,1599	0,545	1,38
	P_101_93		101	93	123,52	0,0171	5759,47	5,68	183,2221	0,4236	0,1243	0,1243	0,67
	P_100_102		100	102	122,34	0,0265	6163,37	5,11	187,6664	0,4067	0,1308	0,1308	0,84
	P_100_98		100	98	71,64	0,0304	3308,68	3,85	198,4464	0,3621	0,0661	0,0661	0,9
	P_100_101	P_100_102 < P_100_98 < P_100_101	100	101	68,46	0,0356	3248,4	3,63	200,4898	0,353	0,0639	0,2608	0,97
79	P_98_99		98	99	131,03	0,0396	6495,84	4,8	190,1472	0,397	0,1363	1,106	1,03
	P_95_74		95	74	139,41	0,0143	7632,21	6,27	178,964	0,4391	0,1667	0,1667	0,62
	P_95_97	P_95_74 < P_95_97	95	97	64,11	0,0387	3498,96	3,46	202,2055	0,345	0,0679	0,2346	1,01
	P_73_74		73	74	74,58	0,013	6395,48	4,78	190,2696	0,3965	0,1341	0,1341	0,59
	P_74_96	P_73_74 < P_74_96	74	96	63,92	0,0383	3194,13	3,46	202,1704	0,3452	0,062	0,1961	1,01
	P_96_97	P_73_74 < P_74_96 < P_96_97	96	97	138,25	0,0147	6236,68	6,2	179,4195	0,4375	0,1361	0,3322	0,63
	P_97_98	P_95_74 < P_95_97 < P_73_74 < P_74_96 < P_96_97 < P_97_98	97	98	58,43	0,0395	1905,2	3,29	203,8083	0,3374	0,0364	0,6032	1,03
	P_76_96		76	96	58,73	0,0388	1680,52	3,32	203,5919	0,3385	0,0322	0,0322	1,02
	P_75_76		75	76	76,6	0,0115	7210,43	4,99	188,6275	0,403	0,1524	0,1524	0,55
	P_76_98	P_76_96 < P_75_76 < P_76_98	76	98	139,29	0,0148	8334,08	6,21	179,3352	0,4378	0,1819	0,3665	0,63
80	P_144_142		144	142	146,86	0,0212	8563,5	5,86	181,9113	0,4284	0,1855	0,9953	0,75
	P_60_142		60	142	113,51	0,018	6157,87	5,4	185,3876	0,4155	0,1319	0,1319	0,69
	P_92_69		92	69	57,34	0,0159	2015,39	4,04	196,735	0,3696	0,0407	0,0407	0,65

**Tabela 14. Planilhas de Cálculos Hidrológicos para período de retorno de 10 anos**

COD. AREA	NUM TRECHO	TRECHOS ACUMULADOS	PONTO 1	PONTO 2	COMP TRECHO (m)	DECLIVI. (m/m)	AREA TRECHO (m2)	TC KERBY	I KERBY (mm)	COEF KERBY	VAZAO KERBY (m3/s)	VAZAO ACUM. (m3/s)	VAZAO RUA (m3/s)
	P_94_71		94	71	55,3	0,0266	1911,53	3,52	201,5776	0,348	0,0373	0,0373	0,84
	P_92_94	P_94_71 < P_92_94	92	94	142,41	0,0261	5952,25	5,5	184,5861	0,4185	0,1278	0,1651	0,83
	P_92_93	P_92_69 < P_94_71 < P_92_94 < P_92_93	92	93	54,71	0,0963	1804,12	2,59	211,1516	0,2997	0,0317	0,2375	1,6
	P_94_95		94	95	55,91	0,03	2160,36	3,44	202,3556	0,3443	0,0418	0,0418	0,89
	P_102_95	P_94_95 < P_102_95	102	95	70,62	0,0528	2139,17	3,36	203,1228	0,3407	0,0412	0,083	1,19
	P_102_93	P_94_95 < P_102_95 < P_102_93	102	93	70,46	0,0507	3180,23	3,39	202,8422	0,342	0,0613	0,1443	1,16
	P_93_142	P_92_69 < P_94_71 < P_92_94 < P_92_93 < P_94_95 < P_102_95 < P_102_93 < P_93_142	93	142	159,9	0,0375	13853,35	5,33	185,8598	0,4137	0,2961	0,6779	1
81	P_60_128		60	128	131,97	0,0291	7537,32	5,17	187,1139	0,4089	0,1603	1,5472	0,88
	P_66_55		66	55	56,01	0,0521	1532,31	3,03	206,5199	0,3241	0,0285	0,0285	1,18
	P_55_61	P_66_55 < P_55_61	55	61	90,24	0,0703	3487,04	3,53	201,5175	0,3482	0,068	0,0965	1,37
	P_66_67		66	67	121,65	0,0507	8068,09	4,38	193,7341	0,3824	0,1661	0,1661	1,16
	P_62_66	P_66_67 < P_62_66	62	66	90,68	0,0543	4930,65	3,75	199,3471	0,3581	0,0979	0,264	1,2
	P_68_62		68	62	75,68	0,0069	7313,63	5,59	183,9368	0,4209	0,1574	0,1574	0,43
	P_61_62	P_66_67 < P_62_66 < P_68_62 < P_61_62	61	62	55,82	0,0777	2094,51	2,75	209,417	0,3091	0,0377	0,4591	1,44
	P_61_58	P_66_55 < P_55_61 < P_66_67 < P_62_66 < P_68_62 < P_61_62 < P_61_58	61	58	47,08	0,0811	1891,36	2,52	212,0037	0,2949	0,0329	0,5885	1,47
	P_58_60	P_66_55 < P_55_61 < P_66_67 < P_62_66 < P_68_62 < P_61_62 < P_61_58 < P_58_60	58	60	107,15	0,0652	5627,32	3,89	198,0942	0,3637	0,1127	0,7012	1,32
	P_70_68		70	68	138,7	0,0092	14196,28	6,93	174,4454	0,455	0,3133	0,3133	0,49
	P_68_69	P_70_68 < P_68_69	68	69	104,59	0,0529	3507,29	4,04	196,7349	0,3696	0,0709	0,3842	1,19
	P_69_60	P_70_68 < P_68_69 < P_69_60	69	60	168,37	0,0602	14316,57	4,89	189,3791	0,4	0,3015	0,6857	1,27
82	P_58_59		58	59	111,47	0,0517	7784,99	4,18	195,4401	0,3752	0,1587	0,1587	1,17
83	P_71_69		71	69	140,27	0,0304	9007,24	5,27	186,3626	0,4117	0,1921	1,1538	0,9
	P_15_70		15	70	215,1	0,0147	21158,86	7,62	170,0157	0,4701	0,4702	0,4702	0,63
	P_70_71	P_15_70 < P_70_71	70	71	104,95	0,0241	4295,61	4,86	189,6578	0,3989	0,0903	0,5605	0,8
	P_72_71		72	71	214,53	0,0183	18119,97	7,24	172,4625	0,4618	0,4012	0,4012	0,7
84	P_89_77		89	77	114,91	0,0107	8968,45	6,13	179,9544	0,4356	0,1954	1,8507	0,53
	P_77_99		77	99	214,5	0,0098	20276,83	8,37	165,5599	0,4849	0,4525	0,4525	0,51
	P_15_164		15	164	55,92	0,0501	2630,61	3,05	206,2561	0,3254	0,0491	0,0491	1,15
	P_15_165		15	165	188,53	0,0266	17512,93	6,24	179,1387	0,4385	0,3824	0,3824	0,84

**Tabela 14. Planilhas de Cálculos Hidrológicos para período de retorno de 10 anos**

COD. AREA	NUM TRECHO	TRECHOS ACUMULADOS	PONTO 1	PONTO 2	COMP TRECHO (m)	DECLIVI. (m/m)	AREA TRECHO (m2)	TC KERBY	I KERBY (mm)	COEF KERBY	VAZAO KERBY (m3/s)	VAZAO ACUM. (m3/s)	VAZAO RUA (m3/s)
	P 72 15	P 15 164 < P 15 165 < P 72 15	72	15	111,25	0,016	6424,11	5,49	184,6303	0,4183	0,1379	0,5694	0,65
	P 73 72	P 15 164 < P 15 165 < P 72 15 < P 73 72	73	72	109,51	0,0374	10306,35	4,47	192,8957	0,3858	0,2132	0,7826	1
	P 75 73	P 15 164 < P 15 165 < P 72 15 < P 73 72 < P 75 73	75	73	122,89	0,0392	10067	4,67	191,2338	0,3926	0,2101	0,9927	1,02
	P 77 75	P 15 164 < P 15 165 < P 72 15 < P 73 72 < P 75 73 < P 77 75	77	75	130,74	0,0782	10361,32	4,09	196,2599	0,3717	0,2101	1,2028	1,44
85	P 128 59		128	59	108,34	0,0468	6137,08	4,22	195,0691	0,3768	0,1254	1,4056	1,12
	P 51 49		51	49	96,85	0,0448	6450,26	4,05	196,6287	0,3701	0,1305	0,1305	1,09
	P 51 59	P 51 49 < P 51 59	51	59	133,3	0,0516	9103,84	4,55	192,2538	0,3885	0,189	0,3195	1,17
	P 67 63		67	63	55,91	0,0002	1933,45	11,08	151,5215	0,5293	0,0431	0,0431	0,07
	P 63 55	P 67 63 < P 63 55	63	55	120,92	0,0751	5446,51	3,98	197,2476	0,3674	0,1097	0,1528	1,41
	P 54 55	P 67 63 < P 63 55 < P 54 55	54	55	66,99	0,0776	1679,72	3	206,8148	0,3226	0,0312	0,184	1,44
	P 57 63		57	63	66,16	0,0907	2128,03	2,87	208,117	0,3159	0,0389	0,0389	1,55
	P 64 57		64	57	132,07	0,0454	6950,32	4,67	191,259	0,3925	0,145	0,145	1,1
	P 54 57	P 57 63 < P 64 57 < P 54 57	54	57	119,7	0,0692	5894,16	4,04	196,724	0,3697	0,1192	0,3031	1,36
	P 56 54	P 67 63 < P 63 55 < P 54 55 < P 57 63 < P 64 57 < P 54 57 < P 56 54	56	54	64,42	0,0775	5892,64	2,95	207,3726	0,3198	0,1086	0,5957	1,44
	P 57 52		57	52	55,4	0,05	1538,17	3,04	206,3788	0,3248	0,0287	0,0287	1,15
	P 52 53		52	53	136,73	0,0319	6669,32	5,15	187,3145	0,4081	0,1417	0,1417	0,92
	P 52 56	P 57 52 < P 52 53 < P 52 56	52	56	120,43	0,0872	5161,39	3,84	198,5708	0,3616	0,103	0,2734	1,52
	P 56 1	P 67 63 < P 63 55 < P 54 55 < P 57 63 < P 64 57 < P 54 57 < P 56 54 < P 57 52 < P 52 53 < P 52 56 < P 56 1	56	1	23,82	0,0739	724,76	1,87	219,5937	0,2481	0,011	0,8801	1,4
	P 59 1	P 67 63 < P 63 55 < P 54 55 < P 57 63 < P 64 57 < P 54 57 < P 56 54 < P 57 52 < P 52 53 < P 52 56 < P 56 1 < P 59 1	59	1	89,73	0,0442	4018,28	3,92	197,8097	0,3649	0,0806	0,9607	1,08
86	P 63 65		63	65	131,87	0,0052	6710,03	7,73	169,3479	0,4724	0,1492	0,1492	0,37
87	P 67 166		67	166	134,25	0,0054	9610,4	7,73	169,3696	0,4723	0,2137	0,2137	0,38
88	P 65 64		65	64	66,01	0,0103	3233,56	4,77	190,3742	0,396	0,0678	0,0678	0,52
89	P 37 159		37	159	152,49	0,0026	13012,05	9,73	158,1456	0,5087	0,291	0,291	0,26
90	P 160 159		160	159	132,9	0,0009	10423,1	11,69	148,775	0,5377	0,2318	0,2318	0,15

## 7. COMPARAÇÕES, ALTERNATIVAS, E SOLUÇÕES

### **7.1. Medidas Estruturais**

Os trechos destacados abaixo foram indicados pela Prefeitura Municipal de Piacatu como sendo prioritários. Dessa forma, para cada trecho priorizado apresentamos um croqui das redes de galerias de águas pluviais com seu respectivo pré orçamento através de planilhas de custos. Para estimativas de custo, foi necessário partir de certos pressupostos uma vez que, os quantitativos reais só poderão ser obtidos quando da confecção do projeto executivo do sistema de galerias.

Assim, foram fixados os seguintes parâmetros:

- a) Boca de lobo simples com grelha .....R\$ 2.040,00/ud.
- b) Boca de lobo dupla com grelha .....R\$ 3.120,00/ud.
- c) Poço de visita .....R\$ 5.360,00/ud.
- d) Fornecimento e assentamento de tubo de concreto 0,40 m, inclusive escavação de vala e reaterro..... R\$ 326,00/m.
- e) Fornecimento e assentamento de tubo de concreto 0,60m, inclusive escavação de vala e reaterro.....R\$ 435,00/m.
- f) Fornecimento e assentamento de tubo de concreto 0,80m, inclusive escavação de vala e reaterro.....R\$ 670,00/m.
- g) Fornecimento e assentamento de tubo de concreto 1,00m, inclusive escavação de vala e reaterro.....R\$ 893,00/m.
- h) Fornecimento e assentamento de tubo de concreto 1,20m, inclusive escavação de vala e reaterro.....R\$ 1.270,00/m.
- i) Fornecimento e assentamento de tubo de concreto 1,50m, inclusive escavação de vala e reaterro.....R\$ 1.796,00/m.

- j) Dissipador de energia em gabiões, para tubos de concreto de 1,20 metro até 1,50m de (4,50m x 2,50m), por unidade .....R\$ 31.300,00/ud.
- k) Dissipador de energia em gabiões, para tubos de concreto até 1,00 metro de diâmetro (3,00m x 2,00m), por unidade ..... R\$ 22.400,00/ud.
- l) Caixa de queda com tubo de lançamento.....R\$ 5.360,00/ud.

**Figura 16. Projeto básico de caixa de queda com tubo de lançamento**

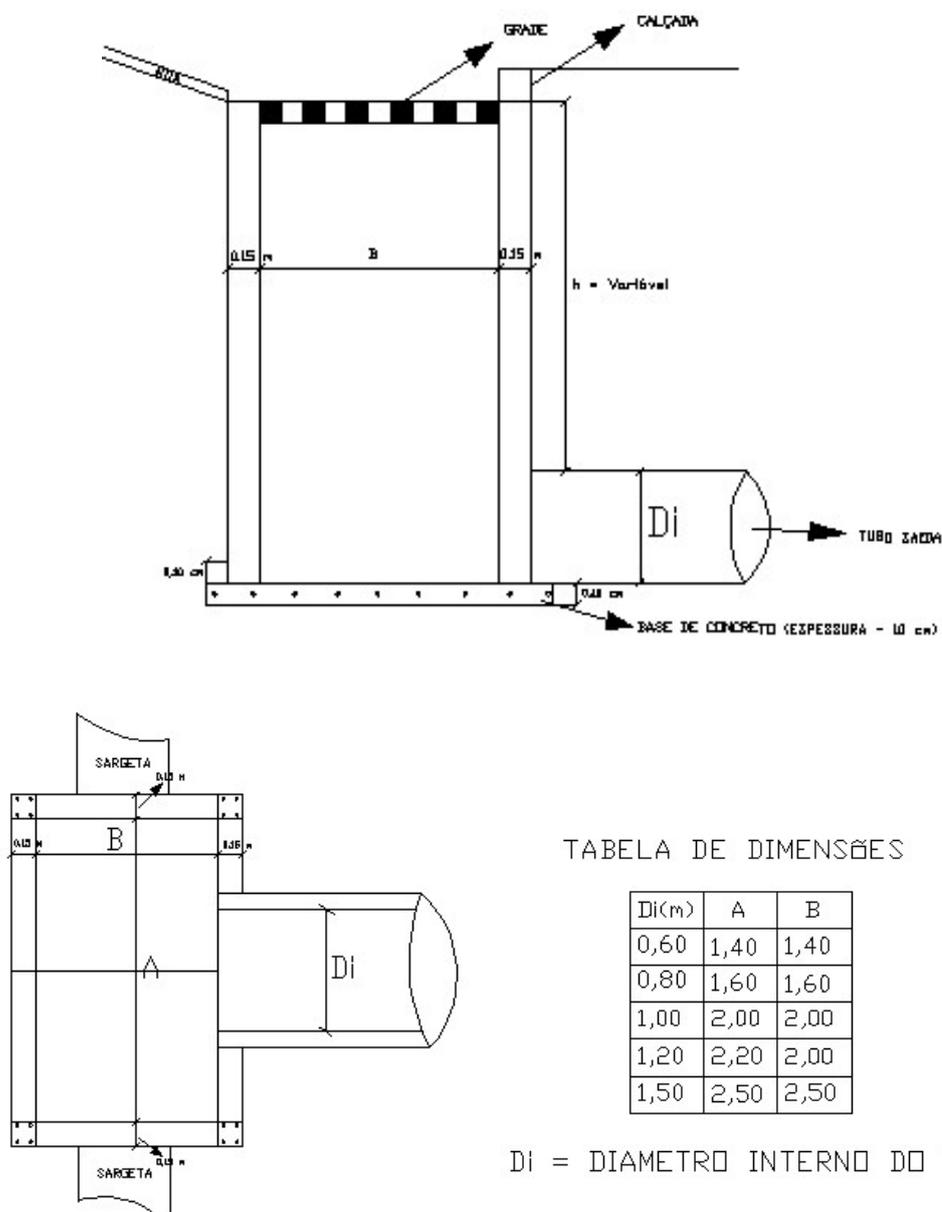
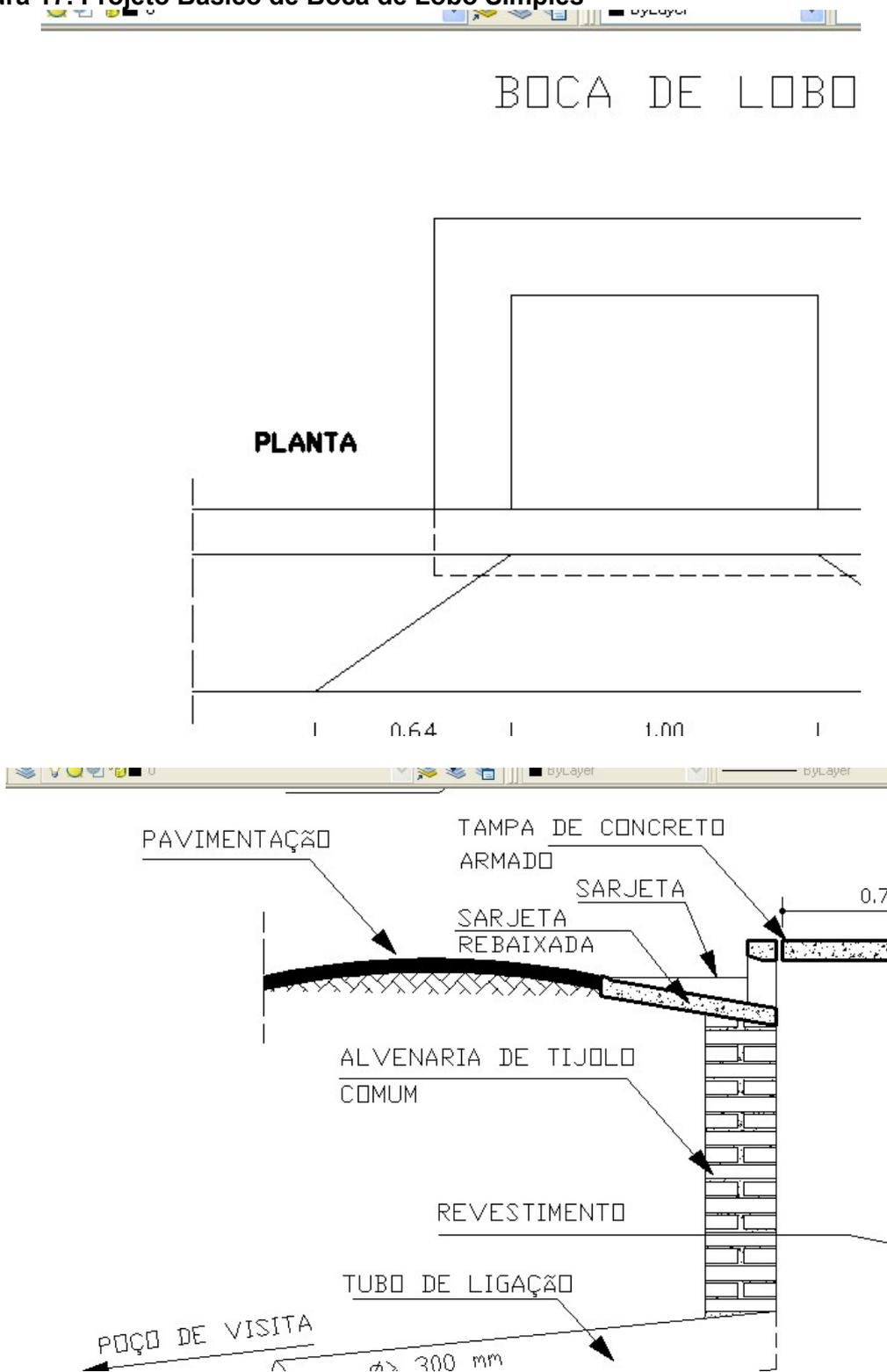


Figura 17. Projeto Básico de Boca de Lobo Simples



Os valores apresentados tem embutido um BDI (Benefícios e Despesas Indiretas) de 30%(trinta por cento) e referem-se a JULHO/2011.

## **1) Estudo de galerias de águas pluviais no Jardim Brasília e entorno.**

Foi solicitado pela um estudo de implantação de galerias de águas pluviais no bairro Jardim Brasília, considerando que esse bairro vem crescendo dia a dia, acarretando um aumento significativo na sua área de impermeabilização.

Por se tratar de um loteamento com poucos anos de existência, não existe nenhum sistema de captação de águas pluviais no local.

### **Solução:**

- 1) Construção de rede de galeria de águas pluviais na Rua Vereador Silvio Zupirolli, com inicio no cruzamento com a Rua Antonio Gomes Jardim e termino no cruzamento com a Rua Claudemiro de Mota Mendonça, devendo ser acoplada a uma rede de galerias a ser construída naquele local, conforme demonstra o Mapa 01/05.
- 2) Construção de rede de galeria de águas pluviais na Rua Miguel Murgo, com inicio no cruzamento com a Rua Antonio Gomes Jardim e termino no cruzamento com a Rua Claudemiro de Mota Mendonça, devendo ser acoplada a uma rede de galerias a ser construída naquele local, conforme explicita o Mapa 01/05.
- 3) Construção de rede de galeria de águas pluviais na Claudemiro de Mota Mendonça, com inicio no cruzamento com a Rua Vereador Antonio V. Schiavon e termino no cruzamento com a Rua Vereador Silvio Zupirolli, devendo ser acoplada a uma rede de galerias a ser construída naquele local, conforme demonstra o Mapa 01/05.
- 4) Construção de rede de galeria de águas pluviais na Rua Vereador Silvio Zupirolli, com inicio no cruzamento com a Rua Claudemiro de Mota Mendonça e termino no cruzamento com a Rua Felipe dos Santos, devendo ser acoplada a uma rede de galerias a ser construída naquele local, conforme demonstra o Mapa 01/05.

5) Construção de rede de galeria de águas pluviais na Rua Felipe dos Santos, com início no cruzamento com a Rua Vereador Silvio Zupirolli e término no cruzamento com a Avenida Dr. José Benetti, devendo ser acoplada a uma rede de galerias a ser construída naquele local, conforme demonstra o Mapa 01/05.

### Orçamento:

**Tabela 15. Discriminações dos Serviços e Custo (vide Mapa 01/05)**

Ante projeto de galerias da ruas Ver. Silvio Zupirolli, Miguel Murgo, Claudemiro de Mota Mendonça e Felipe dos Santos.				
Discriminação de Serviço	Unidade	Quantidade	Preço Unit.(R\$)	Total (R\$)
Boca de lobo simples	ud	21	2.040,00	<b>42.840,00</b>
Boca de lobo dupla	ud	4	3.120,00	<b>12.480,00</b>
Poço de visita	ud	10	5.360,00	<b>53.600,00</b>
Tubo de concreto de diâmetro 0,40 m .inclusive fornec. e instalação.	m	330	326,00	<b>107.580,00</b>
Tubo de concreto de diâmetro 0,60 m .inclusive fornec. e instalação.	m	388	435,00	<b>168.780,00</b>
Tubo de concreto de diâmetro 0,80 m .inclusive fornec. e instalação.	m	269	670,00	<b>180.230,00</b>
Tubo de concreto de diâmetro 1,00 m .inclusive fornec. e instalação.	m	121	893,00	<b>108.053,00</b>
<b>Total</b>				<b>673.563,00</b>

(Seiscentos e vinte e sete mil, duzentos e oito Reais)

### Foto 01,02 e 03.



## **2) Estudo de combate à inundação de residências na Rua Alexandre Fleming.**

A Rua Alexandre Fleming, no quarteirão entre a Avenida Nações Unidas e Avenida Antonio Marchi apresenta um ponto de cota mais baixa que a dos cruzamentos das avenidas acima citadas. Assim, quando em dias de intensas chuvas a água acumula na região de cota mais baixa ocasionando inundações das residências lindeiras.

Como solução apresentada, a Prefeitura de Piacatu instalou duas bocas de lobo nos pontos mais baixos e interligou-as com as bocas de lobo do cruzamento com a Avenida Nações Unidas.

Devido à baixa declividade foi necessária a utilização de diâmetros pequenos, o que ocasiona uma reduzida vazão. Nessas condições, a inundação das calçadas e residências se torna inevitável e, a maneira mais técnica de resolver esse problema será a retirada das águas que fluem da Avenida Antonio Marchi para o quarteirão, ficando tão somente as águas que se precipitam através das chuvas.

### **Solução:**

- 1) Construção de rede de galeria de águas pluviais na Avenida Antonio Marchi, com início no cruzamento com a Rua Felipe dos Santos e término no cruzamento com a Rua Ângelo Folini, devendo ser acoplada a uma rede de galerias existente naquele local, conforme demonstra o Mapa 02/05.
- 2) Redimensionamento da galeria da Avenida Antonio Marchi, com a construção de uma galeria de tubos de concreto de diâmetro 0,80 metros paralela à galeria existente de diâmetro 1,00 metro, entre os cruzamentos das ruas Ângelo Folini e Domingos Vidal, conforme Mapa 02/05.

- 3) Redimensionamento da galeria da Rua Domingos Vidal, com a construção de uma galeria de tubos de concreto de diâmetro 1,00 metro paralela à galeria existente de diâmetro 1,00 metro, entre os cruzamentos das Avenidas Antonio Marchi e Dr. José Benetti, conforme Mapa 02/05.
- 4) Redimensionamento da galeria da Avenida Nações Unidas, com a construção de uma galeria de tubos de concreto de diâmetro 0,80 metros paralela à galeria existente de diâmetro 0,80 metros, entre os cruzamentos das Ruas Alexandre Fleming e Angelo Folini, conforme Mapa 02/05.
- 5) Redimensionamento da galeria da Rua Ângelo Folini com a construção de uma galeria de tubos de concreto de diâmetro 0,80 metros paralela à galeria existente de diâmetro 0,80 metros, entre os cruzamentos das Avenidas Nações Unidas e Antonio Marchi, conforme Mapa 02/05.

**Orçamento:**

**Tabela 16. Discriminações dos Serviços e Custo (vide Mapa 02/05)**

<b>Ante projeto de galerias e readequação nas ruas Angelo Folini, Domingos Vidal e Avenidas Antonio Marchi e Nações Unidas.</b>				
<b>Discriminação de Serviço</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Preço Unit.(R\$)</b>	<b>Total (R\$)</b>
Boca de lobo simples	ud	13	2.040,00	<b>26.520,00</b>
Poço de visita	ud	13	5.360,00	<b>69.680,00</b>
Tubo de concreto de diâmetro 0,40 m .inclusive fornec. e instalação.	m	150	326,00	<b>48.900,00</b>
Tubo de concreto de diâmetro 0,60 m .inclusive fornec. e instalação.	m	121	435,00	<b>52.635,00</b>
Tubo de concreto de diâmetro 0,80 m .inclusive fornec. e instalação.	m	561	670,00	<b>375.870,00</b>
Tubo de concreto de diâmetro 1,00 m .inclusive fornec. e instalação.	m	348	893,00	<b>310.764,00</b>
<b>Total</b>				<b>884.369,00</b>

( Oitocentos e trinta e sete mil, quinhentos e cinquenta e um Reais)

**Foto 04 e 05.**



### **3) Estudo de combate à inundação no cruzamento da Avenida José Benetti e Rua Domingos Vidal, e adjacências.**

Em dias de intensas chuvas, informa a Prefeitura Municipal de Piacatu que a Avenida Dr. José Benetti, no seu ponto mais baixo sofre problemas de inundação, onde algumas construções posicionadas mais baixo do greide da avenida são invadidas pelas águas.

Em visita ao local do estudo, foi constatada a existência de um sistema de galerias de águas pluviais a partir do cruzamento com ramificações pela avenida Dr. José Benetti interligada à ramificação de galerias.

Entretanto pelos cálculos hidrológicos obtidos se mostrou insuficiente face o volume do caudal calculado.

A Avenida Dr. José Benetti recebe contribuições expressivas de praticamente toda a cidade através da Rua Domingos Vidal, Avenida Tiradentes, Avenida Nações Unidas, etc.

#### **Solução:**

- 1) Construção de rede de galeria de águas pluviais na Rua Felipe dos Santos com inicio no cruzamento com a Avenida Dr. José Benetti e termino no cruzamento com a Avenida dos Lavradores, devendo ser

acoplada a uma rede de galerias a ser construída naquele local, conforme demonstra o Mapa 03/05.

- 2) Construção de rede de galeria de águas pluviais na Rua Alexandre Fleming com início no cruzamento com a Avenida Zualdo Paganini e término no cruzamento com a Avenida dos Lavradores, devendo ser acoplada a uma rede de galerias a ser construída naquele local, conforme explicita o Mapa 03/05.
- 3) Construção de rede de galeria de águas pluviais na Rua Ângelo Folini com início no cruzamento com a Avenida Zualdo Paganini e término no cruzamento com a Avenida dos Lavradores, devendo ser acoplada a uma rede de galerias a ser construída naquele local, conforme demonstra o Mapa 03/05.
- 4) Construção de rede de galeria de águas pluviais na Rua Antonio Vendrame com início no cruzamento com a Avenida Dr. José Benetti e término no cruzamento com a Avenida dos Trabalhadores, devendo ser acoplada a uma rede de galerias de lançamento a ser construída naquele local, conforme explicita o Mapa 03/05.
- 5) Readequação de rede de galeria de águas pluviais, com a construção de uma linha de tubos de diâmetro 1,50 metros, paralela a linha já existente de tubos de diâmetro 1,50 metros, entre as Ruas Antonio Vendrame e Domingos Vidal, com início no cruzamento com a Avenida Dr. José Benetti e término no cruzamento com a Avenida Onofre Macedo Araripe, devendo ser acoplada a uma rede de galerias já existente naquele local, conforme mostra o Mapa 03/05.
- 6) Construção de rede de galeria de águas pluviais na Avenida Tiradentes, com início no cruzamento com a Rua Ângelo Folini e término no cruzamento com a Rua Antonio Vendrame, devendo ser acoplada a uma rede de galerias a ser construída naquele local, conforme explicita o Mapa 03/05.

7) Construção de rede de galeria de águas pluviais na Rua Antonio Vendrame, com inicio no cruzamento com a Avenida Tiradentes e termino no cruzamento com a Avenida Dr. José Benetti, devendo ser acoplada a uma rede de galerias existente nessa avenida, conforme mostra o Mapa 03/05.

**Orçamento:**

**Tabela 17. Discriminações dos Serviços e Custo (vide Mapa 03/05)**

<b>Ante projeto de galerias e lançamento da ruas Domingos Vidal, Felipe dos Santos, Alexandre Fleming, Angelo Folini, Antonio Vendrame e Avenida dos Trabalhadores.</b>				
<b>Discriminação de Serviço</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Preço Unit.(R\$)</b>	<b>Total (R\$)</b>
Boca de lobo simples	ud	62	2.040,00	<b>126.480,00</b>
Boca de lobo dupla	ud	3	3.120,00	<b>9.360,00</b>
Poço de visita	ud	28	5.360,00	<b>150.080,00</b>
Tubo de concreto de diâmetro 0,40 m .inclusive fornec. e instalação.	m	780	326,00	<b>254.280,00</b>
Tubo de concreto de diâmetro 0,60 m .inclusive fornec. e instalação.	m	704	435,00	<b>306.240,00</b>
Tubo de concreto de diâmetro 0,80 m .inclusive fornec. e instalação.	m	400	670,00	<b>268.000,00</b>
Tubo de concreto de diâmetro 1,00 m .inclusive fornec. e instalação.	m	145	893,00	<b>129.485,00</b>
Tubo de concreto de diâmetro 1,20 m .inclusive fornec. e instalação.	m	392	1.270,00	<b>497.840,00</b>
Tubo de concreto de diâmetro 1,50 m .inclusive fornec. e instalação.	m	1370	1.796,00	<b>2.460.520,00</b>
Galeria dupla de concreto pré moldada de seção quadrada, 2mx2m,inclusive fornecimento e montagem	m	182	2.961,00	<b>538.902,00</b>
Dissipador de energia para galeria pré moldada dupla 2x(2mx2m)	ud	1	56.000,00	<b>56.000,00</b>
<b>Total</b>				<b>4.568.327,00</b>

**(Quatro milhões, seiscentos e sessenta e cinco mil, oitocentos e sessenta e um Reais)**

Foto 06, 07, 08, 09, 10, 11, 12 e 13.



#### **4) Estudo de galerias de águas pluviais no loteamento Residencial Colinas e adjacências.**

Foi solicitado pela Prefeitura Municipal de Piacatu um estudo de implantação de galerias de águas pluviais no loteamento Residencial Colinas, localizado num dos pontos de maior cota dentro da malha urbana.

Por se tratar de um loteamento recente, não existe nenhum sistema de captação de águas pluviais no local.

Em dias de chuvas intensas, as águas ganham velocidade por conta de ruas com acentuada declividade fazendo com que o caudal, além de destruir o pavimento existente, invada residências e cause transtorno ao tráfego no local.

#### **Solução:**

- 1) Construção de rede de galeria de águas pluviais na Rua Projetada D, com início no cruzamento com a Rua Projetada A e término no cruzamento com a Marginal Projetada A, devendo ser acoplada a uma rede de galerias a ser construída naquele local, conforme demonstra o Mapa 04/05.
- 2) Construção de rede de galeria de águas pluviais na Rua Projetada C com início no cruzamento com a Rua Projetada A e término no cruzamento com a Marginal Projetada A, devendo ser acoplada a uma rede de galerias a ser construída naquele local, conforme explicita o Mapa 04/05.
- 3) Construção de rede de galeria de águas pluviais na Rua da Saudade com início no cruzamento com a Avenida Nações Unidas e término no cruzamento com a Marginal Projetada A, devendo ser acoplada a uma rede de galerias a ser construída naquele local, conforme demonstra o Mapa 04/05.
- 4) Construção de rede de galeria de águas pluviais na Marginal Projetada A com início no cruzamento com a Rua Projetada D e término no

cruzamento com a Rua da Saudade, devendo ser acoplada a uma rede de galerias existente naquele local, conforme explicita o Mapa 04/05.

**Orçamento:**

**Tabela 18. Discriminações dos Serviços e Custo (vide Mapa 04/05)**

<b>Ante projeto de galerias da ruas Projetada D, Rua Projetada C, Marginal Projetada A e Rua da Saudade.</b>				
<b>Discriminação de Serviço</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Preço Unit.(R\$)</b>	<b>Total (R\$)</b>
Boca de lobo simples	ud	24	2.040,00	<b>48.960,00</b>
Boca de lobo dupla	ud	4	3.120,00	<b>12.480,00</b>
Poço de visita	ud	16	5.360,00	<b>85.760,00</b>
Tubo de concreto de diâmetro 0,40 m .inclusive fornec. e instalação.	m	330	326,00	<b>107.580,00</b>
Tubo de concreto de diâmetro 0,60 m .inclusive fornec. e instalação.	m	352	435,00	<b>153.120,00</b>
Tubo de concreto de diâmetro 0,80 m .inclusive fornec. e instalação.	m	199	670,00	<b>133.330,00</b>
Tubo de concreto de diâmetro 1,00 m .inclusive fornec. e instalação.	m	127	893,00	<b>113.411,00</b>
<b>Total</b>				<b>654.641,00</b>

(Seiscentos e dezessete mil, quinhentos e cinquenta e seis Reais)

**Foto 14 e 15.**



**5) Estudo de combate à inundação de residência no cruzamento da Avenida Tiradentes e Rua Mario Brigatti.**

Um ponto bastante problemático da cidade de Piacatu está no cruzamento da Avenida Tiradentes e Rua Mario Brigatti, apontados pela Prefeitura local como uma área de inundações de residências lindeiras ao encontro das avenidas.

Em dias chuvosos, em face de não existência de sistemas de captação e drenagem pluvial, esses caudais se deslocam superficialmente. Como na região, as declividades são altas, as águas ganham uma velocidade vertiginosa, saído da caixa do leito carroçável invadindo as casas, bem como, destruindo a pavimentação ali existente.

**Solução:**

- 1) Construção de rede de galeria de águas pluviais na Rua Mario Brigatti, com início no cruzamento com a Avenida Nações Unidas e término no cruzamento com a Avenida Tiradentes, devendo ser acoplada a uma rede de galerias a ser construída naquele local, conforme demonstra o Mapa 05/05.
- 2) Construção de rede de galeria de águas pluviais na Rua Severino Perina, com início no cruzamento com a Avenida Roque Brambilla e término no cruzamento com a Avenida Nações Unidas, devendo ser acoplada a uma rede de galerias a ser construída naquele local, conforme mostra o Mapa 05/05.
- 3) Construção de rede de galeria de águas pluviais na Avenida Nações Unidas, com início no cruzamento com a Rua Severino Perina e término no cruzamento com a Rua Gumercindo Fagundes de Souza, devendo ser acoplada a uma rede de galerias já existente naquele local, conforme demonstra o Mapa 05/05.
- 4) Construção de rede de galeria de águas pluviais na Avenida Tiradentes, com início no cruzamento com a Rua Mario Brigatti e término no cruzamento com a Rua Domingos Vidal, devendo ser acoplada a uma rede de galerias já existente naquele local, conforme explicita o Mapa 05/05.
- 5) Readequação de rede de galeria de águas pluviais, com a construção de uma linha de tubos de diâmetro 1,00 metros, paralela a linha já existente de tubos de diâmetro 1,00 metros, na Avenida Dr. José Benetti, com

inicio na Rua Severino Perina e termino no cruzamento com a Rua Domingos Vidal, devendo ser acoplada a uma rede de galerias já existente naquele local, conforme mostra o Mapa 05/05.

**Orçamento:**

**Tabela 19. Discriminações dos Serviços e Custo (vide Mapa 05/05)**

<b>Ante projeto de galerias da ruas Mario Brigatti e Severino Perina e avenida Tiradentes, avenida Nações Unidas e avenida Dr. José Benetti</b>				
<b>Discriminação de Serviço</b>	<b>Unidade</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Preço Unit.(R\$)</b>	<b>Total (R\$)</b>
Boca de lobo simples	ud	31	2.040,00	<b>63.240,00</b>
Boca de lobo dupla	ud	1	3.120,00	<b>3.120,00</b>
Poço de visita	ud	18	5.360,00	<b>96.480,00</b>
Tubo de concreto de diâmetro 0,40 m .inclusive fornec. e instalação.	m	472	326,00	<b>153.872,00</b>
Tubo de concreto de diâmetro 0,60 m .inclusive fornec. e instalação.	m	129	435,00	<b>56.115,00</b>
Tubo de concreto de diâmetro 0,80 m .inclusive fornec. e instalação.	m	567	670,00	<b>379.890,00</b>
Tubo de concreto de diâmetro 1,00 m .inclusive fornec. e instalação.	m	614	893,00	<b>548.302,00</b>
Tubo de concreto de diâmetro 1,20 m .inclusive fornec. e instalação.	m	105	1.270,00	<b>133.350,00</b>
<b>Total</b>				<b>1.434.369,00</b>

(Um milhão, quatrocentos e vinte e sete mil, novecentos e noventa e seis Reais)

**Foto 16, 17 e 18.**



## **7.2. Medidas Não Estruturais**

### **7.2.1. Criação de Legislação**

A aceitação por parte da população para a implantação de medidas estruturais de contenção ou retardamento das águas de chuvas no lote, torna-se difícil em face do desconhecimento e da importância de tal medida, da dificuldade da população em geral de diferenciar esgoto sanitário de águas pluviais, principalmente o conhecimento do sistema separador absoluto.

A implementação de tais medidas por parte do poder público, em especial as prefeituras municipais, tem encontrado dificuldades em conscientizar a população através de programas educacionais. Diante deste quadro, o único recurso que resta ao poder público, é através de legislação específica, inclusive com penalizações pecuniárias à aqueles que não a respeitarem.

Exemplos destas medidas são a prefeitura municipal de Guarulhos, que através da Lei 5617 de 9 de novembro de 2000, torna obrigatório a construção de piscinão para áreas acima de 10.000m<sup>2</sup>. Para a detenção em lotes, isto é, os mini piscinões, ou micro reservatórios, os microreservatórios deverão ter a finalidade de retenção ou de reuso da água de chuva, e devem seguir os parâmetros relacionados com o tamanho do lote:

Área do Lote = 125,00m<sup>2</sup>, volume de reservação = 500 litros

Área do Lote = 250,00m<sup>2</sup>, volume de reservação = 1000 litros

Área do Lote = 300,00m<sup>2</sup>, volume de reservação = 1500 litros

Área do Lote = 500,00m<sup>2</sup>, volume de reservação = 2500 litros

Área do Lote = 600,00m<sup>2</sup>, volume de reservação = 3500 litros

Lotes acima de 600,00m<sup>2</sup> terão reservatórios de detenção ou retenção com dimensionamento de volume de 6 (seis) litros por metro quadrado de área do lote.

Entre outras exigências, a lei municipal de Guarulhos, exige que deverá existir um vertedor de emergência, os reservatórios não poderão ser construídos sob áreas edificadas.

Para obtenção da estimativa de um reservatório de retenção, a Prefeitura de Guarulhos adotou o método de Baker:

$$V_s = Q_d \times t_d (1 - Q_a/Q_d)$$

onde:

$V_s$  = volume do reservatório na unidade

$Q_d$  = pico de vazão após a ocupação da unidade

$Q_a$  = pico da vazão antes da ocupação da unidade

$t_d$  = tempo de pico da vazão após o desenvolvimento, igual ao tempo de concentração.

O município de São Paulo, através da Lei 13.276 de 4 de janeiro de 2002, torna obrigatório a construção de reservatórios para as águas de chuvas coletadas por coberturas e pavimentos dos lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500,00m<sup>2</sup>.

Diferentemente da lei do município de Guarulhos, que pré dimensiona o tamanho do micro reservatório, a lei da capital de São Paulo, a capacidade do reservatório deverá ser calculado com base na seguinte equação:

$$V = 0,15 \times A_i \times IP \times t$$

onde:

$V$  = volume do reservatório (m<sup>3</sup>)

$A_i$  = área impermeabilizada (m<sup>2</sup>)

$IP$  = índice pluviométrico igual a 0,06 m/h

$t$  = tempo de duração da chuva igual a uma hora.

Na regulamentação da Lei 13.276 do Município de São Paulo, as exigências da citada lei, tornou-se obrigatório não só para as construções novas, tornou-se

obrigatório também nas reformas, ampliações ou regularização das construções existentes.

Nos estacionamentos em geral e pátios de manobras (das indústrias), é obrigatória a construção de pavimento permeáveis ou a construção de micro reservatórios, seguindo as exigências da referida Lei.

As águas pluviais captadas deverão preferencialmente infiltrar-se no solo, desde que não comprometa a estabilidade das construções do lote ou dos lotes vizinhos.

### **7.2.2.Gestão de drenagem urbana**

A grande maioria das cidades não tem definido uma entidade para controle e desenvolvimento da drenagem urbana. São poucas as cidade que possuem um departamento especializado. A drenagem pluvial apresenta várias interfaces gerenciais com: Planejamento Urbano, abastecimento de água, Esgotamento sanitário, Limpeza urbana, transporte e Meio ambiente.

Os planos têm sido realizados setorialmente como o de esgotamento sanitário e o de resíduo sólido. É essencial que as interfaces entre os mesmos sejam bem definidas, quando não forem desenvolvidos de forma integrada.

Como ações gerenciais recomenda-se o seguinte:

- A definição clara dentro da administração municipal sobre o escoamento pluvial;
- Plano de Ações de cada bacia seja desenvolvido com a participação efetiva dos órgãos que possuam atribuição com esgotamento sanitário e resíduo sólido. É importante que a limpeza das estruturas de drenagem tenham uma definição de atribuição;

- Programa de Manutenção das obras implementadas: considerando que as detenções distribuídas pela cidade serão locais de retenção de material sólido e podem ter interferência ambiental, recomenda-se que seja criado um grupo gerencial interdepartamental que será responsável pelas ações de: manutenção e recuperação.
- Aprovação de projetos: A avaliação dos projetos de drenagem deve ser executada por profissionais treinados dentro de nova concepção de controle da drenagem, possuindo capacidade de orientar soluções para os projetistas nesta fase de implantação do Plano;
- Fiscalização: A fiscalização também depende de profissionais treinados. Esta parte do processo é essencial para viabilizar a regulamentação na cidade.
- Educação: A educação deve ser vista dentro do seguinte: (a) formação de profissionais da entidade e de projetistas; (b) formação de projetistas de obra em geral: arquitetos e engenheiros; (c) divulgação a população essencial para o entendimento e apoio das medidas que atuam em drenagem urbana.

### **7.2.3. Programas**

Os programas são os estudos complementares de médio e longo prazo que são recomendados no Plano visando melhorar as deficiências encontradas na elaboração do Plano desenvolvido. Os programas podem ser:

- Programa de monitoramento;
- Estudos complementares necessários ao aprimoramento do Plano;
- Manutenção;
- Fiscalização;

### **7.2.3.1. Monitoramento**

O planejamento do controle quantitativo e qualitativo da drenagem urbana passa pelo conhecimento do comportamento dos processos relacionados com a drenagem pluvial. A quantidade de dados hidrológicos e ambientais é reduzida e o planejamento nesta etapa é realizado com base em informações secundárias, o que tende a apresentar maiores incertezas quanto a tomada de decisão na escolha de alternativas.

Este programa busca disponibilizar informações para a gestão do desenvolvimento urbano, articulando produtores e usuários e estabelecendo critérios que garantam a qualidade das informações produzidas.

O programa de monitoramento pode possuir os seguintes componentes:

- Monitoramento de bacias representativas da cidade;
- Avaliação e Monitoramento das áreas impermeáveis;
- Monitoramento de material sólido na drenagem;
- Completar o cadastro da drenagem da cidade.

#### **a) Monitoramento de bacias representativas da cidade:**

Na cidade geralmente existem poucos dados hidrológicos. É necessário conhecer a variabilidade da precipitação na cidade, podem existir diferenças na tendência de precipitação em algumas áreas da cidade.

Para determinação das vazões nas bacias urbanas são utilizados modelos hidrológicos que possuem parâmetros que são estimados com base em dados observados de precipitação e vazão ou estimados através de informações de literatura.

Os estudos geralmente utilizados no Plano estimam estes parâmetros com base em dados de outras regiões. Nas cidades geralmente não existem dados de qualidade da água dos pluviais. Estas informações são importantes para conhecer o nível de poluição resultante deste escoamento, as cargas dos diferentes componentes, visando estabelecer medidas de controle adequadas.

Os objetivos do programa são de aumentar a informação de precipitação, vazão, parâmetros de qualidade da água de algumas bacias representativas do desenvolvimento urbano e acompanhar qualquer alteração do seu comportamento frente ao planejamento previsto.

Para o desenvolvimento deste programa pode-se utilizar a seguinte seqüência metodológica :

- Levantamento de variáveis hidrológicas e de parâmetros de qualidade da água;
- Para os mesmos locais identificar os principais indicadores de ocupação urbana para os mesmos períodos dos dados coletados;
- Preparar um plano de complementação da rede existente;
- Criar um banco de dados para receber as informações existentes e coletadas;
- Implementar a rede prevista e torná-la operacional.

#### **b) Avaliação e monitoramento de áreas impermeáveis:**

O desenvolvimento urbano da cidade é dinâmico, o monitoramento da densificação urbana é importante para avaliar o impacto sobre a infra-estrutura da cidade.

Em estudos hidrológicos desenvolvidos nos últimos anos com dados de cidades brasileiras, incluindo São Paulo, Curitiba e Porto Alegre Campana e

Tucci (1994) apresentaram uma relação bem definida entre a densificação urbana e as áreas impermeáveis.

Portanto, o aumento da densificação tem relação direta com o aumento da impermeabilização do solo, que é a causa principal do aumento das vazões da drenagem pluvial.

Durante a realização do Plano é necessário fazer algumas adaptações das relações obtidas devido ao relevo muito acidentado da cidade, no entanto estas adaptações necessitam de verificação.

Além disso, dentro do planejamento foram previstos cenários futuros de desenvolvimento. Considerando que estes cenários podem se afastar da previsão é necessário acompanhar a alteração efetiva da impermeabilização nas bacias planejadas.

O objetivo é o de avaliar as relações de densidade habitacional e área impermeável da cidade e acompanhar a variação das áreas impermeáveis das bacias hidrográficas verificando alterações das condições de planejamento.

Este programa pode ser estabelecido com base no seguinte:

- Utilizando dados de campo e imagens estabelecer a relação de densidade habitacional e área impermeável para a cidade;
- Anualmente determinar para cada uma das bacias da cidade as áreas impermeáveis;
- Verificar se estão dentro dos cenários previstos no Plano;
- Sempre que houver novos levantamentos populacionais, atualizar a relação densidade x área impermeável. Ajustar esta relação para áreas comerciais e industriais.

### **c) Monitoramento de resíduos sólidos na drenagem:**

Existem grandes incertezas quanto à quantidade de material sólido que chega ao sistema de drenagem. A avaliação destas informações é muito limitada no Brasil.

Geralmente, é conhecido a quantidade de material sólido coletado em cada área de coleta, mas não se conhece quanto efetivamente chega à drenagem. Os números podem chegar a diferenças de magnitude significativas.

Os estudos de drenagem urbana partem do princípios que um conduto tem capacidade de transportar a vazão que chega no seu trecho de montante e não é possível estimar quanto deste conduto estará entupido em função da produção de material sólido.

Desta forma, muitos alagamentos que ocorrem são devidos, não à falta de capacidade projetada do conduto hidráulico, mas por causa de obstruções provocadas pelo material sólido.

Para que seja possível atuar sobre este problema é necessário conhecer melhor como os componentes da produção e transporte deste material ocorrem em bacias urbanas.

O objetivo é de quantificar a quantidade de material sólido que chega à drenagem pluvial, como base para implantação de medidas mitigadoras. Para quantificar os componentes que envolvem a produção e transporte do material sólido é necessário definir uma ou mais áreas de amostra.

A metodologia prevista é a seguinte:

- Definir as metas de um programa de estimativa dos componentes do processo de geração e transporte de material sólido para a drenagem;

- Escolher uma ou mais áreas representativas para amostragem;
- Definir os componentes;
- Quantificar os componentes para as áreas amostradas por um período suficientemente representativo;
- Propor medidas mitigadoras para a redução dos entupimentos

#### **d) Completar o cadastro do sistema de drenagem:**

O sistema de drenagem em geral não é totalmente cadastrado. Além disso, é necessário estabelecer um sistema de banco de dados que atualize todas as alterações que são realizadas na cidade, caso contrário a cada período de 2-4 anos são necessários outros levantamentos para atualização.

O erro existente pode comprometer o dimensionamento das obras e o estudo de alternativas. Na fase de projeto, é essencial que o cadastro esteja adequadamente determinado.

O objetivo é o de levantar o cadastro de condutos pluviais da cidade e manter um banco de dados atualizado.

A metodologia consiste no seguinte:

- Levantamento do cadastro das áreas ainda sem as informações;
- Atualização do banco de dados;
- Estabelecer procedimentos administrativos para atualização do cadastro a cada nova obra executada na cidade.

#### **7.2.3.2. Estudos complementares**

Durante os estudos não foram identificadas necessidades complementares para aprimoramento do planejamento da drenagem urbana na cidade.

Estes estudos buscam criar informações para a melhoria do futuro planejamento e projeto das águas pluviais na cidade.

Os estudos destacados são os seguintes:

- Revisão dos parâmetros hidrológicos;
- Metodologia para estimativa da qualidade da água pluvial;
- Dispositivos para retenção do material sólido nas detenções;
- Verificação das condições de projeto dos dispositivos de controle da fonte

#### **a) Revisão dos parâmetros hidrológicos:**

O planejamento e o projeto das áreas estudadas geralmente utilizam o modelo SCS (Soil Conservation Service), que possui dois parâmetros básicos relacionados com a separação do escoamento e áreas impermeáveis e com o deslocamento do escoamento na bacia. Estes parâmetros que caracterizam a vazão máxima de um determinado local em função das características físicas do solo, cobertura e áreas impermeáveis.

A estimativa destes parâmetros são realizadas com base em dados existentes e limitados. Com a coleta de dados hidrológicos das bacias previstos no programa de monitoramento e aqueles que são implementados em programas recentes, será possível verificar a relação entre os parâmetros e as características das bacias, reduzindo as incertezas das estimativas.

O objetivo deste estudo é o de atualizar a relação entre os parâmetros do modelo utilizado e os tipos de solo, cobertura, características da drenagem e área impermeável.

As etapas da metodologia previstas são:

- Seleção dos eventos das bacias com dados disponíveis na cidade e do programa de monitoramento previsto;
- Determinação para a mesma época das características físicas da bacia;

- Determinação dos parâmetros com base nos dados observados de precipitação e vazão;
- Verificação das relações existentes e sua adaptação, caso seja necessário.

#### **b) Metodologia para estimativa da qualidade da água pluvial:**

Não existe nenhuma metodologia de estimativa desenvolvida para a estimativa da qualidade de água pluvial com base em dados da realidade urbana brasileira.

As estimativas são realizadas com base em dados de parâmetros de qualidade da água de cidades americanas ou européias com realidade de desenvolvimento diferente dos condicionantes brasileiros.

Considerando as limitações destacadas no item anterior, observa-se para se possa obter estimativas consistentes da qualidade da água da drenagem pluvial são necessários métodos que se baseiem em dados da realidade das bacias da cidade, dentro dos seus condicionantes urbanos.

Desenvolver metodologia para a estimativa da qualidade de água pluvial com base em dados de bacias. Os dados seriam os obtidos dentro do programa de monitoramento destacado no item anterior.

A metodologia proposta consiste no seguinte:

- Análise e seleção dos dados de qualidade da água monitorados segundo programa do item anterior e outros obtidos dentro da cidade;
- Avaliação da variabilidade temporal e espacial dos parâmetros de qualidade da água associados as práticas de limpeza urbana, sistema de saneamento e outros fatores que influenciam os parâmetros;
- Definição de modelo e metodologia adequada para a estimativa em diferentes níveis da qualidade da água.

### **c) Verificação dos dispositivos de controle:**

Na literatura existem vários dispositivos de controle. A experiência de funcionamento destes dispositivos foi documentada em vários países. No entanto é necessário o desenvolvimento de experiência local. Estes elementos podem apresentar variações de comportamento de acordo com as características de uso, produção de material sólido, clima, entre outros fatores.

Na busca de maior eficiência quantitativa e ambiental do funcionamento dos dispositivos de controle da drenagem urbana é necessário que uma amostra dos mesmos sejam avaliados ao longo do tempo, para identificar o seu funcionamento e as correções potenciais de futuros projetos.

Os objetivos são de avaliar o funcionamento dos dispositivos de controle implantados na cidade com o advento deste Plano.

As etapas da metodologia propostas são:

- Cadastrar todos os dispositivos de controle tais como: pavimento permeáveis, detenções e retenções e áreas de infiltração. Para este cadastro devem ser definidas as informações básicas para um banco de dados;
- Por amostragem dos dispositivos existentes e pelo acompanhamento dos profissionais de fiscalização da Prefeitura, realizar anualmente uma avaliação da eficiência dos dispositivos. Neste caso, serão definidos os critérios de avaliação e os elementos a serem obtidos dos dispositivos selecionados.
- Com base, em pelo uma amostra representativa e funcionamento de um período de 3 a 5 anos, serão preparadas recomendações com relação a construção dos dispositivos. Estas avaliações devem ser mantidas por

um período que o projeto identifique que foram esgotados os aprimoramentos.

### **7.2.3.3. Programa de manutenção**

O programa de manutenção é essencial para permitir que as obras previstas tornem-se efetivas ao longo do tempo. Neste sentido, como recomendado no capítulo anterior, a prefeitura deveria criar um grupo gerencial e manutenção das detenções construídas dentro das seguintes visões:

- Drenagem urbana;
- Controle dos resíduos sólidos;
- Proteção ambiental;
- Paisagismo e recreação urbana.

Ao longo tempo serão também construídas detenções privadas, que neste caso serão operadas pelos seus proprietários, mas a experiência dos Estados Unidos e França tem mostrado que com o passar do tempo o empreendedor privado não faz a manutenção e a tendência é que o poder público faça. Nesta situação, o custo é pago pelo empreendedor com o aumento da taxa operacional.

A falta de manutenção e retirada de material sólido das detenções pode implicar em: perda da eficiência, propagar doenças e deterioração ambiental.

O objetivo é de manter o sistema de drenagem operando de acordo com sua capacidade projetada ao longo do tempo.

A metodologia pode ser a seguinte:

- Criar um grupo gerencial para manutenção dos sistemas em construção no município;
- Treinar equipe de manutenção;

- Estabelecer programa preventivo de apoio relacionado com resíduos sólidos, com apoio comunitário;
- Programação das ações de limpeza das detenções nos períodos chuvosos;
- Sistematizar a quantificação do volume gerado e sua relação com programas preventivos.

#### **7.2.3.4. Programa de educação**

##### **a) Educação técnica e da população:**

A falta de conhecimento quanto aos impactos da urbanização na drenagem é muito grande, tanto no ambiente técnico como na população em geral. Isto dificulta a tomada de decisão num ambiente como a da cidade, onde a população participa diretamente das decisões de investimento da cidade. Além disso, os próprios profissionais de drenagem urbana necessitam de atualizar para implementação das medidas previstas no Plano.

A viabilização deste Plano depende de aceitação por parte da população e técnicos, independentemente da regulamentação. Portanto, é necessário que todos tenham as informações adequadas para que a gestão seja viável.

Os objetivos são de:

- Transmitir conceitos sobre o impacto da urbanização na drenagem urbana para população, engenheiros e arquitetos;
- Treinar técnicos da prefeitura e da iniciativa privada no projeto de técnicas de controle da drenagem urbana.
- Os procedimentos podem ser Campanha de divulgação para a população através da mídia impressa e televisão;
- Palestras nas entidades de classe - arquitetos, engenheiros, construtores, etc;
- Palestras nas assembléias do orçamento participativo;

- Cursos de treinamento de curta duração para projetistas e técnicos da prefeitura sobre drenagem urbana.

### 7.3. Priorização de Ações

A simulação de priorização das ações baseia-se em uma visão realista, com identificação entre as ações propostas no capítulo de comparações, soluções e alternativas.

Medidas Estruturais						
Problemas Identificados	Ações	Prioridades				
		Curto			Médio	Longo
		2012	2013	2014	até 2017	até 2022
Estudo de galerias de águas pluviais no Jardim Brasília e entorno	Construção de rede de galeria de águas pluviais na Rua Vereador Silvio Zupirolli, com início no cruzamento com a Rua Antonio Gomes Jardim e término no cruzamento com a Rua Claudemiro de Mota Mendonça, devendo ser acoplada a uma rede de galerias a ser construída naquele local					
	Construção de rede de galeria de águas pluviais na Rua Miguel Murgo, com início no cruzamento com a Rua Antonio Gomes Jardim e término no cruzamento com a Rua Claudemiro de Mota Mendonça, devendo ser acoplada a uma rede de galerias a ser construída naquele local					
	Construção de rede de galeria de águas pluviais na Claudemiro de Mota Mendonça, com início no cruzamento com a Rua Vereador Antonio V. Schiavon e término no cruzamento com a Rua Vereador Silvio Zupirolli, devendo ser acoplada a uma rede de galerias a ser construída naquele local					
	Construção de rede de galeria de águas pluviais na Rua Vereador Silvio Zupirolli, com início no cruzamento com a Rua Claudemiro de Mota Mendonça e término no cruzamento com a Rua Felipe dos Santos, devendo ser acoplada a uma rede de galerias a ser construída naquele local					

	Construção de rede de galeria de águas pluviais na Rua Felipe dos Santos, com início no cruzamento com a Rua Vereador Silvio Zupirolli e término no cruzamento com a Avenida Dr. José Benetti, devendo ser acoplada a uma rede de galerias a ser construída naquele local.					
	Construção de rede de galeria de águas pluviais na Avenida Antonio Marchi, com início no cruzamento com a Rua Felipe dos Santos e término no cruzamento com a Rua Ângelo Folini, devendo ser acoplada a uma rede de galerias existente naquele local.					
	Redimensionamento da galeria da Avenida Antonio Marchi, com a construção de uma galeria de tubos de concreto paralela à galeria existente, entre os cruzamentos das ruas Ângelo Folini e Domingos Vidal.					
	Redimensionamento da galeria da Rua Domingos Vidal, com a construção de uma galeria de tubos de concreto paralela à galeria existente, entre os cruzamentos das Avenidas Antonio Marchi e Dr. José Benetti.					
	Redimensionamento da galeria da Avenida Nações Unidas, com a construção de uma galeria de tubos de concreto paralela à galeria existente, entre os cruzamentos das Ruas Alexandre Fleming e Angelo Folini.					
	Redimensionamento da galeria da Rua Ângelo Folini com a construção de uma galeria de tubos de concreto paralela à galeria existente, entre os cruzamentos das Avenidas Nações Unidas e Antonio Marchi.					
Estudo de combate à inundação no cruzamento da Avenida José Benetti e Rua Domingos Vidal, e adjacências.	Construção de rede de galeria de águas pluviais na Rua Felipe dos Santos com início no cruzamento com a Avenida Dr. José Benetti e término no cruzamento com a Avenida dos Lavradores, devendo ser acoplada a uma rede de galerias a ser construída naquele local.					

	<p>Construção de rede de galeria de águas pluviais na Rua Alexandre Fleming com inicio no cruzamento com a Avenida Zualdo Paganini e termino no cruzamento com a Avenida dos Lavradores, devendo ser acoplada a uma rede de galerias a ser construída naquele local.</p>					
	<p>Construção de rede de galeria de águas pluviais na Rua Ângelo Folini com inicio no cruzamento com a Avenida Zualdo Paganini e termino no cruzamento com a Avenida dos Lavradores, devendo ser acoplada a uma rede de galerias a ser construída naquele local.</p>					
	<p>Construção de rede de galeria de águas pluviais na Rua Antonio Vendrame com inicio no cruzamento com a Avenida Dr. José Benetti e termino no cruzamento com a Avenida dos Trabalhadores, devendo ser acoplada a uma rede de galerias de lançamento a ser construída naquele local.</p>					
	<p>Readequação de rede de galeria de águas pluviais, com a construção de uma linha de tubos, paralela a linha já, entre as Ruas Antonio Vendrame e Domingos Vidal, com inicio no cruzamento com a Avenida Dr. José Benetti e termino no cruzamento com a Avenida Onofre Macedo Araripe, devendo ser acoplada a uma rede de galerias já existente naquele local.</p>					
	<p>Construção de rede de galeria de águas pluviais na Avenida Tiradentes, com inicio no cruzamento com a Rua Ângelo Folini e termino no cruzamento com a Rua Antonio Vendrame, devendo ser acoplada a uma rede de galerias a ser construída naquele local.</p>					
	<p>Construção de rede de galeria de águas pluviais na Rua Antonio Vendrame, com inicio no cruzamento com a Avenida Tiradentes e termino no cruzamento com a Avenida Dr. José Benetti, devendo ser acoplada a uma rede de galerias existente nessa avenida.</p>					

Estudo de galerias de águas pluviais no loteamento Residencial Colinas e adjacências.	Construção de rede de galeria de águas pluviais na Rua Projetada D, com início no cruzamento com a Rua Projetada A e término no cruzamento com a Marginal Projetada A, devendo ser acoplada a uma rede de galerias a ser construída naquele local.					
	Construção de rede de galeria de águas pluviais na Rua Projetada C com início no cruzamento com a Rua Projetada A e término no cruzamento com a Marginal Projetada A, devendo ser acoplada a uma rede de galerias a ser construída naquele local.					
	Construção de rede de galeria de águas pluviais na Rua da Saudade com início no cruzamento com a Avenida Nações Unidas e término no cruzamento com a Marginal Projetada A, devendo ser acoplada a uma rede de galerias a ser construída naquele local.					
	Construção de rede de galeria de águas pluviais na Marginal Projetada A com início no cruzamento com a Rua Projetada D e término no cruzamento com a Rua da Saudade, devendo ser acoplada a uma rede de galerias existente naquele local.					
Estudo de combate à inundação de residência no cruzamento da Avenida Tiradentes e Rua Mario Brigatti.	Construção de rede de galeria de águas pluviais na Rua Mario Brigatti, com início no cruzamento com a Avenida Nações Unidas e término no cruzamento com a Avenida Tiradentes, devendo ser acoplada a uma rede de galerias a ser construída naquele local.					
	Construção de rede de galeria de águas pluviais na Rua Severino Perina, com início no cruzamento com a Avenida Roque Brambilla e término no cruzamento com a Avenida Nações Unidas, devendo ser acoplada a uma rede de galerias a ser construída naquele local.					
	Construção de rede de galeria de águas pluviais na Avenida Nações Unidas, com início no cruzamento com a Rua Severino Perina e término no cruzamento com a Rua Gumercindo Fagundes de Souza, devendo ser acoplada a uma rede de galerias já existente naquele local.					

	Construção de rede de galeria de águas pluviais na Avenida Tiradentes, com início no cruzamento com a Rua Mario Brigatti e término no cruzamento com a Rua Domingos Vidal, devendo ser acoplada a uma rede de galerias já existente naquele local.					
	Readequação de rede de galeria de águas pluviais, com a construção de uma linha de tubos, paralela a linha já existente, na Avenida Dr. José Benetti, com início na Rua Severino Perina e término no cruzamento com a Rua Domingos Vidal, devendo ser acoplada a uma rede de galerias já existente naquele local.					

Medidas Não Estruturais						
Problemas Identificados	Ações	Prioridades				
		Curto			Médio	Longo
		2012	2013	2014	até 2017	até 2022
1º Área Impermeabilizada em residências	1) Criação de Legislação Especifica					
2º Planejamento de Drenagem	1) Criação de setor de Gestão da Drenagem					
	2) Implantação de Programas					
	3) Estudos Complementares					
3º Inexistência de Áreas de Controle	1) Implantação de Pavimentos Permeáveis					

## **8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

---

Com os estudos realizados, foi possível constatar os efeitos hidrológicos prejudiciais da urbanização na drenagem urbana, através do aumento do volume do escoamento superficial, além da redução do tempo de concentração.

Através das atividades realizadas, pode-se concluir que o gerenciamento da drenagem urbana a partir dos conceitos da Bacia torna-se mais eficiente, pois fornece subsídios para um bom planejamento, tais como dados hidrológicos e características das bacias para cenários atuais e futuros, além da possibilidade de participação social, fundamental para a manutenção das melhorias implantadas.

As vazões de pico das bacias podem ser usadas para avaliar a necessidade de ações estruturais para minimização das cheias, enquanto as vazões de pré-urbanização podem ser referências para que novas ocupações não alterem as condições naturais de escoamento ou, no mínimo, não ampliem as vazões atuais.

Conforme observação in-loco e por fotografias do ponto de lançamento das galerias, observou-se a presença de esgoto na rede de algumas bacias o que contraria a norma vigente que estabelece um sistema separador absoluto, ou seja, a rede de águas pluviais deve ser isolada da rede de esgotos do município. Recomenda-se que seja providenciado pelo setor responsável pela gestão do saneamento que, através de medidas combinadas, ou seja, a detecção dos pontos de lançamentos de esgoto na rede de águas pluviais juntamente com uma campanha de conscientização da comunidade, solucione o problema.

Com relação ao projeto proposto,  $T_r=10$  anos prioritariamente, recomenda-se que o setor responsável pelas obras de galeria de águas pluviais deverá confrontar com o sistema existente e tomar as seguintes providências:

- Complementar a rede das bacias onde for necessário; e
- Substituir as redes que se verifique subdimensionada.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

BARROS, Mário T. de; PORTO, Rubem La Laina; TUCCI, Carlos E. M. (orgs.) Drenagem Urbana. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1995. Pp.77-105.

PFAFSTETTER, Otto. Chuvas intensas no Brasil: relação entre precipitação, duração e freqüência de chuvas, registradas com pluviógrafos, em 98 postos meteorológicos. 2a. ed. Rio de Janeiro: DNOS, 1982. 426p.

SÃO PAULO (ESTADO). DEPARTAMENTO de ÁGUAS e ENERGIA ELÉTRICA. CENTRO TECNOLÓGICO de HIDRÁULICA. Manual de cálculos das Vazões máximas, médias e mínimas nas bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo. São Paulo: DAEE/CTH, 1994. 63p.

SÃO PAULO (ESTADO). DEPARTAMENTO de ÁGUAS e ENERGIA ELÉTRICA. CENTRO TECNOLÓGICO de HIDRÁULICA. Guia Prático para projetos de pequenas obras hidráulicas. São Paulo: DAEE/CTH, 2006. 116p.

SÃO PAULO (ESTADO). DEPARTAMENTO de ÁGUAS e ENERGIA ELÉTRICA. CENTRO TECNOLÓGICO de HIDRÁULICA. Drenagem Urbana: manual de Projeto. São Paulo: DAEE/CETESB, 1980. 468p.

SÃO PAULO (ESTADO). DEPARTAMENTO de ÁGUAS e ENERGIA ELÉTRICA. CENTRO TECNOLÓGICO de HIDRÁULICA. Precipitações intensas no Estado de São Paulo: apresentação prática das relações precipitação x duração x tempo de retorno obtidas para 11 cidades /por/ Nelson Luiz Goi Magni /e/ Félix Mero. São Paulo: DAEE/CTH, 1982. 187p.

SÃO PAULO (ESTADO). DEPARTAMENTO de ÁGUAS e ENERGIA ELÉTRICA. CENTRO TECNOLÓGICO de HIDRÁULICA. Drenagem Urbana: programa de treinamento técnico. São Paulo: DAEE, 1984. 252p.

WU, I-PAI "design hydrographs for small watersheds in Indiana" Proc  
A.S.C.E.J. hyd. Div vol 89 n° NY6, pt 1. Pp. 35-66, November 1963.

## **10. EQUIPE TÉCNICA**

---

Sergio Nougés Wargaftig - Diretor do CETEC - Centro Tecnológico

Leandro Pereira Cuelbas - Gerente do Setor de Planejamento e Meio Ambiente

Reginaldo Milani - Analista do Setor de Planejamento e Meio Ambiente

Silvio Eduardo Doretto - Engenheiro Civil

Laylla Cavina Bispo – Engenheira de Automação

Danielle Ferreira da Silva – Engenheira Ambiental

Joeder Francisco Castaldoni Candido – Analista de Sistema

Luiz Fernando de Oliveira Silva - Analista de Sistema

Karem Ueda de Melo - Estagiária

Daniel Barrueco Neves – Estagiário

Sabrina Mariel Corrêa da Silva – Estagiária