

ATUALIZAÇÃO DO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DO MUNICÍPIO DE LUPÉRCIO - SP



RELATÓRIO FINAL DAS ATIVIDADES

SETEMBRO 2021



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS EIRELI EPP

Rua Adão Stroppa, 385 – CEP 17525-180 – Marília/SP – Fone: (14) 99147-4648

INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE O EMPREENDIMENTO

Atualização do Plano Diretor de Drenagem Urbana do município de Lupércio, tem como Contratante a Prefeitura Municipal de Lupércio e empresa executora (Contratada) a F.S. PROJETOS AMBIENTAIS EIRELI EPP, conforme Termo de Contrato informado abaixo.

Informações adicionais:

- **CONTRATANTE:** PREFEITURA MUNICIPAL DE LUPÉRCIO
- **CONTRATADA:** F.S. PROJETOS AMBIENTAIS EIRELI EPP
- **Nº DO CONTRATO:** 003/2020

CONTRATANTE:

PREFEITURA MUNICIPAL DE LUPÉRCIO

CNPJ: 44.518.397/0001-83

RUA MANOEL QUITO, 678 – CENTRO – LUPÉRCIO/SP

CEP: 17420-000

TELEFONE: (14) 3474-1128

CONTRATADA:

F.S. PROJETOS AMBIENTAIS EIRELI EPP.

CNPJ: 34.094.119/0001-92

RUA ADÃO STROPPIA, Nº 385 - ACAPULCO – MARÍLIA/SP

CEP: 17525-180

TELEFONE: (14) 99147-4648



SUMÁRIO

TABELAS.....	7
GRÁFICOS.....	8
1. APRESENTAÇÃO	9
2. INTRODUÇÃO.....	10
3. CARATERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO	11
3.1. PERFIL SÓCIO–ECONÔMICO	13
3.1.1. DENSIDADE DEMOGRÁFICA.....	17
3.1.2. TAXA GEOMÉTRICA DE CRESCIMENTO ANUAL DA POPULAÇÃO	19
3.1.3. GRAU DE URBANIZAÇÃO	19
3.1.4. TAXA DE MORTALIDADE INFANTIL	20
3.1.5. ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO MUNICIPAL – IDHM22	
3.1.6. OUTROS INDICADORES	24
3.2. POLÍTICA URBANA	27
3.3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA	28
3.4. SANEAMENTO E RESÍDUOS SÓLIDOS	30
3.4.1. PLUVIOMETRIA	31
3.4.2. FLUVIOMETRIA.....	32
3.4.3. DISPONIBILIDADE HÍDRICA.....	32
3.5. CLIMA	33
4. DEFINIÇÃO DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO.....	34
5. CONSEQUÊNCIAS DA URBANIZAÇÃO NA DRENAGEM DAS BACIAS URBANAS DE LUPÉRCIO.....	35
6. O ESTUDO DA DRENAGEM URBANA DE LUPÉRCIO	39
6.1. PRINCÍPIOS BÁSICOS	40
7. HIDROLOGIA URBANA DE LUPÉRCIO	41
7.1. PERÍODO DE RETORNO	42
7.2. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO.....	43
7.2.1. PRECIPITAÇÃO MÁXIMA PONTUAL: IDF	48
8. ELEMENTOS DE MICRODRENAGEM URBANA DE LUPÉRCIO	48
8.1. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS COMPONENTES.....	49



F.S. PROJETOS AMBIENTAIS EIRELI EPP

Rua Adão Stroppa, 385 – CEP 17525-180 – Marília/SP – Fone: (14) 99147-4648

9.	DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DOS COMPONENTES	51
9.1.	RUAS E SARJETAS.....	51
9.2.	BOCAS-DE-LOBO.....	52
9.3.	GALERIAS	54
9.4.	POÇOS DE VISITA	55
9.5.	REDUÇÃO DA CAPACIDADE DE ESCOAMENTO.....	56
10.	PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA EXISTENTE.....	57
10.1.	CADASTRAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM	57
10.2.	ESTUDO DE SOLUÇÕES DO PDDU EXISTENTE	66
11.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
12.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81



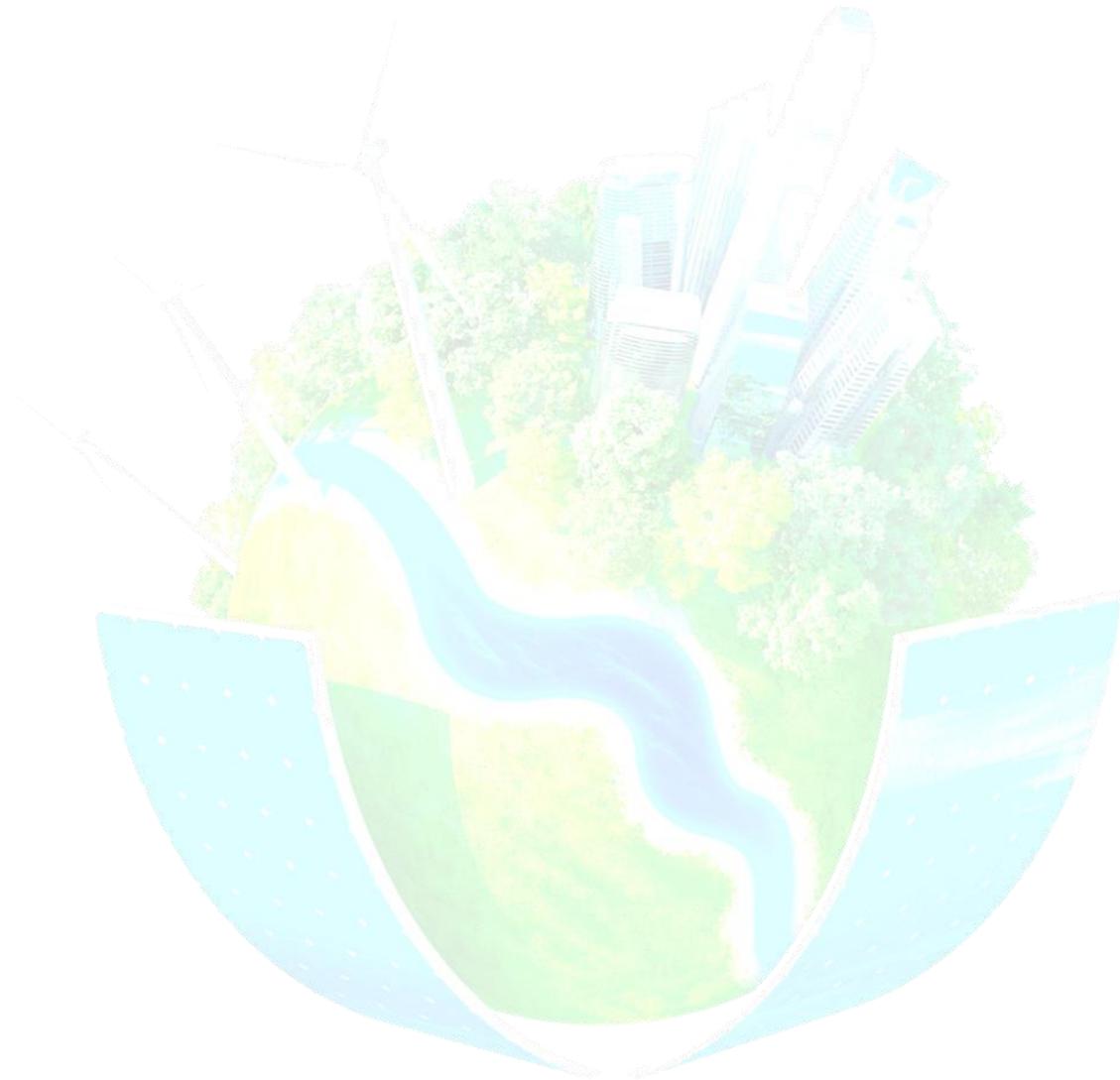


FIGURAS

Figura 1 - Localização do município de Lupércio na Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema - CBH-MP – UGRHI 17	11
Figura 2 - Carta do IBGE (escala 1:50.000) – Alvinlândia - SF-22-Z-A-III -3	12
Figura 3 - Território	13
Figura 4 – População	14
Figura 5 – Taxa de Natalidade	15
Figura 6 – Coleta de lixo – Nível de atendimento	16
Figura 7 – Densidade demográfica	18
Figura 8 – Grau de urbanização	19
Figura 9 – Taxa de mortalidade infantil	21
Figura 10 – Índice de desenvolvimento humano	23
Figura 11 – PIB per capita.....	24
Figura 12 – Participação no PIB do estado	25
Figura 13 – Tipos de solos no Município de Lupércio.....	29
Figura 14 - Disponibilidade de Recursos Hídricos – UGRGHI 17	33
Figura 15 - Hidrograma típico.....	44
Figura 16 - Tipos de bocas-de-lobo.....	52
Figura 17 – Bocas de Lobo	53
Figura 18 - Poços de visita.....	55
Figura 19 – Detalhe do mapa de Cadastramento do Sistema de Drenagem da cidade de Lupércio	58
Figura 20 – Detalhe do mapa de Cadastramento do Sistema de Drenagem da Vila Santa Terezinha.....	59
Figura 21 – Bacia 1 - “Bacia do Matadouro”	66
Figura 22 – Bacia 2 - “Bacia Rua Luiz Reganhan”	68
Figura 23 – Bacia 3 - “Bacia Santa Esméria”	70
Figura 24 – Sub Bacia 1/1 - “Bacia Santa Terezinha”.....	72
Figura 25 - Mapa de capacidade das vias (FL 02 em anexo)	75
Figura 26 - Planilha de cálculo da capacidade das vias (Em anexo)	76
Figura 27 - Projeto executivo da bacia 01 (FL 07 em anexo)	77
Figura 28 - Projeto executivo da bacia 02 (FL 08 em anexo)	79



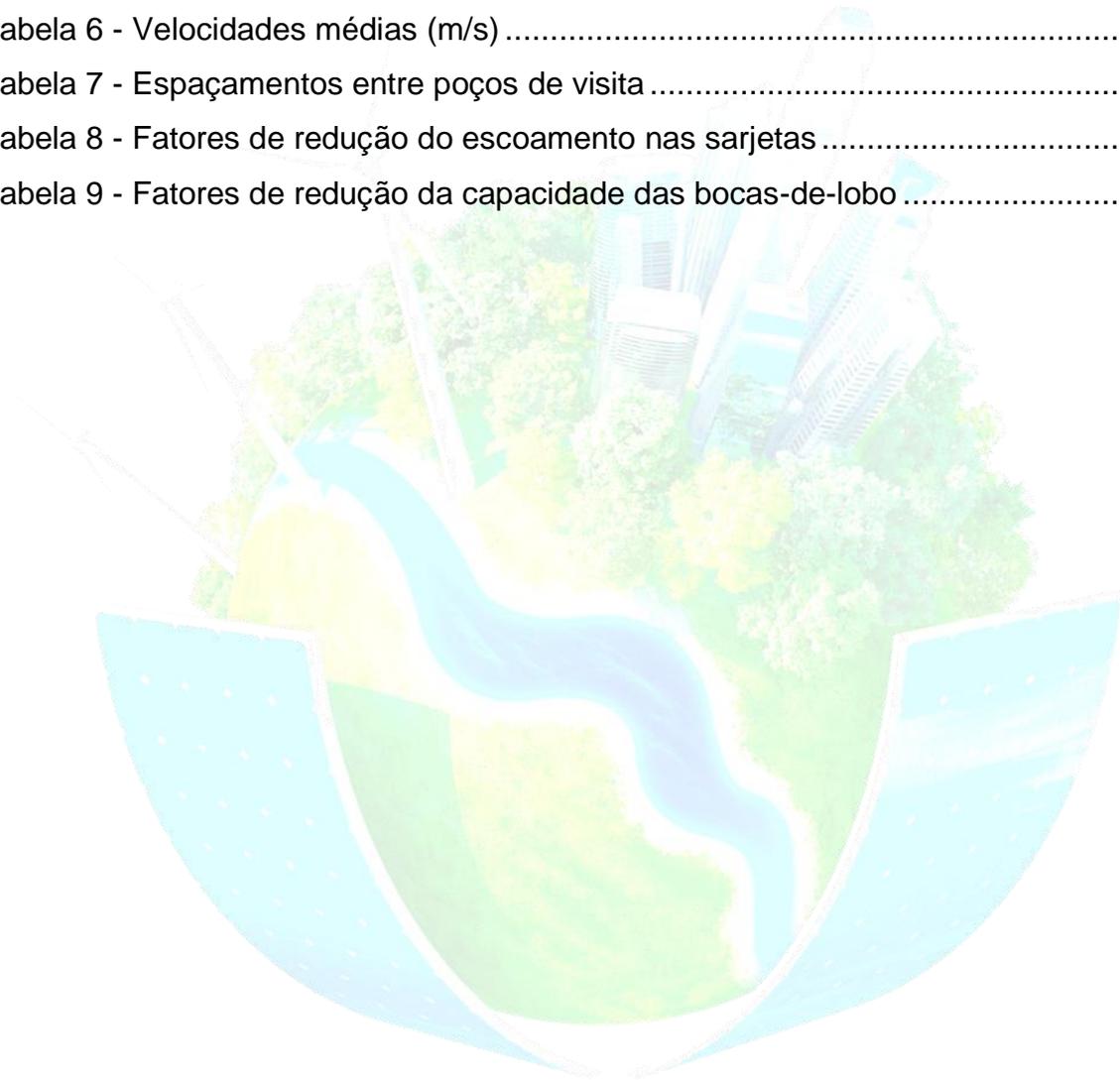
Figura 29 - Projeto executivo da bacia 03 (FL 09 em anexo) 80





TABELAS

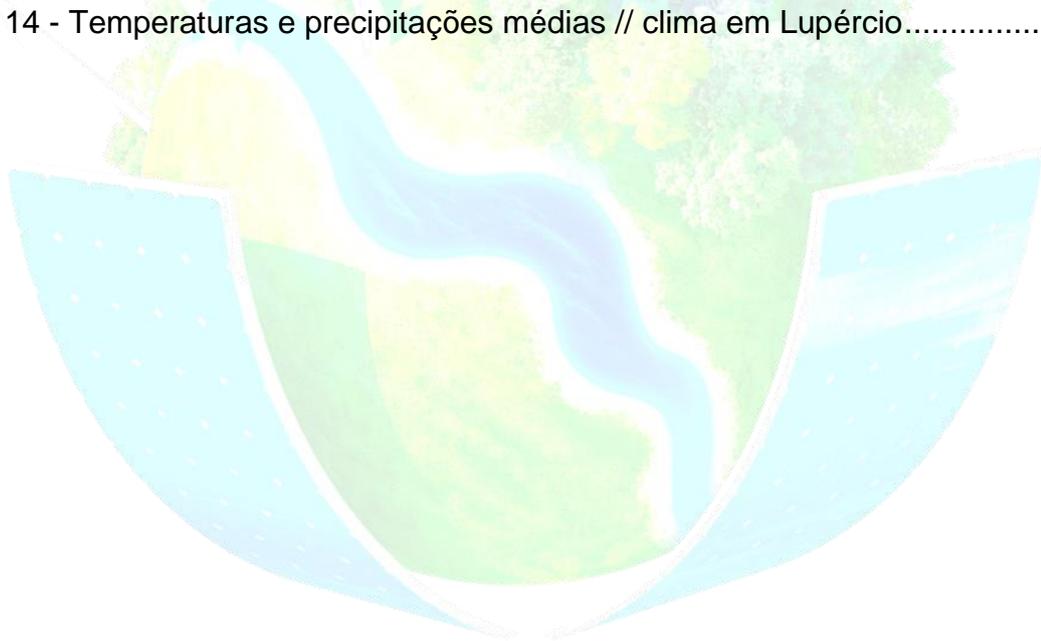
Tabela 1 – Dados de saneamento básico do município	30
Tabela 2 – Dados pluviométrico – D6-105	31
Tabela 3 - Fluviograma – vazões mensais	32
Tabela 4 – Classificação de bacias	42
Tabela 5 - Períodos de retorno em função da ocupação da área	43
Tabela 6 - Velocidades médias (m/s)	47
Tabela 7 - Espaçamentos entre poços de visita	50
Tabela 8 - Fatores de redução do escoamento nas sarjetas	56
Tabela 9 - Fatores de redução da capacidade das bocas-de-lobo	56





GRÁFICOS

Gráfico 1 – Área (Km ²)	14
Gráfico 2 – População.....	15
Gráfico 3 – Taxa de Natalidade.....	16
Gráfico 4 – Coleta de lixo.....	17
Gráfico 5 – Densidade demográfica	18
Gráfico 6 - Grau de urbanização	20
Gráfico 7 – Taxa de mortalidade infantil.....	21
Gráfico 8 – Índice de desenvolvimento humano.....	23
Gráfico 9 – Participação da agropecuária	25
Gráfico 10 – Participação da indústria.....	26
Gráfico 11 – Participação dos serviços	26
Gráfico 12 – Participação nas exportações do Estado	27
Gráfico 13 – Dados Pluviométricos – D6-105.....	31
Gráfico 14 - Temperaturas e precipitações médias // clima em Lupércio.....	34





1. APRESENTAÇÃO

O acelerado processo de urbanização ocorrido nas últimas três décadas, notadamente nos países em desenvolvimento, dentre os quais o Brasil, é o principal fator responsável pelo agravamento dos problemas relacionados às inundações nas cidades, aumentando a frequência e os níveis das cheias.

Isto ocorre devido a impermeabilização crescente das bacias hidrográficas, e a ocupação inadequada das regiões ribeirinhas aos cursos d'água. Além disso, a inexistência de Planos Diretores de Drenagem Urbana, que procurem equacionar os problemas de drenagem sob o ponto de vista da bacia hidrográfica, a falta de mecanismos legais e administrativos eficientes, que permitam uma correta gestão das consequências do processo de urbanização sobre as enchentes urbanas e a concepção inadequada da maioria dos projetos de drenagem urbana, contribuem para o agravamento do problema.

Este trabalho, tem como escopo principal a atualização e o redimensionamento do sistema de microdrenagem e macrodrenagem de todo o município de Lupércio. Através do dimensionamento hidráulico e hidrológico de galerias de águas pluviais, enfatizando o controle integrado da drenagem urbana na área de estudo, através de projetos que serão elaborados, tendo como enfoque de planejamento a totalidade da bacia hidrográfica incluída na área de estudo do município, com apresentação de todos os critérios e métodos de dimensionamento das obras de drenagem que poderão ser executadas posteriormente.

O município de Lupércio já possui um Plano Diretor de Drenagem Urbana, concluído no ano de 2008, elaborado pelo Centro Tecnológico da Fundação Paulista (CETEC), ou seja, há mais de 12 anos atrás, e demanda uma atualização completa dos estudos, haja visto que as precipitações intensas estão cada vez mais recorrentes e o Estado de São Paulo, através do DAEE (Departamento de Água e Energia Elétrica do Estado de São Paulo) realizou uma atualização das equações de chuvas dos municípios, que serão aplicadas nesta Atualização do Plano de Drenagem Urbana do Município de Lupércio.



2. INTRODUÇÃO

O sistema de drenagem faz parte do conjunto de melhoramentos públicos existentes em uma área urbana, assim como as redes de água, de esgotos sanitários, de cabos elétricos e telefônicos, além da iluminação pública, pavimentação de ruas, guias e passeios, parques, áreas de lazer, e outros.

Em relação aos outros melhoramentos urbanos, o sistema de drenagem tem uma particularidade: o escoamento das águas das tormentas sempre ocorrerá, independente de existir ou não sistema de drenagem adequado. A qualidade desse sistema é que determinará se os benefícios ou prejuízos à população serão maiores ou menores.

Outra característica, de certo modo única, do sistema de drenagem é a sua solicitação não permanente, isto é, durante e após a ocorrência de tormentas, contrastando com outros melhoramentos públicos que são essencialmente de uso contínuo.

O sistema tradicional de drenagem urbana deve ser considerado como composto por dois sistemas distintos que devem ser planejados e projetados sob critérios diferenciados: o Sistema Inicial de Drenagem e o Sistema de Macrodrenagem.

O Sistema Inicial de Drenagem ou de Microdrenagem ou, ainda, Coletor de Águas Pluviais, é aquele composto pelos pavimentos das ruas, guias e sarjetas, bocas de lobo, rede de galerias de águas pluviais e, também, canais de pequenas dimensões. Esse sistema é dimensionado para o escoamento de vazões de 2 a 10 anos de período de retorno. Quando bem projetado, e com manutenção adequada, praticamente elimina as inconveniências ou as interrupções das atividades urbanas que advêm das inundações e das interferências de enxurradas.

Já o Sistema de Macrodrenagem é constituído, em geral, por canais (abertos ou de contorno fechado) de maiores dimensões, projetados para vazões de 25 a 100 anos de período de retorno. Do seu funcionamento adequado depende a prevenção ou minimização dos danos às propriedades, dos danos à saúde e perdas de vida das populações atingidas, seja em consequência direta das águas, seja por doenças de veiculação hídrica.



Esses sistemas encaixam-se no contexto do controle do escoamento superficial direto, tendo tradicionalmente como base o enfoque orientado para o aumento da condutividade hidráulica do sistema de drenagem.

As tendências modernas desse controle, que já vêm amplamente aplicadas ou preconizadas internacionalmente, passam a dar ênfase ao enfoque orientado para o armazenamento das águas por estruturas de retenção ou retenção. Esse enfoque é mais indicado a áreas urbanas ainda em desenvolvimento, podendo ser utilizado também em áreas de urbanização mais consolidadas desde que existam locais (superficiais ou subterrâneas) adequados para a implantação dos citados armazenamentos. Este conceito não dispensa, contudo, a suplementação por sistemas de micro e macrodrenagem, que foram as soluções indicadas para a elaboração dos projetos executivos e indicação do empreendimento.

3. CARATERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

O município de Lupércio tem sua sede localizada na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI 17 (MÉDIO PARANAPANEMA), desta forma, ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema – CBH-MP.

A figura abaixo ilustra a localização de na Bacia Hidrográfica.

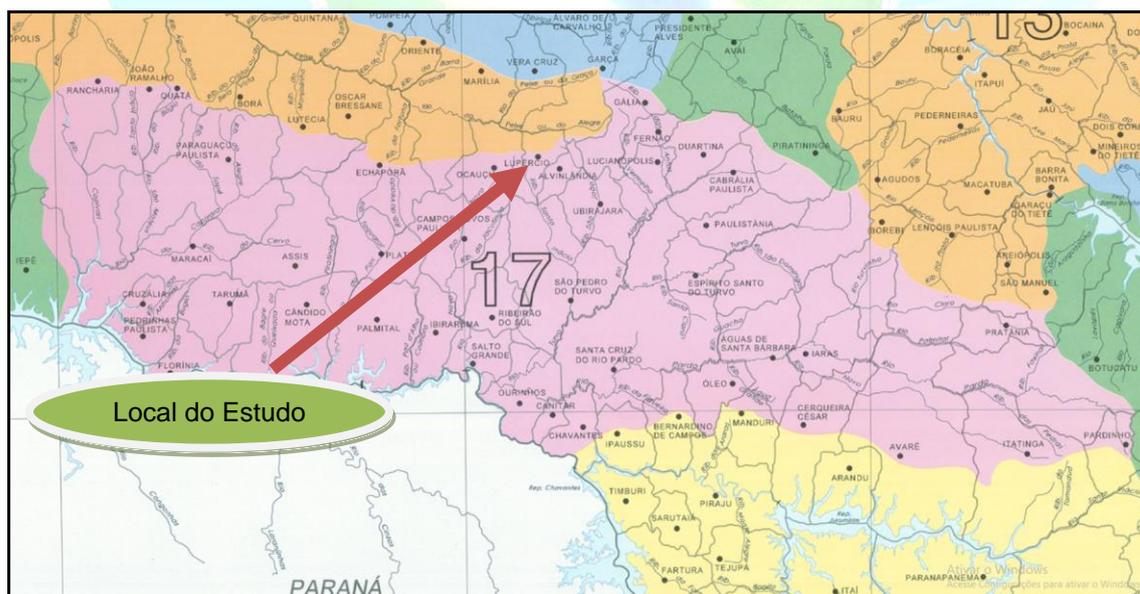


Figura 1 - Localização do município de Lupércio na Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema - CBH-MP – UGRHI 17



O município faz divisa com as seguintes cidades: Ocaçu, São Pedro do Turvo, Alvinlândia, Gália e Garça.

3.1. PERFIL SÓCIO-ECONÔMICO

Quanto ao perfil socioeconômico, Lupércio apresenta os seguintes dados:

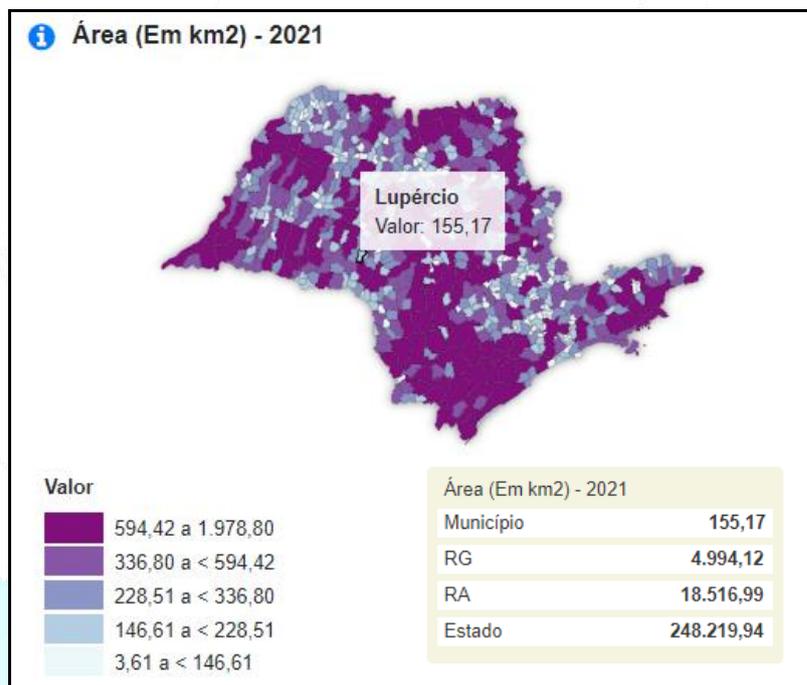


Figura 3 - Território
Fonte: Fundação SEADE

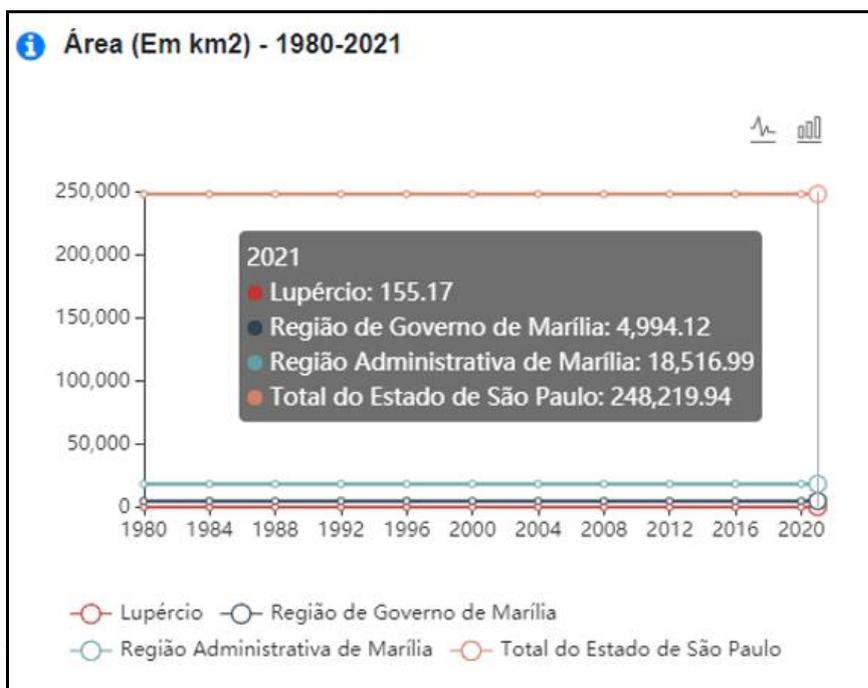


Gráfico 1 – Área (Km²)

Fonte: Fundação SEADE

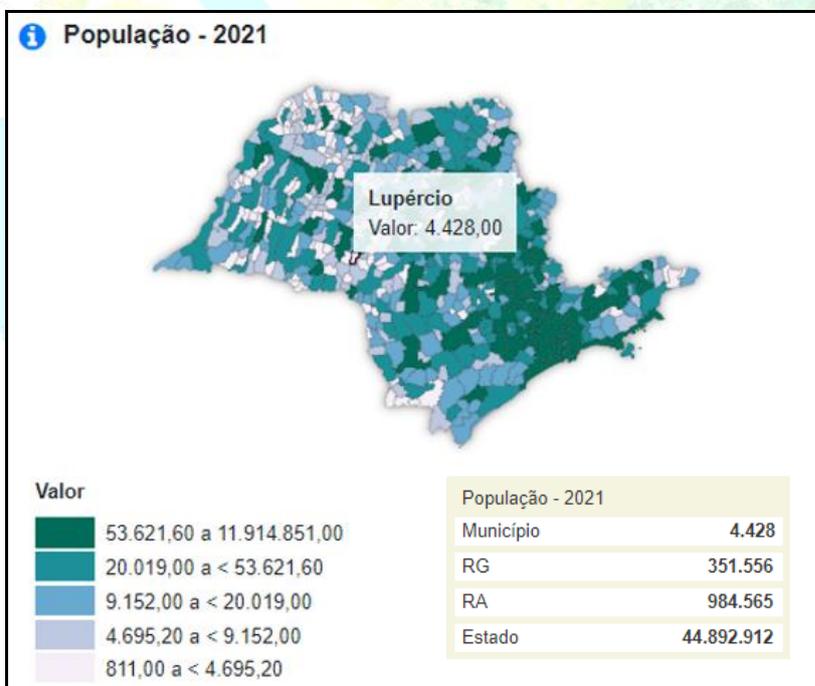


Figura 4 – População

Fonte: Fundação SEADE

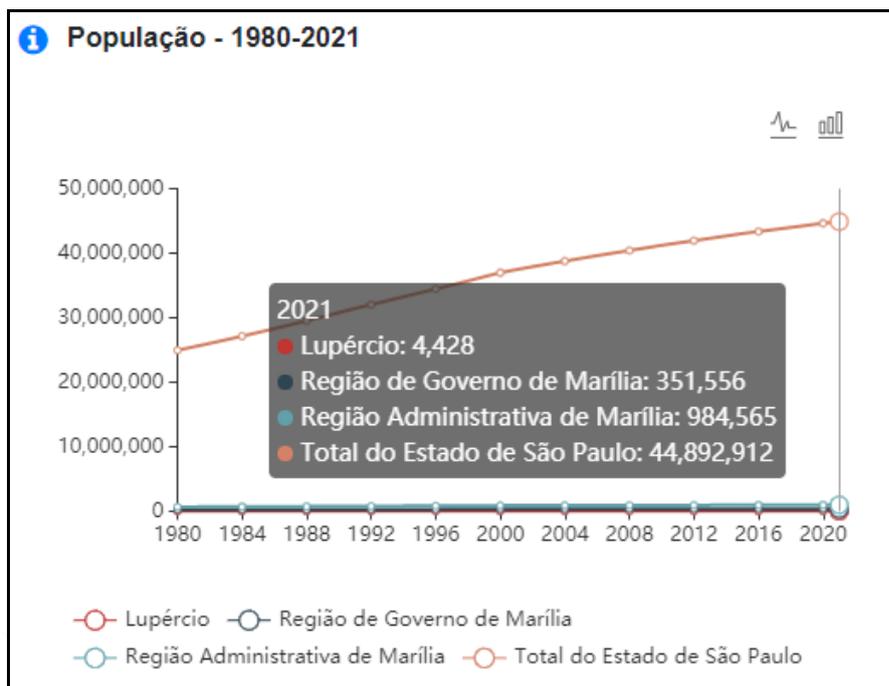


Gráfico 2 – População
Fonte: Fundação SEADE

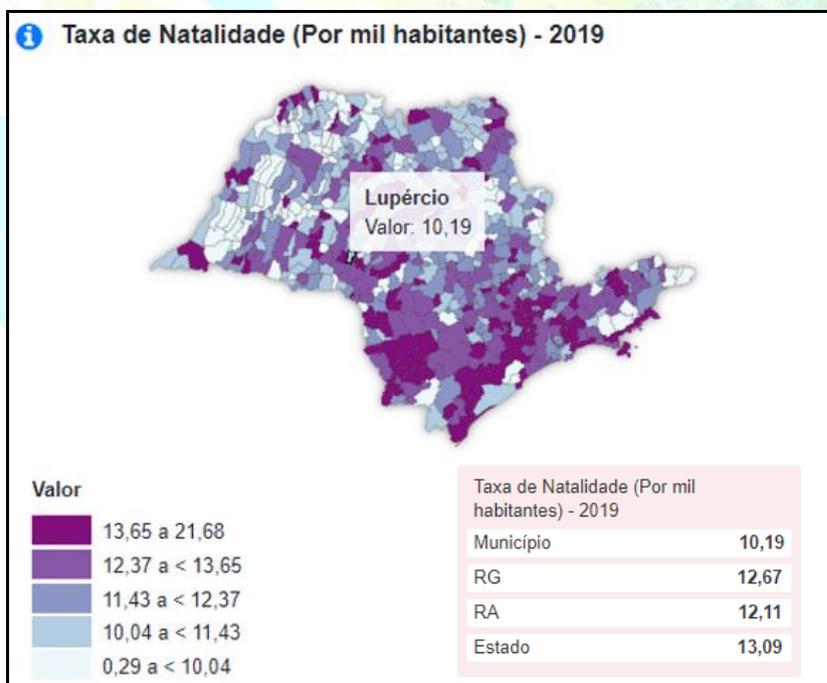


Figura 5 – Taxa de Natalidade
Fonte: Fundação SEADE

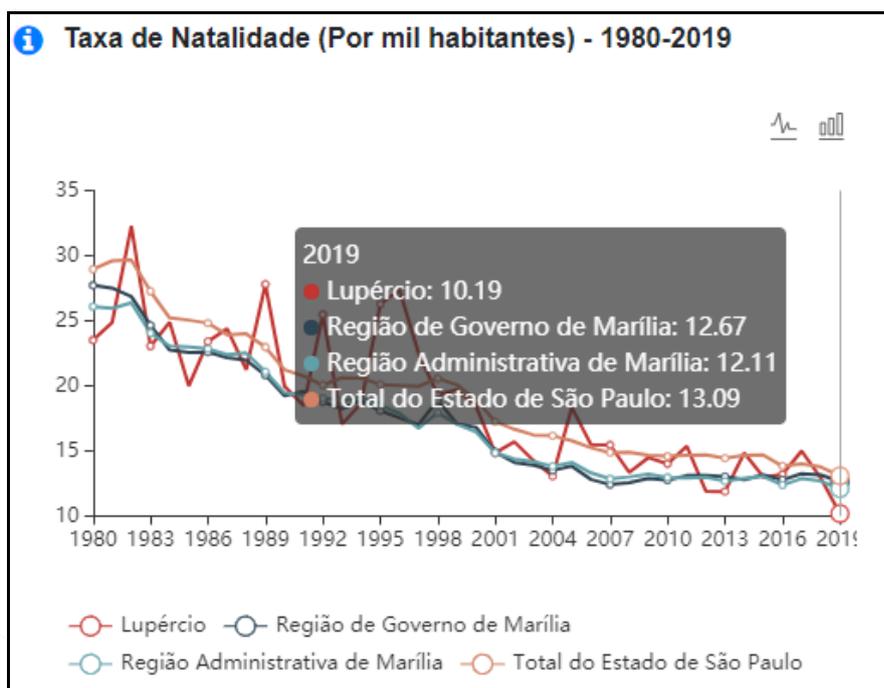


Gráfico 3 – Taxa de Natalidade

Fonte: Fundação SEADE

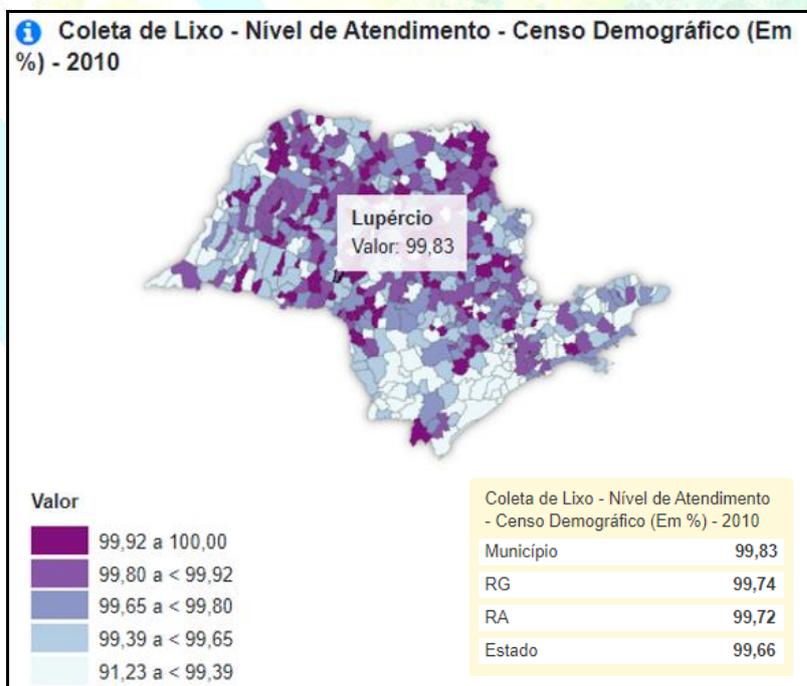


Figura 6 – Coleta de lixo – Nível de atendimento

Fonte: Fundação SEADE

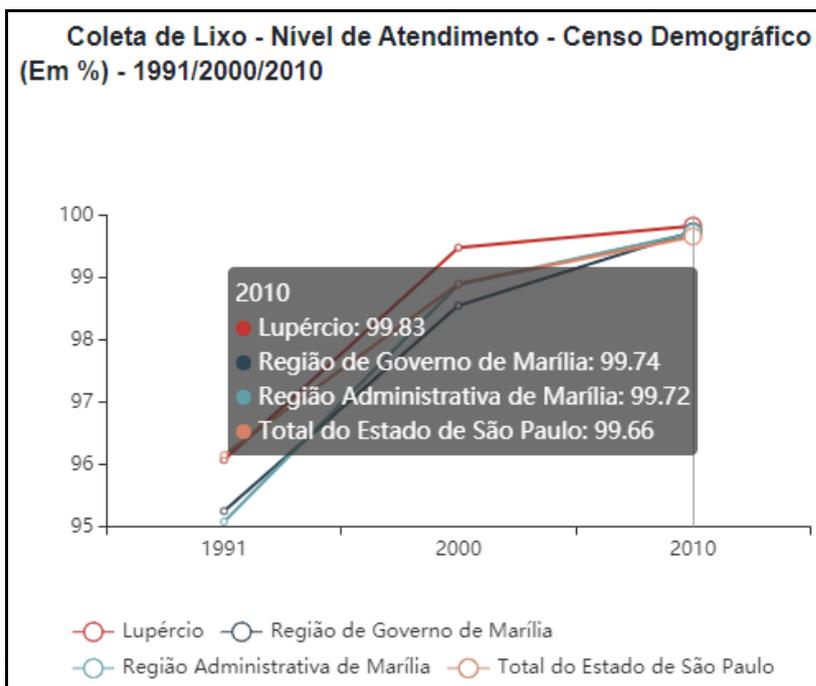


Gráfico 4 – Coleta de lixo

Fonte: Fundação SEADE

3.1.1. Densidade Demográfica

Densidade demográfica é o número de habitantes residentes de uma unidade geográfica em determinado momento, em relação à área dessa mesma unidade. A densidade demográfica é um índice utilizado para verificar a intensidade de ocupação de um território.

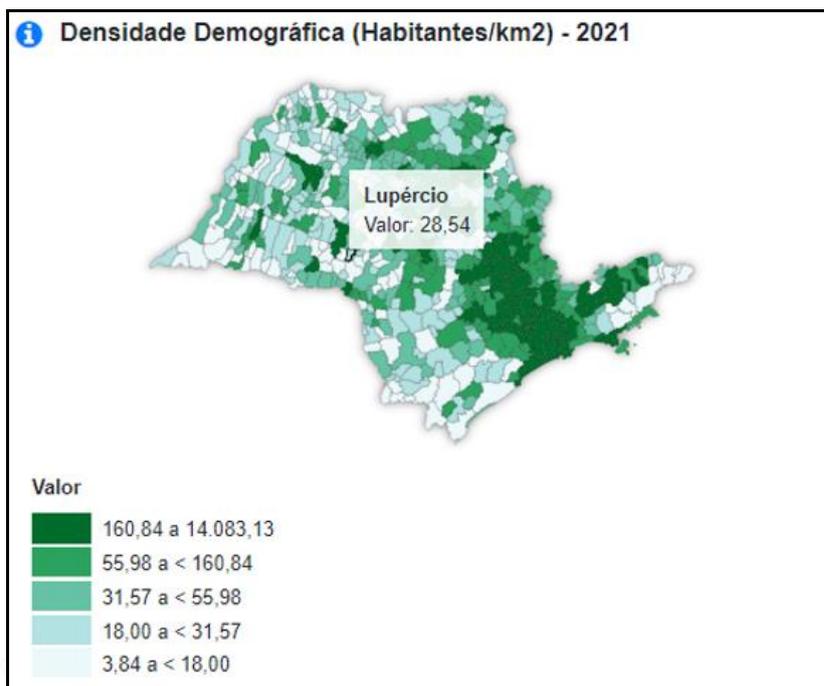


Figura 7 – Densidade demográfica

Fonte: Fundação SEADE

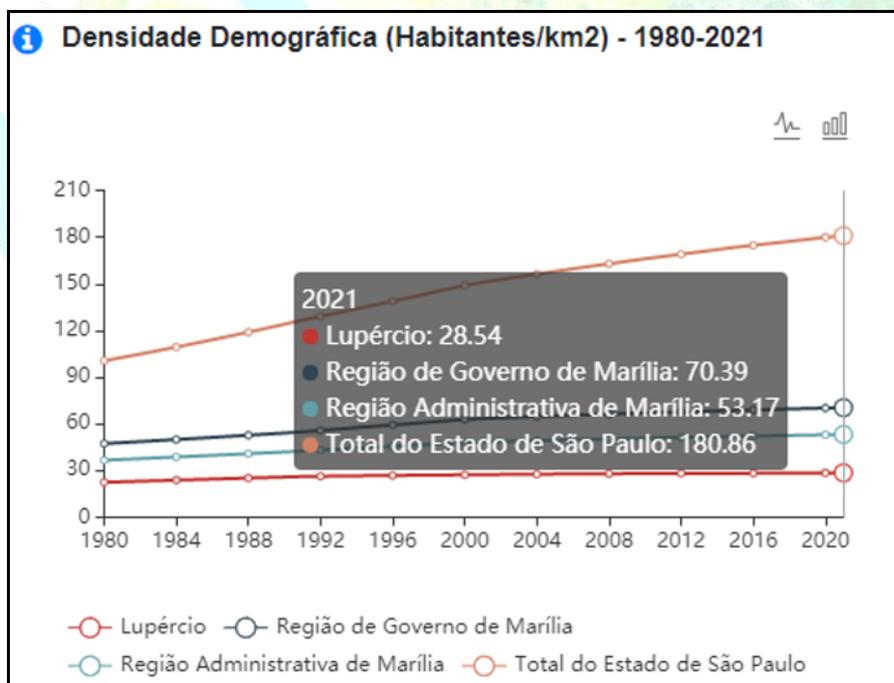


Gráfico 5 – Densidade demográfica

Fonte: Fundação SEADE



3.1.2. Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População

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.

Segundo o Instituto Seade, o município apresenta taxa geométrica de 0,16% ao ano.

3.1.3. Grau de Urbanização

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

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

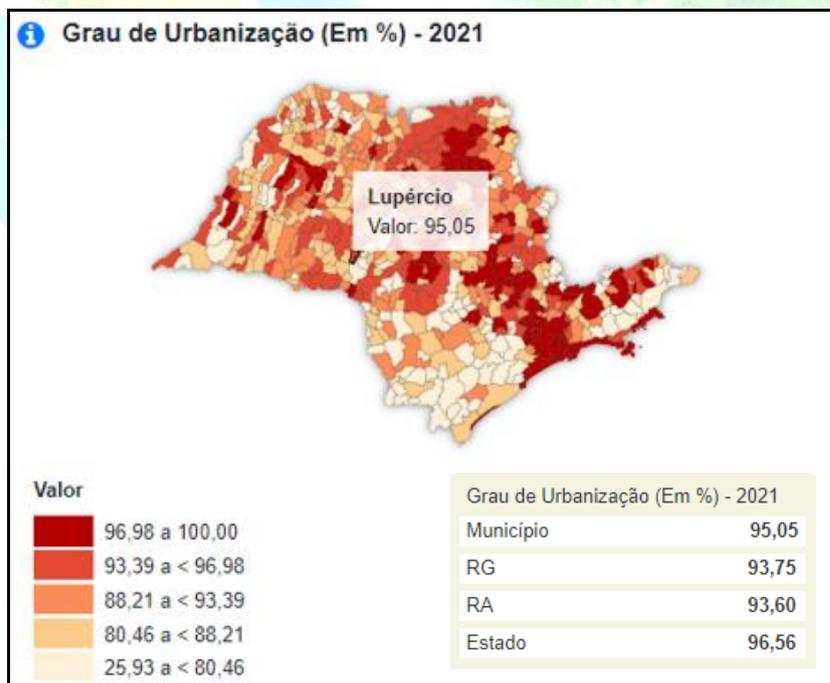


Figura 8 – Grau de urbanização

Fonte: Fundação SEADE

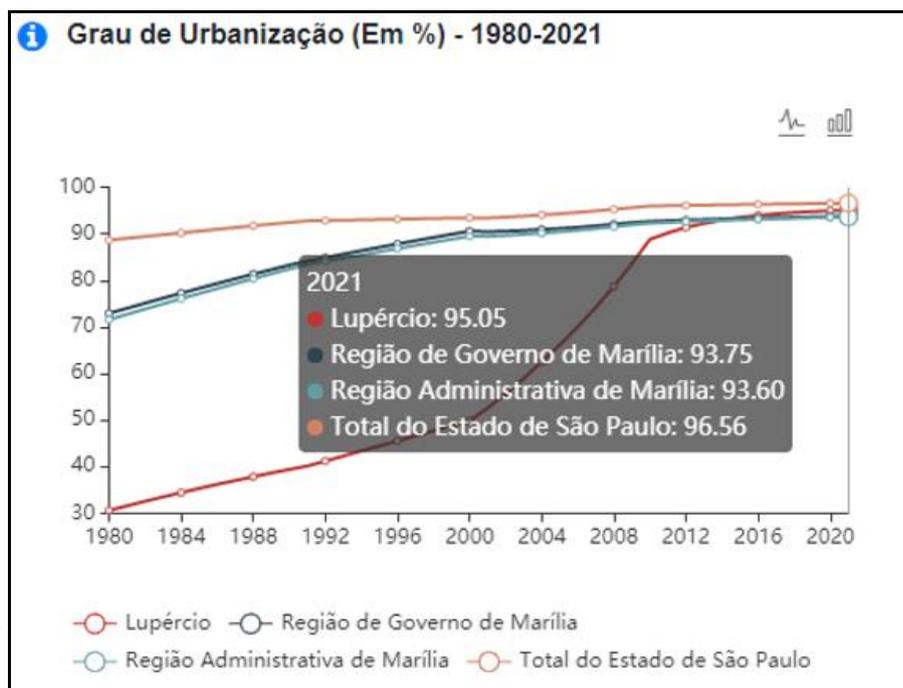


Gráfico 6 - Grau de urbanização

Fonte: Fundação SEADE

3.1.4. Taxa de Mortalidade Infantil

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:

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

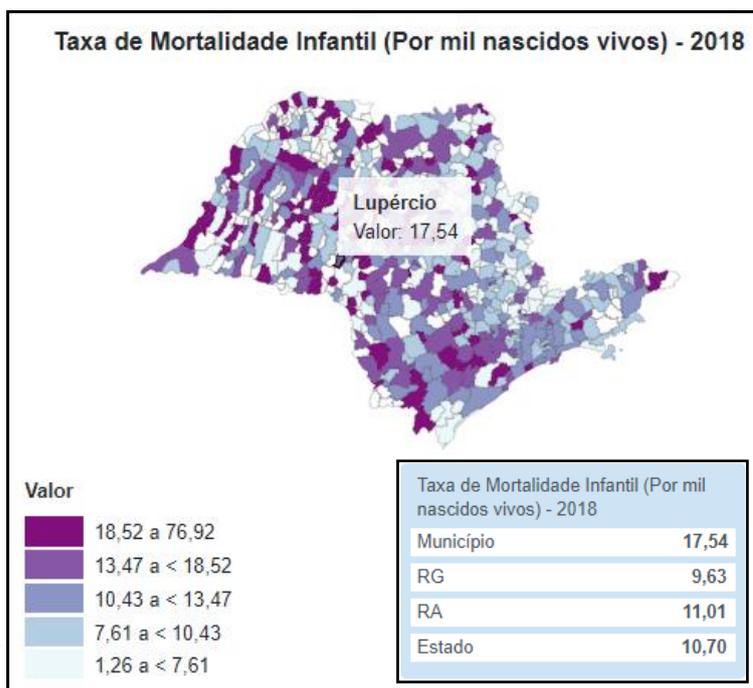


Figura 9 – Taxa de mortalidade infantil

Fonte: Fundação SEADE



Gráfico 7 – Taxa de mortalidade infantil

Fonte: Fundação SEADE



=====

O Município de Lupércio apresenta uma taxa de mortalidade infantil abaixo que sua região de governo, de 17,54 por mil nascidos vivos.

3.1.5. 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:

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

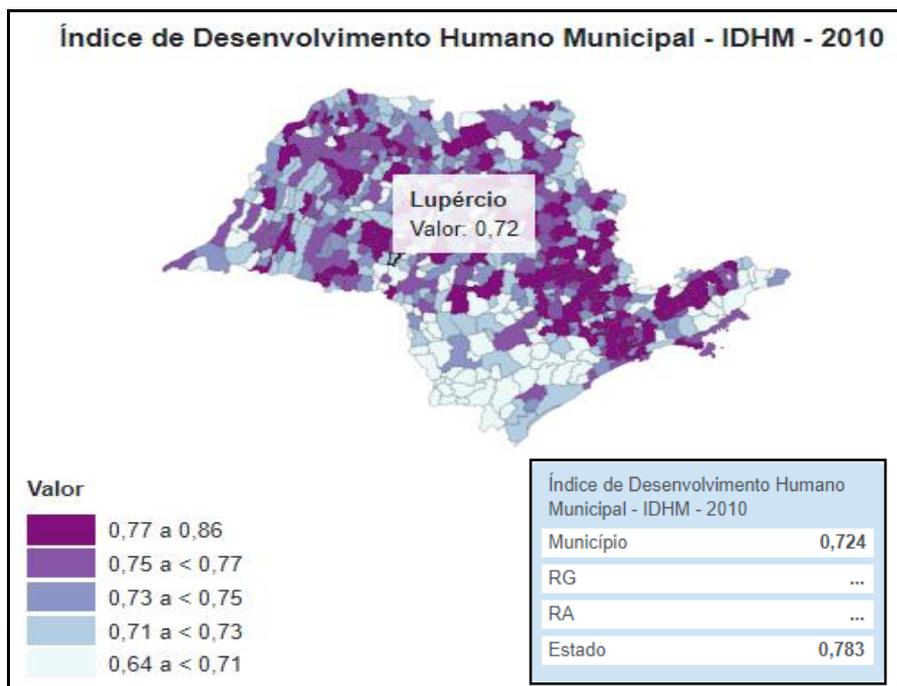


Figura 10 – Índice de desenvolvimento humano

Fonte: Fundação SEADE

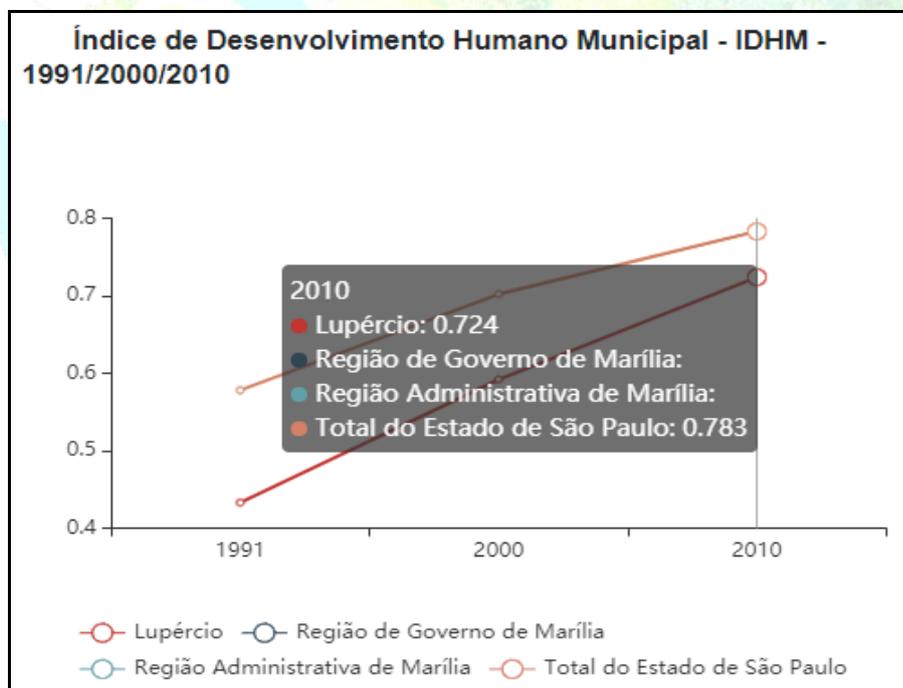


Gráfico 8 – Índice de desenvolvimento humano

Fonte: Fundação SEADE



3.1.6. Outros Indicadores

Outros indicadores também ilustram a representatividade da economia do município de Lupércio. Dentre eles, podemos destacar:

- Participação no PIB do Estado
- Participação da Agropecuária no Total do Valor Adicionado
- Participação da Indústria no Total do Valor Adicionado
- Participação dos Serviços no Total do Valor Adicionado
- Participação nas Exportações do Estado

Com relação ao PIB de Lupércio, o mesmo se define como o total dos bens e serviços produzidos pelas unidades produtivas, ou seja, a soma dos valores adicionados acrescida dos impostos.

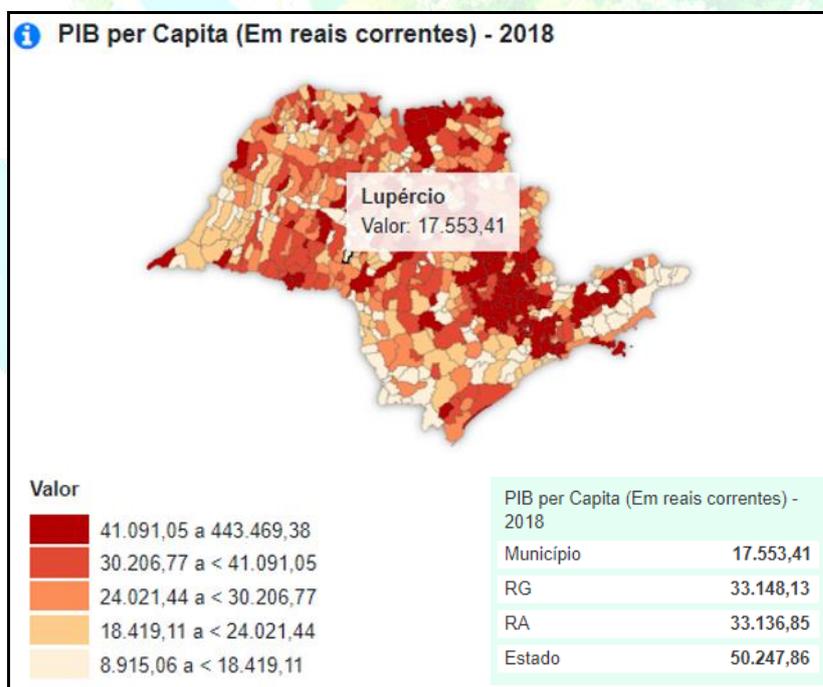


Figura 11 – PIB per capita

Fonte: Fundação SEADE

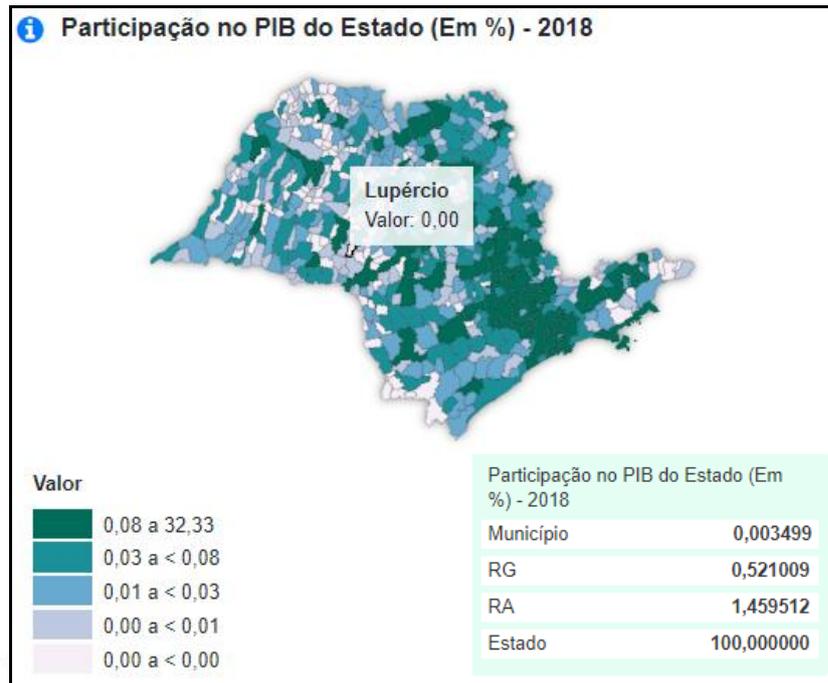


Figura 12 – Participação no PIB do estado

Fonte: Fundação SEADE

O valor adicionado do setor agropecuário é o valor que a atividade Agropecuária agrega aos bens e serviços consumidos no seu processo produtivo.

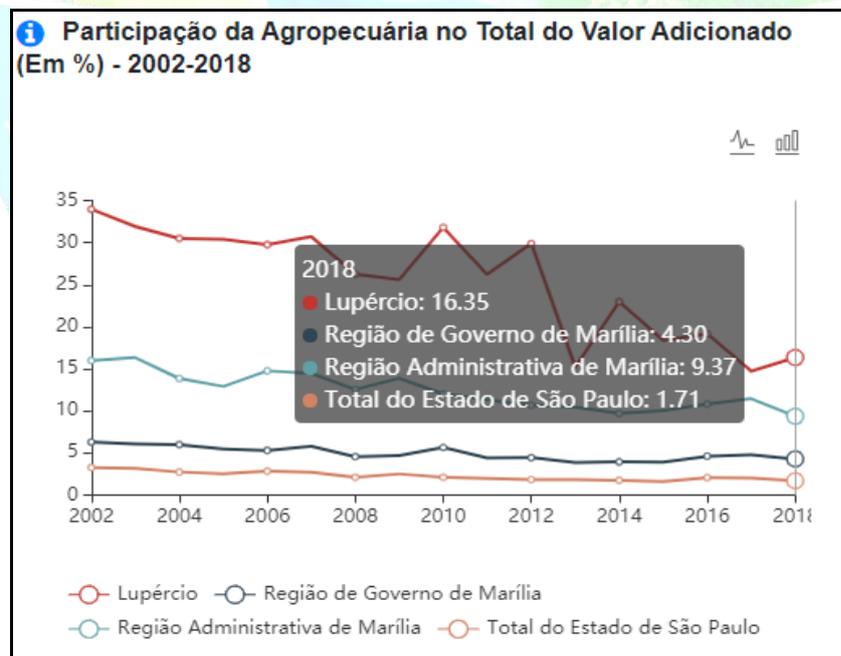


Gráfico 9 – Participação da agropecuária

Fonte: Fundação SEADE



O mesmo conceito se aplica aos setores da Indústria e de Serviços.

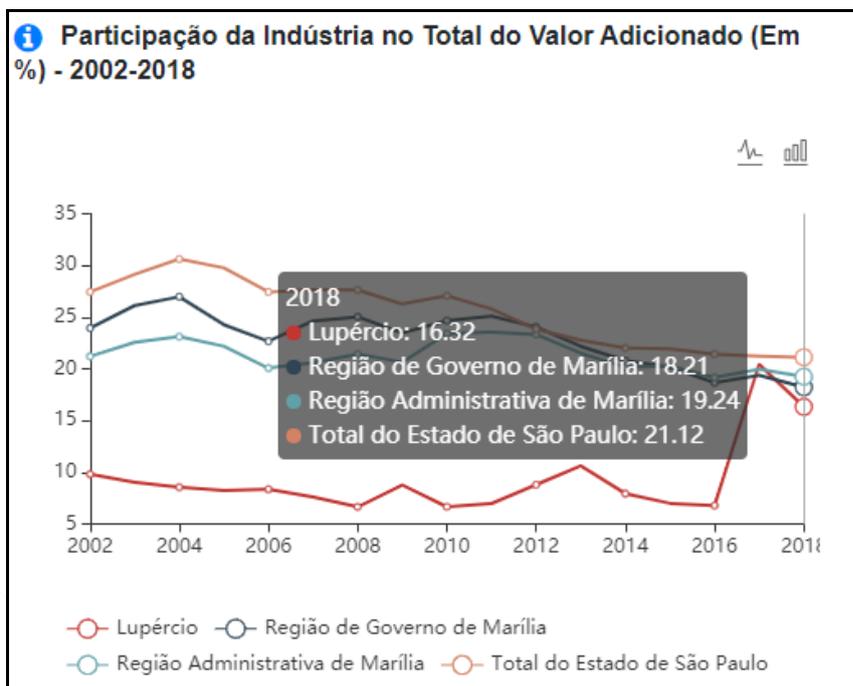


Gráfico 10 – Participação da indústria

Fonte: Fundação SEADE

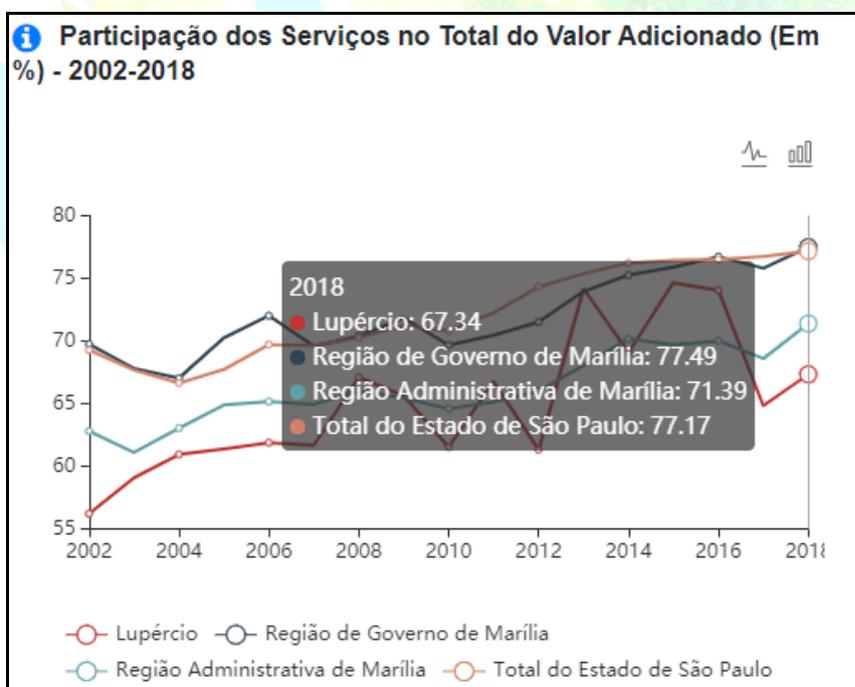


Gráfico 11 – Participação dos serviços

Fonte: Fundação SEADE



A participação municipal nas exportações corresponde o quanto essa região exporta em relação ao valor total exportado pelo Estado de São Paulo.



Gráfico 12 – Participação nas exportações do Estado

Fonte: Fundação SEADE

3.2. POLÍTICA URBANA

A população do município de Lupércio teve um aumento considerado em relação ao crescimento estadual, porém, de acordo com as políticas públicas junto a Secretaria da Habitação, implanta-se Loteamentos Urbanos e Distritos Industriais na área do município. Com a demanda de infraestrutura urbana, e a impermeabilização do solo, percebe-se a importância no aumento das captações das águas pluviais.

Em relação aos dispositivos legais para a gestão urbana, Lupércio possui Plano Diretor do Município. A inexistência de mecanismos legais indica, de certa forma, que o grau de mobilização do poder público, no sentido de organizar o processo de ocupação antrópica e impedir ações que possam degradar os recursos naturais no meio urbano, está defasado.

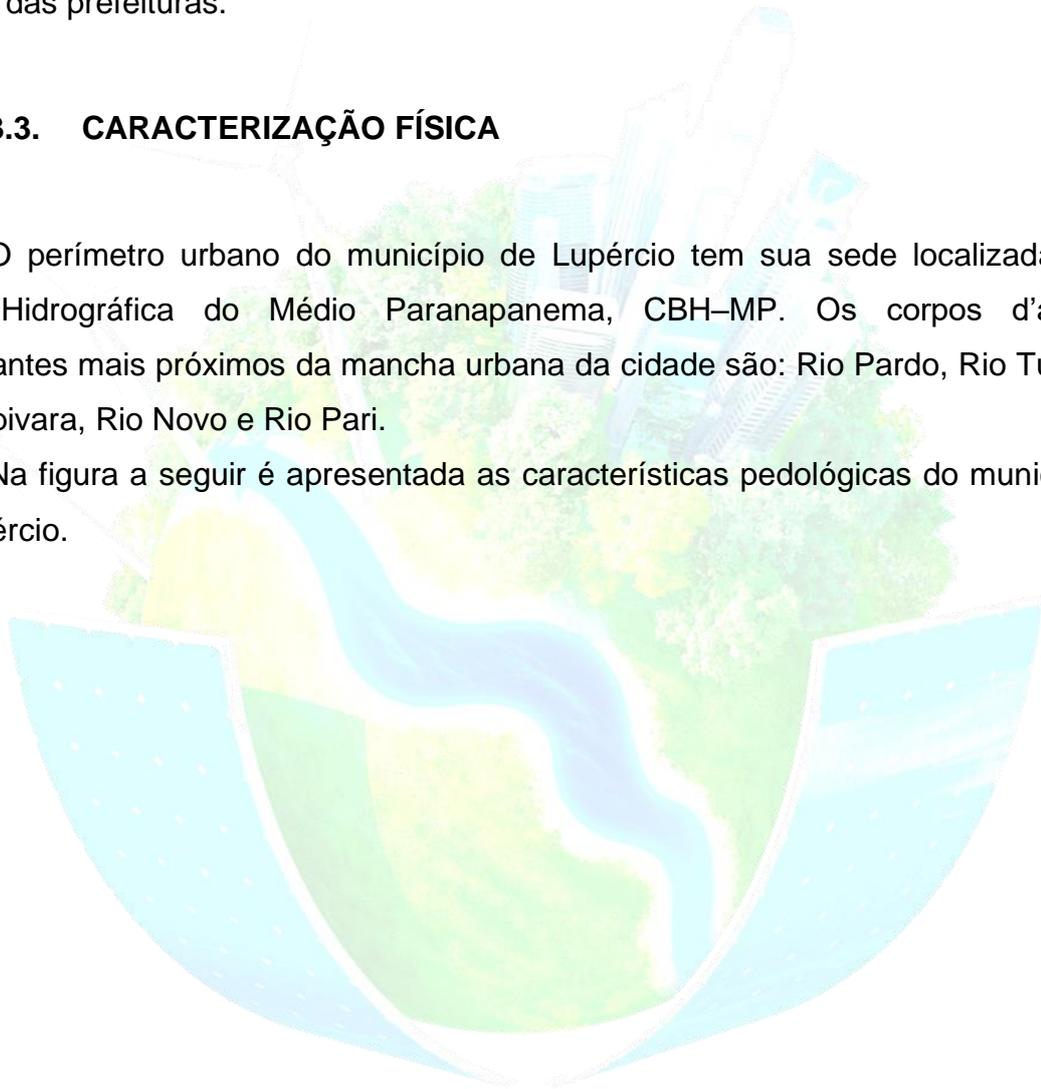


Outro instrumento importante para o planejamento das cidades, que vem sendo implantado dentro do CBH-MP, é o Estudo de Drenagem do Município. O objetivo deste estudo é minimizar os impactos nos cursos d'água que permeiam o município, tanto na área urbana quanto na zona rural, decorrentes do mau dimensionamento das obras hidráulicas, uso e ocupação do solo desordenada, práticas agrícolas equivocadas, bem como da falta de projetos técnicos por parte da maioria das prefeituras.

3.3. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

O perímetro urbano do município de Lupércio tem sua sede localizada na Bacia Hidrográfica do Médio Paranapanema, CBH-MP. Os corpos d'água significantes mais próximos da mancha urbana da cidade são: Rio Pardo, Rio Turvo, Rio Capivara, Rio Novo e Rio Pari.

Na figura a seguir é apresentada as características pedológicas do município de Lupércio.



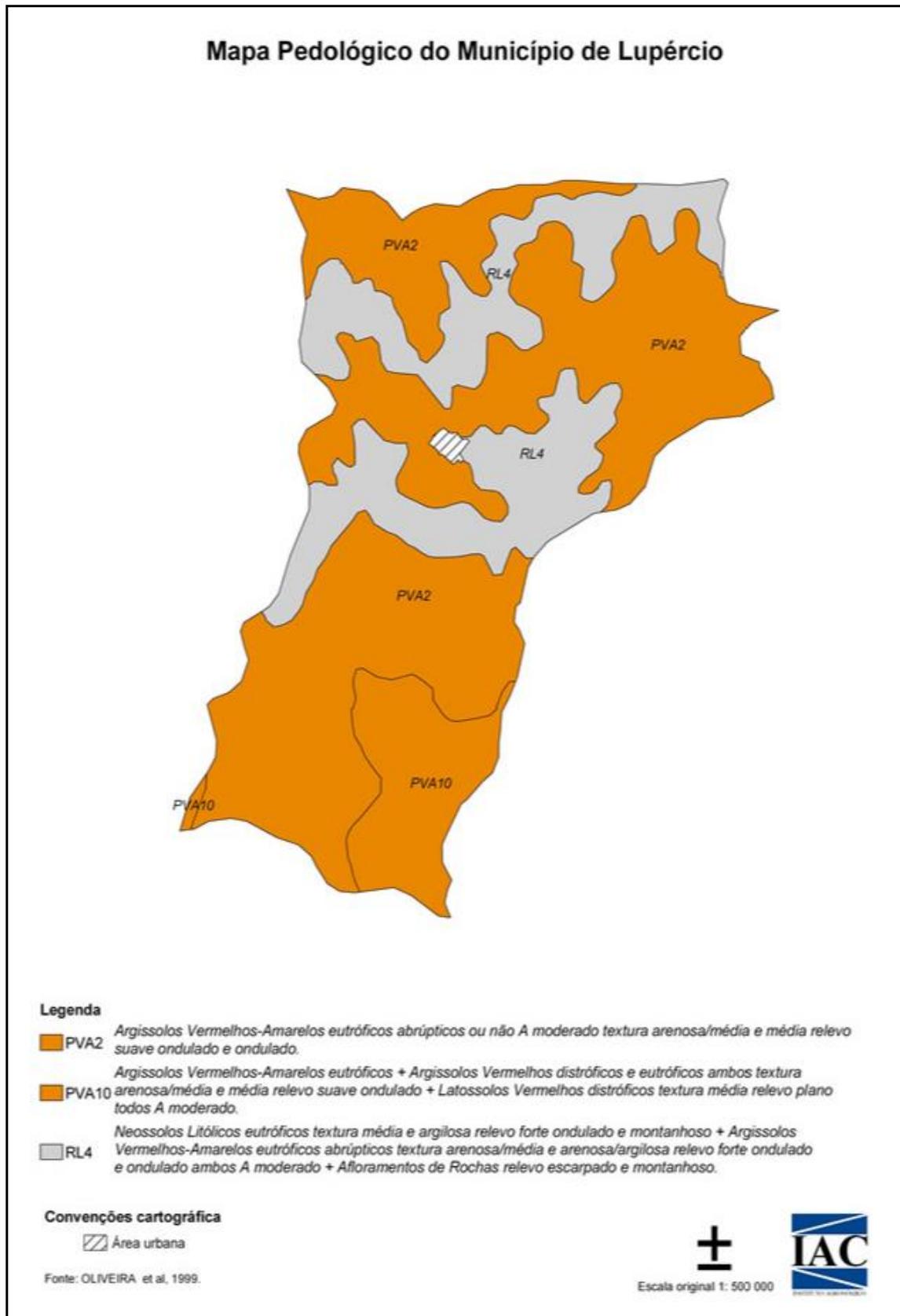


Figura 13 – Tipos de solos no Município de Lupércio



De acordo com dados do Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT), o município de Lupércio encontra-se em áreas consideradas de CRITICIDADE BAIXA quanto aos processos erosivos.

Apresenta em sua Geomorfologia relevo colinoso, com colinas amplas onde predominam interflúvios com área superior a 4 Km², topos extensos e aplainados, vertentes com perfis retilíneos a convexos. Drenagem de baixa densidade, padrão subdendrítico, com vales abertos, planícies aluviais interiores restritas, presença eventual de lagoas perenes ou intermitentes.

Geologicamente faz parte das Formações Marília e Adamantina.

Fica importante salientar que corpos de assoreamento foram identificados pela ausência de Matas ciliares nos corpos hídricos, pelo carreamento do solo descoberto, relevo e pedologia.

Na área Urbana, há a real necessidade do aumento das linhas coletoras de drenagem e das readequações dos lançamentos das águas pluviais.

3.4. SANEAMENTO E RESÍDUOS SÓLIDOS

O sistema de água e esgoto do município é operado pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP. Segundo o último Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo, elaborado pela CETESB, o município de Lupércio apresenta os seguintes números quanto ao esgotamento sanitário:

Tabela 1 – Dados de saneamento básico do município

UGRHI	Município	Concessão	População Urbana	Atendimento (%)		Eficiência	Carga Poluidora (kg DBO/dia)		ICTEM	Corpo Receptor
				Coleta	Tratamento		Potencial	Remanesc.		
17	Lupércio	SABESP	4027	100	100	84	217	35	9,50	Cór.Santo Anastácio

Fonte: Relatório de Qualidade das Águas Superficiais do Estado de São Paulo - CETESB

A eficiência do tratamento é de 84%.



O nível de atendimento ao abastecimento de água tratada para a população urbana do município é de 100%.

3.4.1. Pluviometria

Em relação à postos pluviométricos, de acordo com o Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, não há cadastro de postos pluviométricos no município de Lupércio, portanto utilizamos dados da cidade de Alvinlândia, mais próxima, onde há cadastro de um posto pluviométrico, conforme tabela.

Tabela 2 – Dados pluviométrico – D6-105

Município	Prefixo	Nome	Altitude	Latitude	Longitude
ALVINLANDIA	D6-105	ALVINLANDIA	660,000	22° 27' 00"	49° 46' 00"

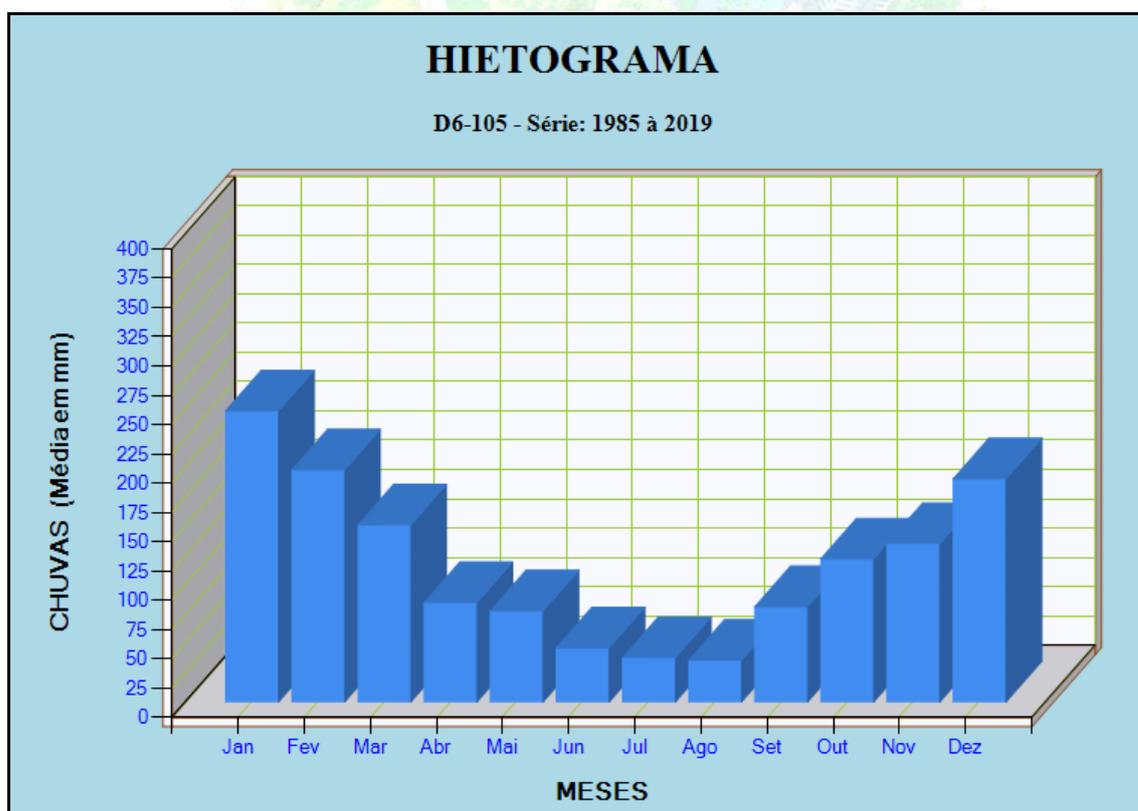


Gráfico 13 – Dados Pluviométricos – D6-105



3.4.2. Fluviometria

Já em relação aos dados fluviométricos, que medem as vazões dos rios, no município de Lupércio, segundo dados do DAEE, não existem postos de medição. Portanto, pegamos a cidade de Campos Novos Paulista, onde existe um posto de medição:

Tabela 3 - Fluviograma – vazões mensais

Município	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Área (Km ²)	Curso d'Água
CAMPOS NOVOS PAULISTA	7D-015	CAMPOS NOVOS PAULISTA	22° 36' 03"	50° 00' 22"	468,00	NOVO,R

Fonte: DAEE

3.4.3. Disponibilidade Hídrica

De acordo com os Relatórios de Situação dos Recursos Hídricos, bem como no Plano da Bacia Hidrográfica dos Rios Médio Paranapanema (CBH-MP), o município de Lupércio apresenta um confortável quadro em relação à quantidade de água nesses cursos d'água, conforme podemos observar no quadro seguinte.

A relação de Quantidade Média em relação à população total não é um fator preocupante, por não haver conflitos registrados na Bacia por questões relacionadas à quantidade de água disponível.

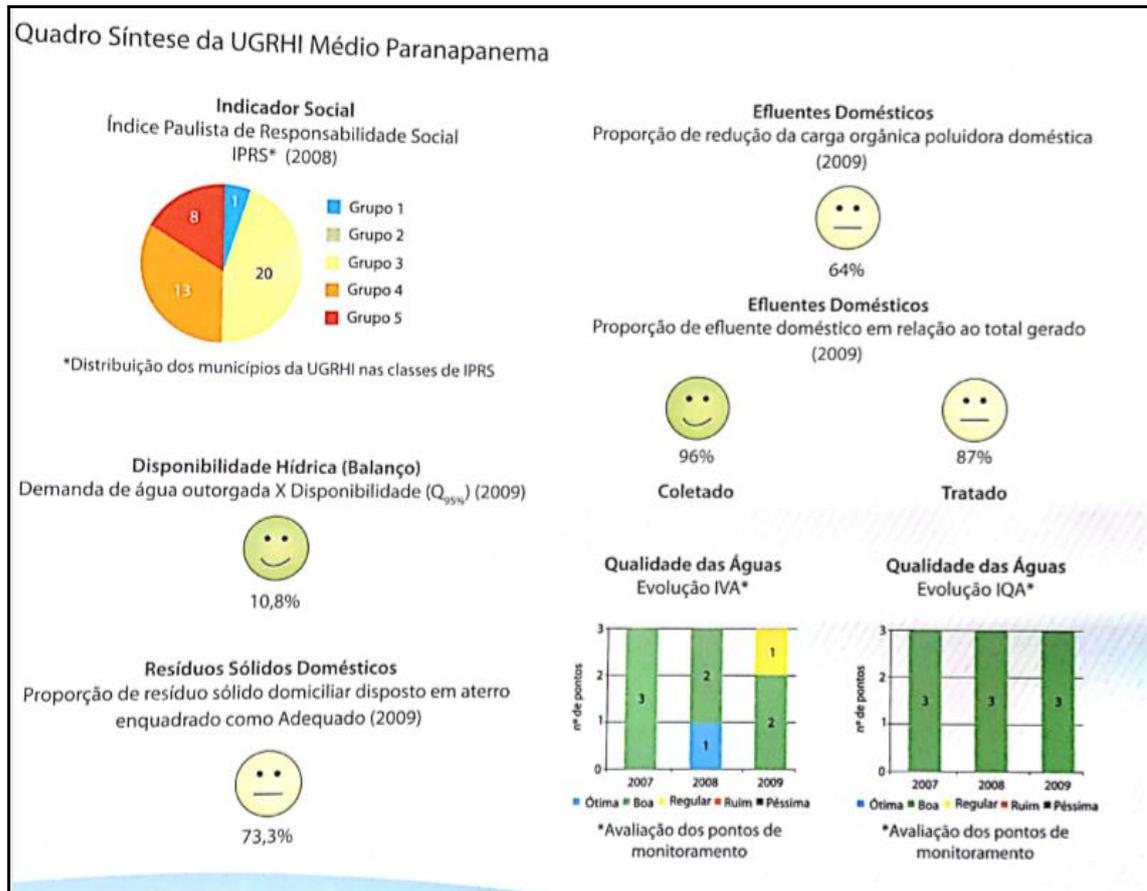


Figura 14 - Disponibilidade de Recursos Hídricos – UGRGHI 17

3.5. CLIMA

A região do centro oeste do Estado de São Paulo, na qual se localiza o município de Lupércio, caracteriza-se, segundo NIMER (1977), por clima tropical chuvoso (CWA-KOPEM) com inverno seco e verão chuvoso, clima quente, temperatura média em torno de 22.4°, onde o mês menos chuvoso tem precipitação de 18.0 mm. O mês mais frio tem temperatura média 19.0°C. É denominado de Clima de Monção, onde o regime de pluviosidade, e a conseqüente alternância entre estações seca e chuvosa, é governado pela monção, cujo efeito é causado pelo aparecimento sazonal de grandes diferenças térmicas entre os mares e as regiões continentais adjacentes nas zonas próximas dos bordos externos das células de circulação fechada da atmosfera terrestre, predominante nas latitudes equatoriais e tropicais (células de Hadley).

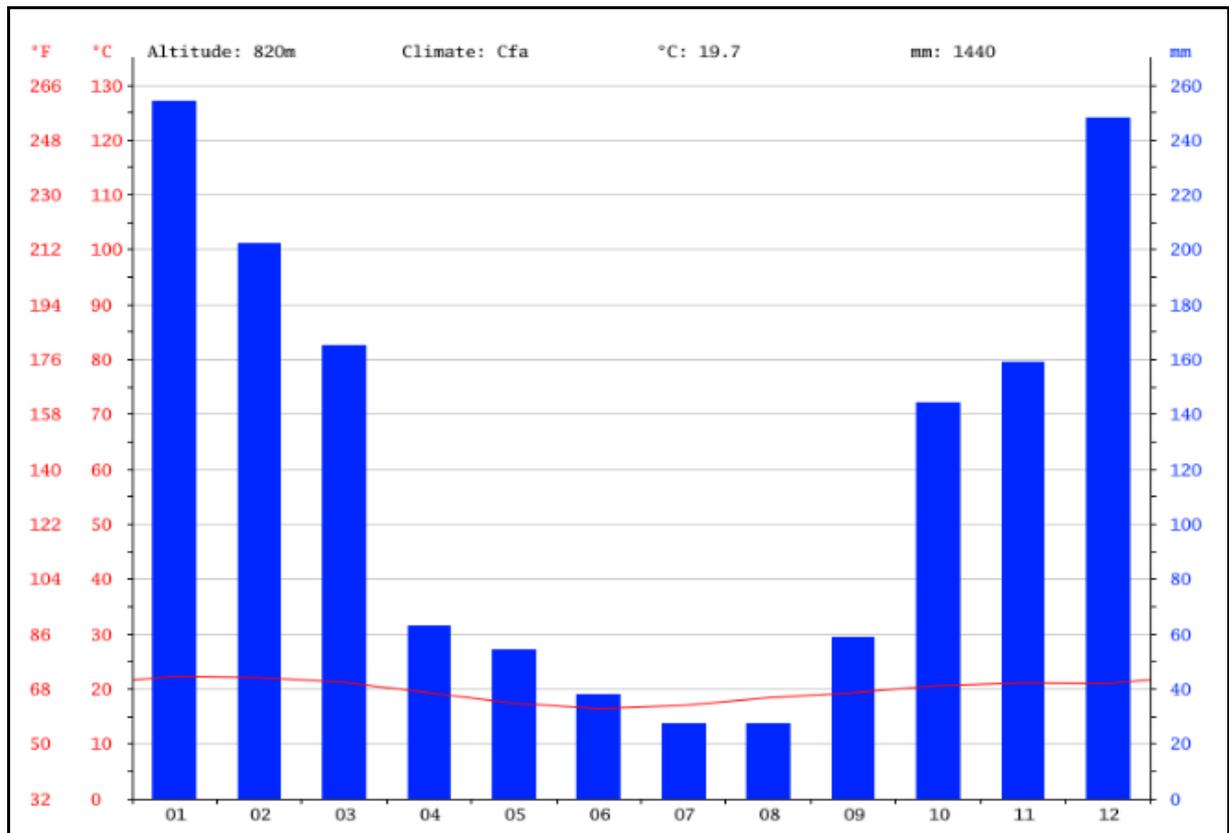


Gráfico 14 - Temperaturas e precipitações médias // clima em Lupércio

Fonte: CLIMATE

4. DEFINIÇÃO DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO

Uma bacia hidrográfica ou bacia de drenagem de um curso de água é o conjunto de terras que fazem a drenagem da água das precipitações para esse curso de água e seus afluentes.

A formação da bacia hidrográfica dá-se através dos desníveis dos terrenos que orientam os cursos da água, sempre das áreas mais altas para as mais baixas.

Essa área é limitada por um divisor de águas que a separa das bacias adjacentes e que pode ser determinado nas cartas topográficas. As águas superficiais, originárias de qualquer ponto da área delimitada pelo divisor, saem da bacia passando pela seção definida e a água que precipita fora da área da bacia não contribui para o escoamento na seção considerada.



5. CONSEQUÊNCIAS DA URBANIZAÇÃO NA DRENAGEM DAS BACIAS URBANAS DE LUPÉRCIO

O comportamento do escoamento superficial direto sofre alterações substanciais em decorrência do processo de urbanização de uma bacia hidrográfica, principalmente como consequência da impermeabilização da superfície, o que produz maiores picos e vazões.

O desmatamento causa aumento dos picos e volumes de cheias e, conseqüentemente, da erosão do solo; se o desenvolvimento urbano posterior ocorrer de forma desordenada, estes resultados deploráveis podem ser agravados com o assoreamento em canais e galerias, diminuindo suas capacidades de condução do excesso de água. Além de degradar a qualidade da água e possibilitar a veiculação de moléstias, a deficiência de redes de esgoto contribui também para aumentar a possibilidade de ocorrência de inundações. Uma coleta de lixo ineficiente, somada a um comportamento indisciplinado dos cidadãos, acaba por entupir bueiros e galerias e deteriorar ainda mais a qualidade da água. A estes problemas soma-se a ocupação indisciplinada das várzeas, que também produz maiores picos, aumentando os custos gerais de utilidade pública e causando maiores prejuízos. Os problemas advindos de um mau planejamento não se restringem ao local de estudo, uma vez que a introdução de redes de drenagem ocasiona uma diminuição considerável no tempo de concentração e maiores picos a jusante.

Estes processos estão inter-relacionados de forma bastante complexa, resultando em problemas que se referem não somente às inundações, como também à poluição, ao clima e aos recursos hídricos de uma maneira geral.

Os problemas de controle de poluição diretamente relacionados à drenagem urbana têm sua origem na deterioração da qualidade dos cursos receptores das águas pluviais no município de Lupércio, que além de aumentar o volume do escoamento superficial direto, a impermeabilização da superfície também faz com que a recarga subterrânea, já reduzida pelo aumento do volume das águas servidas (consequência do aumento da densidade populacional), diminua ainda mais, restringindo as vazões básicas a níveis que podem chegar a comprometer a qualidade das águas pluviais.



Logo se vê que estes problemas são inerentes ao processo de urbanização em si, como também ao manejo do solo rural, formando um emaranhado complexo de causas e efeitos, relacionados de forma não biunívoca. Portanto, tal complexidade não permite que possa haver soluções eficientes e sustentáveis que não abranjam todos os processos e suas inter-relações, o que exige que se atue sobre as causas.

Entretanto, os impactos decorrentes do processo de ocupação em uma bacia hidrográfica não são apenas de origem hidrológica. Não menos importantes são os impactos não-hidrológicos que, no caso específico de Lupércio, possuem relevância bastante significativa. Devido a suas características particulares, os impactos não-hidrológicos mais importantes no que concerne à drenagem urbana são provenientes justamente da ausência do sistema de drenagem no local.

Dentre os problemas relativos à ocupação do solo, sobressaem-se as consequências diretas da ausência absoluta da observação de normas que impeçam a ocupação de cabeceiras íngremes e de várzeas de inundação, isto tanto na área urbana quanto na zona rural, onde nesta última, por muitas vezes, não são respeitadas nem as Área de Proteção Permanentes definidas na Legislação Nacional.

A inexistência de controle técnico da distribuição racional da população, assim como do manejo adequado do solo rural, dificulta a construção de canalizações e de plantio de vegetação para que se possam eliminar áreas de armazenamento.

O desenvolvimento de um município exige que a capacidade dos condutos seja ampliada, o que aumenta os custos e acirra a disputa por recursos financeiros entre os diversos setores da administração pública, fazendo com que prevaleça, quase sempre, a tendência viciosa de se atuar corretivamente em pontos isolados da bacia hidrográfica, sendo que a escolha desses locais é frequentemente desprovida de quaisquer critérios técnicos.

A drenagem secundária é, então, sobrecarregada pelo aumento da vazão, fazendo com que ocorram impactos maiores na macrodrenagem do município.

Nota-se que os impactos de características não hidrológicas nas drenagens urbanas se originam, em sua totalidade, nos problemas sociais brasileiros, consequência dos interesses políticos locais e, em última instância, da estrutura



=====
organizacional cultural das pessoas. No entanto, cabe aos técnicos propor soluções para esses problemas de origem alheia à engenharia, mesmo em condições adversas, de difícil solução a curto e médio prazos.

Das fases básicas do ciclo hidrológico, talvez a mais importante para o engenheiro seja a do escoamento superficial, que é a fase que trata da ocorrência e transporte da água na superfície terrestre, pois a maioria dos estudos hidrológicos está ligada ao aproveitamento da água superficial e à proteção contra os fenômenos provocados pelo seu deslocamento.

A existência de água nos continentes é devida à precipitação. Assim, da precipitação que atinge o solo, parte fica retida quer seja em depressões quer seja como película em torno de partículas sólidas. Quando a precipitação já preencheu as pequenas depressões do solo, a capacidade de retenção da vegetação foi ultrapassada e foi excedida a taxa de infiltração, começa a ocorrer o escoamento superficial. Inicialmente, formam-se pequenos filetes que escoam sobre a superfície do solo até se juntarem em corredeiras, canais e rios. O escoamento ocorre sempre de um ponto mais alto para outro mais baixo, sempre das regiões mais altas para as regiões mais baixas até o nível do mar.

O processo do escoamento inclui uma série de fases intermediárias entre a precipitação e o escoamento em rios. Para entender o processo do escoamento é necessário entender cada uma destas fases. Esta sequência de eventos é chamada de ciclo do escoamento.

O ciclo do escoamento pode ser descrito em três fases: na primeira fase o solo está seco e as reservas de água estão baixas; na fase seguinte, iniciada a precipitação, ocorrem interceptação, infiltração e escoamento superficial; na última fase o sistema volta a seu estado normal, após a precipitação. Fatores como tipo de vegetação, tipo de solo, condições topográficas, ocupação e uso do solo, são fatores que determinam a relação entre vazão e precipitação.

1ª Fase:

Após um período de estiagem, a vegetação e o solo estão com pouca umidade. Os cursos d'água existentes estão sendo alimentados pelo lençol d'água



subterrâneo que mantém a vazão de base dos cursos d'água. Quando uma nova precipitação se inicia, boa parte da água é interceptada pela vegetação, e a chuva que chega ao chão é infiltrada no solo. Exceto pela parcela de chuva que cai diretamente sobre o curso d'água, não existe nenhuma contribuição para o escoamento nesta fase. Parte da água retida pela vegetação é evaporada.

2ª Fase:

Com a continuidade da precipitação, a capacidade de retenção da vegetação é esgotada, e a água cai sobre o solo. Se a precipitação persistir, a capacidade de infiltração do solo pode ser excedida, e a água começa a se acumular em depressões rasas, que em seguida se unem formando um filme de água sobre o solo, começando, então, a mover-se como escoamento superficial, na direção de um curso d'água. A água infiltrada no solo começa a percola na direção dos aquíferos subterrâneos. Finalmente, se a chuva continuar, o escoamento superficial ocorrerá de forma contínua, na direção de um rio. O nível do lençol freático poderá subir, fornecendo uma contribuição extra de água subterrânea ao escoamento.

Na maioria dos casos, a contribuição das águas subterrâneas para o escoamento superficial, devido à recarga pela chuva, ocorre quando a precipitação já cessou, devido à baixa velocidade do escoamento subterrâneo.

3ª Fase:

Quando a precipitação para o escoamento superficial rapidamente cessa, a evaporação e a infiltração continuam a retirar água da vegetação e de poças na superfície do solo. O nível do rio está agora mais alto do que no início da precipitação. A água que se infiltrou nas margens do rio, lentamente é liberada, na medida em que o nível do rio baixa até o nível em que permanece nos períodos secos.

O ciclo do escoamento em uma região árida ou semiárida é diferente do que ocorre em uma região úmida. Nas regiões árida e semiárida, a água subterrânea costuma estar em camadas muito profundas do solo, bem abaixo do leito dos rios.



Por isso, a maior parte da vazão dos rios depende apenas da precipitação e, como longos períodos de estiagem separam os períodos chuvosos, os rios são intermitentes.

6. O ESTUDO DA DRENAGEM URBANA DE LUPÉRCIO

Uma estratégia essencial para a obtenção de soluções eficientes para o dimensionamento do sistema de drenagem urbana do município de Lupércio é a presente elaboração da Atualização do Estudo de Drenagem.

A atualização do Estudo de Drenagem deve possibilitar a identificação das áreas a serem preservadas e em se tratando da área urbana, a seleção das que possam ser adquiridas pelo poder público antes que sejam ocupadas, loteadas ou que seus preços se elevem e tornem a aquisição proibitiva. É também fundamental a elaboração do zoneamento da várzea de inundação e o estabelecimento de um escalonamento cronológico e espacial da implantação das medidas necessárias, de forma tecnicamente correta e de acordo com os recursos disponíveis.

O projeto de drenagem de Lupércio deve ser articulado com as outras atividades urbanas (abastecimento de água e de esgoto, transporte público, planos viários, instalações elétricas, tipo de manejo do solo, etc.) de forma a possibilitar o desenvolvimento da forma mais harmonizada possível. Do estudo deve também constar a elaboração de campanhas educativas que visem a informar a população sobre a natureza e a origem do problema das degradações ambientais, sua magnitude e consequências.

É de capital importância, principalmente em se tratando da população mais carente, o esclarecimento da comunidade sobre as formas de solução existentes e os motivos da escolha de uma solução. A solicitação de recursos deve ser respaldada técnica e politicamente, dando sempre preferência à adoção de medidas preventivas de maior alcance social e menor custo.

Para tanto, são aqui apresentadas as seguintes etapas para a implantação com sucesso dos projetos no município de Lupércio:

- 1-). Determinação das características das bacias e sub-bacias de drenagem da área de estudo;



2-) Simulação do comportamento hidrológico das bacias para condições atuais e futuras, de acordo com o período de retorno estimado;

3-) Identificação das possíveis medidas estruturais e não estruturais cabíveis por parte da Prefeitura;

4-) Elaboração de diferentes cenários que quantifiquem os resultados da atuação do Poder Público local;**PRINCÍPIOS BÁSICOS**

Dado seu caráter técnico-político, os projetos executivos de Lupércio contam com o apoio dos poderes decisórios e da comunidade em geral, por se constituir em um documento político importante.

Nunca se pode esquecer que o sistema de drenagem não é isolado dos diversos sistemas que constituem a organização das atividades do município de Lupércio, fazendo parte de uma rede complexa, devendo, portanto, ser articulado com os outros sistemas, possibilitando a melhoria do ambiente urbano de forma ampla e harmônica na área de estudo do município.

Uma vez que as águas pluviais atinjam o solo, irá escoar, infiltrar ou ficar armazenada na superfície, independentemente da existência, ou não, de um sistema de drenagem adequado. Se o armazenamento natural for eliminado pela implantação de uma rede de drenagem sem a adoção de medidas compensatórias eficientes, o volume eliminado acabará sendo conduzido para outro local.

Em outras palavras, as galerias, os desvios e as reversões deslocam a necessidade de espaço para outros locais, ou seja, transportam o problema para baixo (jusante).

Em se tratando de gestão ambiental, deve-se levar em conta que a qualidade e a quantidade da água são variáveis indissociáveis e que devem sempre ser consideradas em conjunto. As consequências das degradações ambientais em áreas onde a água está deteriorada são muito mais graves, pois estes locais podem se transformar em fontes propagadoras de moléstias e enfermidades. Ademais, a boa qualidade das águas pluviais pode proporcionar recursos utilizáveis para a



recarga de aquíferos, irrigação, abastecimento industrial, combate a incêndios e recreação, entre outros benefícios.

Estas observações são princípios essenciais à elaboração do estudo realizado para a execução dos projetos executivos de microdrenagem urbana, e constituem a base fundamental sobre a qual devem ser orientadas todas as fases do processo de execução das obras posteriores.

7. HIDROLOGIA URBANA DE LUPÉRCIO

Normalmente, as bacias ocupadas pelo processo de urbanização são de porte pequeno e médio. Devido à variação natural dos parâmetros que influem no comportamento hidrológico da bacia, a distinção entre bacias pequenas e médias é imprecisa e até mesmo subjetiva. Comumente, bacias com tempo de concentração inferior a 1 hora e/ou área de drenagem não superior a 2,5 km² são classificadas como pequenas. Bacias com tempo de concentração superior a 12 horas e/ou área de drenagem maior que 1.000 km² se classificam como grandes; bacias médias se situam entre esses dois tipos.

Normalmente, as bacias ocupadas pelo processo de urbanização são de portes pequeno e médio. Devido à variação natural dos parâmetros que influem no comportamento hidrológico da bacia, a distinção entre bacias pequenas e médias é imprecisa e até mesmo subjetiva.

Na grande maioria das vezes, não se dispõe de registros de vazão nas áreas nas quais se pretende realizar obras de drenagem. No entanto, pode-se sintetizar as vazões de projeto por meio dos dados de precipitação. É nesse contexto que a classificação da bacia em pequena ou média é fundamental. Embora se possa utilizar o método racional em bacias pequenas, não é recomendável que o mesmo seja usado para o cálculo das vazões em bacias de porte médio. Devido à necessidade de se considerar a variação temporal da intensidade da chuva e o amortecimento na bacia de porte médio, são usadas, normalmente, técnicas baseadas na teoria do hidrograma unitário, pois do contrário as vazões de pico seriam superestimadas. A escolha do método de cálculo pode ser auxiliada por meio do quadro seguinte, o qual aponta alguns atributos das bacias pequenas e médias.



Tabela 4 – Classificação de bacias

Característica	Bacia pequena	Bacia média
Variação temporal da intensidade de chuva	Constante	Variável
Variação espacial da intensidade de chuva	Uniforme	Uniforme
Escoamento superficial	Predominante em superfícies	Em superfícies e canais
Armazenamento na rede de canais	Desprezível	Desprezível

7.1. PERÍODO DE RETORNO

Para se decidir o grau de proteção conferido à população de Lupércio com a construção das obras de drenagem, deve-se determinar a vazão de projeto. Deve-se, também, conhecer a probabilidade P de o valor de uma determinada vazão ser igualado ou superado em um ano qualquer. A vazão de projeto é imposta de tal forma que sua probabilidade P não exceda um determinado valor pré-estabelecido.

É difícil avaliar os danos resultantes de uma inundação, principalmente quando esses danos não passam de mero transtorno. Os prejuízos decorrentes de inundações (mesmo que não frequentes) de sarjetas e cruzamentos em áreas residenciais do município de Lupércio, podem até mesmo ser desprezíveis, se o acúmulo de água durar pouco de cada vez. Já em uma zona comercial da cidade, por exemplo, esse mesmo tipo de ocorrência pode causar transtornos mensuráveis.

A aplicação de métodos puramente econômicos para o estabelecimento do período de retorno é limitada pela impossibilidade de levar em conta aspectos que não podem ser expressos em termos monetários, por motivos éticos. Além disso, a relação benefício/custo é de difícil quantificação. Quanto maior o período de retorno adotado, maior será a proteção conferida à população de Lupércio; por outro lado não só o custo, como também o porte das obras e sua interferência no ambiente urbano serão maiores.

Devido a essas dificuldades em estabelecer o período de retorno de forma objetiva, sua escolha acaba recaindo sobre critérios técnicos. Quando a escolha do período de retorno adequado fica a critério exclusivo do projetista, pode-se usar os



valores do quadro seguinte, que são valores aceitos de forma mais ou menos ampla pelos técnicos e gozam de certo consenso.

Tabela 5 - Períodos de retorno em função da ocupação da área

Tipo de obra	Tipo de ocupação	Período de retorno (anos)
Microdrenagem	Residencial	2
Microdrenagem	Comercial	5
Microdrenagem	Áreas comerciais e artérias de tráfego	5-10
Macro-drenagem	Áreas Comerciais e residenciais	50-100

Para que se possa escolher o valor desejado, é fundamental a distinção entre *risco* e *período de retorno*. A probabilidade P da vazão de projeto ser igualada ou superada durante a vida útil da obra (N anos) é o inverso do período de retorno T, ou seja: $P=1/T$. Há, portanto, a cada ano, uma probabilidade de que a obra não falhe igual a $1-1/T$. Portanto, a possibilidade de que ela não venha a falhar em toda sua vida útil é $(1-1/T)^N$, o que implica que o risco, ou probabilidade de que a obra falhe pelo menos uma vez durante sua vida útil é $R=1-(1-1/T)^N$.

Uma vez obtido o período de retorno, conhece-se a tormenta de projeto e a chuva excedente. São, então, aplicadas técnicas que determinam o hidrograma de projeto através do hietograma da chuva excedente.

Para o dimensionamento da rede de galerias nos bairros envolvidos, foi utilizado um período de retorno de 10 anos, levando-se em consideração um maior fator de segurança, de acordo com os parâmetros citados anteriormente.

7.2. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

- - *Tempo de retardo* (t_r). É o intervalo de tempo entre os centros de gravidade do hietograma e do hidrograma.
- - *Tempo do pico* (t_p). É o intervalo entre o centro de massa do hietograma e o tempo em que ocorre o pico do hidrograma.
- - *Tempo de ascensão* (t_m). É o intervalo de tempo decorrido entre o início da chuva e o pico do hidrograma.



- - *Tempo de base* (t_b). É o tempo entre o início da precipitação e aquele em que a precipitação ocorrida já escoou através na superfície, ou que a superfície volta às condições anteriores à ocorrência da precipitação.
- - *Tempo de recessão* (t_e). É o tempo necessário para a vazão baixar até o ponto C, quando cessa o escoamento superficial.
- - *Tempo de concentração* (t_c). É o tempo necessário para que a água precipitada no ponto mais distante da bacia participe na vazão do fundo do vale. Esse tempo também é definido como o intervalo de tempo entre o fim da precipitação e o ponto de inflexão do hidrograma.

Entretanto, esses parâmetros estão inter-relacionados através de fórmulas empíricas o que torna suficiente o conhecimento apenas do tempo de concentração.

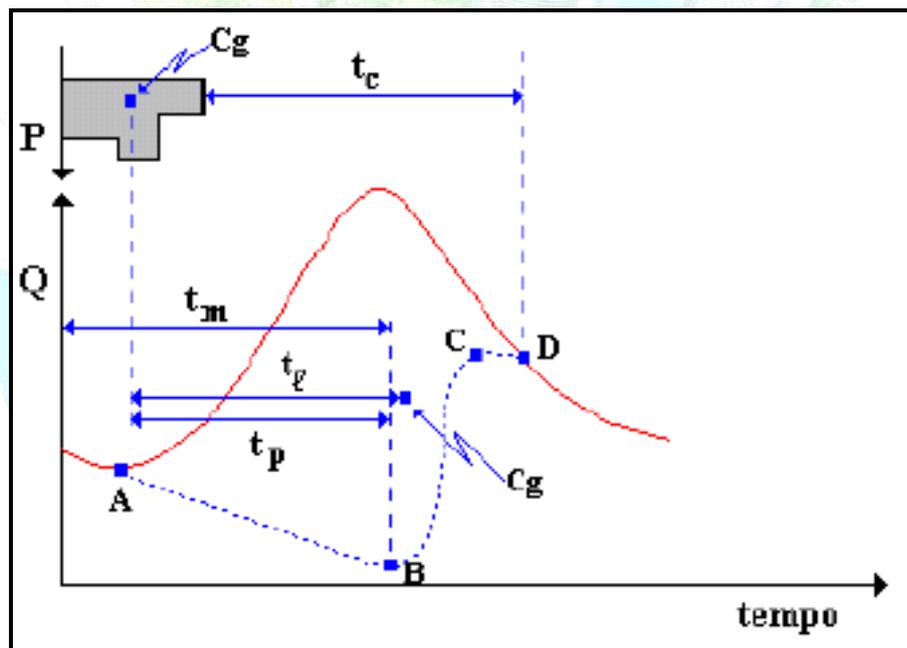


Figura 15 - Hidrograma típico

A grande quantidade de fórmulas que fornecem o valor do tempo de concentração em função das características da bacia e da intensidade de precipitação se originam de estudos experimentais e devem ser aplicadas em condições aproximadas àquelas para as quais foram determinadas. Cada fórmula procura representar um tipo diferente de escoamento, que podem ser classificados em três grupos:



=====

- *Escoamentos em superfícies.* Prevaecem em bacias diminutas e são constituídos de lâminas que escoam à baixa velocidade sobre planos. Dependem sobretudo da intensidade da chuva e da rugosidade e declividade da superfície. A extensão deste tipo de escoamento é raramente superior a 100 metros e, portanto, as fórmulas que os refletem podem ser aplicadas a aeroportos, parques de estacionamento, etc.

- *Escoamentos em canais naturais.* As velocidades são maiores que no caso anterior, pois prevaecem em bacias de maior porte, nas quais os canais são bem delineados, implicando em um escoamento mais eficiente. Escoamentos que se encaixam nesta categoria dependem menos da intensidade da chuva e da rugosidade do terreno, pois o tempo que a água demora para escoar no canal é maior que na superfície.

- *Escoamentos em canais artificiais e galerias.* As velocidades são ainda mais altas, pois este tipo de escoamento ocorre em bacias que tiveram suas condições primitivas modificadas por obras de drenagem, de maneira significativa.

Com maior ou menor predominância, as três categorias de escoamento ocorrem simultaneamente em uma mesma bacia, dependendo das características da mesma. Com certeza, na área de estudo de Lupércio temos essas ocorrências. As fórmulas mais usuais são apresentadas a seguir. Em todas elas, o tempo de concentração é obtido em minutos, a declividade S da bacia é dada em m/km e o comprimento L do talvegue, em km . Todas as fórmulas apresentam resultados semelhantes para $L = 10 km$, a partir do qual passam a divergir.

- **Fórmula de Kirpich.** Para ser utilizada em bacias não maiores que $0,5 km^2$ e declividades entre 3 e 10%.

$$t_c = 3,989 \frac{L^{0,770}}{S^{0,385}}$$



=====

Onde L é o comprimento do talvegue e S é sua declividade. Esta fórmula foi obtida para bacias com canais bem definidos e declividades altas. No entanto, o fato de ter sido desenvolvida para bacias tão pequenas, parece indicar que reflete o escoamento do primeiro tipo.

- **SCS Lag Formula.** Desenvolvida para bacias rurais com áreas de drenagem inferiores a 8 km².

$$t_c = 3,42 \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0,7} \frac{L^{0,8}}{S^{0,5}}$$

Onde CN é o número da curva (curve number) do método desenvolvido pelo Soil Conservation Service. Deve-se ajustar o valor de CN para bacias urbanas em função da parcela dos canais que foram modificados e da área impermeabilizada. Para uma ocupação não-homogênea do solo urbano, o SCS recomenda que seja feita uma média ponderada dos números da curva.

$$CN = \frac{\sum_{i=1}^k A_i \cdot CN_i}{A}$$

Como as velocidades de escoamento também se alteram, o SCS propõe que o tempo de concentração seja ajustado através da seguinte expressão:

$$F_a = 1 + PRCT(0,02185CN^3 + 0,4298CN^2 - 335CN + 6789) \times 10^6$$

Onde F_a é o fator de correção e PRCT é a porcentagem impermeabilizada da bacia.

- **Método Cinemático do SCS.** Para bacias compostas de trechos de declividades variáveis, esta fórmula se baseia no fato de que a somatória dos tempos de trânsito em cada trecho nada mais é que o tempo de concentração.



$$t_c = \frac{100}{6} \sum \frac{L}{V}$$

Do ponto de vista conceitual, este método é o mais correto, pois permite que se leve em conta as características específicas da bacia. O SCS propõe que se use o conteúdo do quadro seguinte para o cálculo das velocidades na parte superior da bacia onde há predominância de escoamento em superfície.

O quadro seguinte apresenta as velocidades médias para os diversos tipos de escoamentos.

Tabela 6 - Velocidades médias (m/s)

Tipo de escoamento	0% ≤ S ≤ 3%	4% ≤ S ≤ 7%	8% ≤ S ≤ 11%	S ≥ 12%
<i>Em superfície de:</i>				
-Florestas	0-0,5	0,5-0,8	0,8-1,0	1,0
-Pastagens	0-0,8	0,8-1,1	1,1-1,3	1,3
-Áreas cultivadas	0-0,9	0,9-1,4	1,4-1,7	1,7
-Pavimentos	0-2,6	2,6-4,0	4,0-5,2	5,2
<i>Em canais:</i>				
-Mal definidos	0-0,6	0,6-1,2	1,2-2,1	***
-Bem definidos	Manning	Manning	Manning	Manning

- **Fórmula de Dooge.** Foi determinada para bacias rurais com áreas de drenagem variando de 140 a 930 km², servindo para os três tipos de escoamento descritos, embora seja mais apropriada para escoamentos em canais.

$$t_c = 21,88 \frac{A^{0,41}}{S^{0,17}}$$

Onde A é a área de drenagem da bacia em km².



É recomendável que se calcule a velocidade média e compare o valor encontrado com os do quadro anterior. Também se recomenda que seja feita uma análise de sensibilidade do hidrograma de projeto com relação à rugosidade, número da curva e outros parâmetros que são determinados com alto grau de incerteza.

7.2.1. Precipitação Máxima Pontual: IDF

A IDF Intensidade - duração - frequência de um determinado local é obtida a partir de registros históricos de precipitação de pluviógrafos. Esta precipitação é o máximo pontual que possui abrangência espacial reduzida.

A curva IDF de determinado local fornece a intensidade da chuva (mmh-1) para uma dada duração t (horas) e período de retorno Tr (anos).

Para o tempo de retorno escolhido, calcular através da IDF selecionada a precipitação correspondente à duração, espaçadas pelo intervalo de tempo até a duração total. Por exemplo, sendo a duração total de 60 min e o intervalo de tempo de 10 min, calcula-se a partir da IDF as precipitações de 10, 20, 30, 40, 50 e 60 minutos. Estes valores são precipitações acumuladas, $Pa(t)$, para cada duração.

Considerando que a precipitação em cada intervalo de tempo é a diferença entre dois intervalos de tempo, obtém-se a primeira versão do hietograma. Por exemplo, a $Pi(t=30min) = Pa(30min) - Pa(20min)$. Geralmente este resultado mostrará o valor máximo no primeiro intervalo de tempo, portanto o hietograma deve ser reordenado para buscar cenários mais desfavoráveis; para reordenar o hietograma posicione o maior (primeiro) valor a 50% da duração, o segundo logo após ao anterior e o terceiro antes do maior valor e assim, sucessivamente.

8. ELEMENTOS DE MICRODRENAGEM URBANA DE LUPÉRCIO

Os elementos principais da microdrenagem que certamente deverão compor os sistemas da área urbana de Lupércio: os meio-fios, as sarjetas, as bocas-de-lobo, os poços de visita, as galerias, os condutos forçados, as estações de bombeamento e os sarjetões.



- =====
- *Meio-fio*: São constituídos de blocos de concreto ou de pedra, situados entre a via pública e o passeio, com sua face superior nivelada com o passeio, formando uma faixa paralela ao eixo da via pública.
 - *Sarjetas*: São as faixas formadas pelo limite da via pública com os meio-fios, formando uma calha que coleta as águas pluviais oriundas da rua.
 - *Bocas-de-lobo*: São dispositivos de captação das águas das sarjetas.
 - *Poços de visita*: São dispositivos colocados em pontos convenientes do sistema, para permitir sua manutenção.
 - *Galerias*: São as canalizações públicas destinadas a escoar as águas pluviais oriundas das ligações privadas e das bocas-de-lobo.
 - *Sarjetões*: São formados pela própria pavimentação nos cruzamentos das vias públicas, formando calhas que servem para orientar o fluxo das águas que escoam pelas sarjetas.

8.1. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS COMPONENTES

- ***Traçado preliminar das galerias***: O traçado das galerias deve sempre desenvolvido simultaneamente com o projeto das vias públicas, para evitar imposições ao sistema de drenagem que geralmente conduzem a soluções mais onerosas. Deve haver homogeneidade na distribuição das galerias para que o sistema possa proporcionar condições adequadas de drenagem a todas as áreas da bacia estudada.
- ***Coletores***: A rede coletora pode se situar sob o meio-fio ou sob o eixo da via pública, com recobrimento mínimo de 1,00 m e possibilitar a ligação das tubulações de escoamento das bocas-de-lobo, ligações estas que devem ter um recobrimento mínimo de 60 cm.



▫ **Bocas-de-lobo:** A localização das bocas-de-lobo obedece aos seguintes critérios: Quando for ultrapassada sua *capacidade de engolimento*, ou houver saturação da sarjeta, deve haver bocas-de-lobo em ambos os lados da via. Deverá haver bocas-de-lobo nos pontos mais baixos de cada quadra. Se não se dispuser de dados sobre a capacidade de escoamento das sarjetas, recomenda-se um máximo espaçamento de 60 m entre as bocas-de-lobo. Não se recomenda colocar bocas-de-lobo nas esquinas, pois os pedestres teriam de saltar a torrente em um trecho de descarga superficial máxima para atravessar a rua, além de ser um ponto onde duas torrentes convergentes se encontram. A melhor localização das bocas-de-lobo é em pontos um pouco à montante das esquinas.

▫ **Poços de visita.** Foram utilizadas medidas constantes do quadro seguinte, que apresenta o espaçamento máximo recomendado para os poços de visita. Deve haver sempre poços de visita nos pontos onde há mudança de direção, de declividade e de diâmetro e nos cruzamentos de vias públicas.

Tabela 7 - Espaçamentos entre poços de visita

Diâmetro do conduto (cm)	Espaçamento (m)
30	120
50 - 90	150
100 ou mais	180

▫ **Caixas de ligação:** Quando é necessária a construção de bocas-de-lobo intermediárias ou para evitar que mais de quatro tubulações cheguem em um determinado poço de visita, utilizam-se as chamadas caixas de ligação. A diferença entre as caixas de ligação e os poços de visita é que as caixas não são *visitáveis*.



9. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DOS COMPONENTES

9.1. RUAS E SARJETAS

A capacidade de descarga das sarjetas depende de sua declividade, rugosidade e forma. Se não houver vazão excessiva, o abaulamento das vias públicas faz com que as águas provenientes da precipitação escoem pelas sarjetas. O excesso de vazão ocasiona inundação das calçadas, e as velocidades altas podem até erodir o pavimento. Pode-se calcular a capacidade de condução das ruas e sarjetas sob duas hipóteses:

- a) *Água escoando por toda a calha da rua.* Admite-se que a declividade da via pública seja de 3% e que a altura da água na sarjeta seja de 15 cm;
- b) *Água escoando somente pelas sarjetas.* Neste caso se admite que a declividade da via seja também de 3%, porém com 10 cm de altura da água na sarjeta. Para os dois casos, usa-se normalmente a fórmula de Chézy com coeficiente de Manning:

$$V = \frac{\sqrt{S}}{n} R_h^{2/3}$$

Onde V é a velocidade na sarjeta em m/s, S é a declividade longitudinal da rua em m/m, R_h é o raio hidráulico e n é o coeficiente de rugosidade de Manning, adotado como 0,0167 para pavimentos comuns de vias públicas.

Deve-se levar em conta que as tensões de cisalhamento junto às paredes da sarjeta são irregulares, devido à profundidade transversalmente variável, o que ocasiona um escoamento não-uniforme, mesmo quando em regime permanente. Se a água da sarjeta se acumula em torno da boca-de-lobo, as características da boca-de-lobo serão mais determinantes na altura do escoamento que a sarjeta.



9.2. BOCAS-DE-LOBO

Há três tipos principais de bocas coletoras, como pode ser visto na figura seguinte.

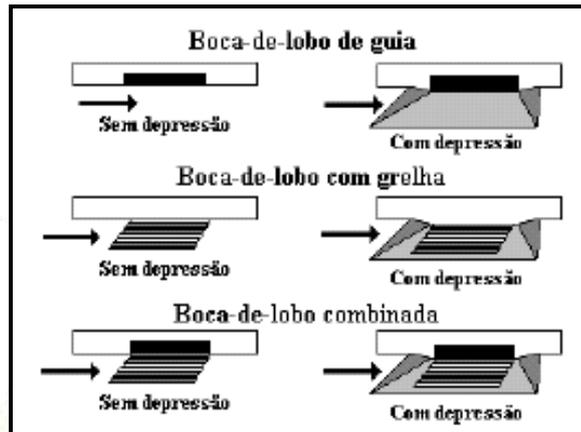


Figura 16 - Tipos de bocas-de-lobo

A água, ao se acumular sobre a boca-de-lobo com entrada pela guia, gera uma lâmina d'água mais fina que a altura da abertura no meio-fio, fazendo com que a abertura se comporte como um vertedouro de seção retangular, cuja *capacidade de engolimento* é:

$$Q = 1,7Ly^{3/2}$$

Onde Q é a vazão em m³/s, y é a altura da lâmina d'água próxima à abertura da guia e L é o comprimento da soleira em metros.

Se a altura da água superar o dobro da abertura no meio-fio, a vazão é calculada pela seguinte expressão:

$$Q = 3,101Lh^{3/2} \sqrt{\frac{2y-h}{2h}}$$

Onde h é a altura do meio-fio em metros. A opção por uma ou outra fórmula para $h < y < 2h$, fica a critério do projetista.



Para lâminas d'água de profundidade inferior a 12 cm, as bocas-de-lobo com grelha funcionam como um vertedouro de soleira livre, cuja equação é:

$$Q = 1,7Py^{3/2}$$

Onde P é o perímetro do orifício. Se um dos lados da grelha for adjacente ao meio-fio, o comprimento deste lado não deve ser computado no cálculo do valor de P.

Se a profundidade da lâmina for maior que 42 cm, a vazão deve ser calculada por:

$$Q = 2,91A_v\sqrt{y}$$

Onde A é a área livre da grade em m², ou seja: as áreas das grades devem ser excluídas. Como no caso anterior, o projetista deve se encarregar do critério a ser adotado para 12 cm < y < 42 cm.

Teoricamente, a capacidade de engolimento das bocas-de-lobo combinadas é aproximadamente igual à soma das vazões pela abertura na guia e pela grelha. A seguinte mostra detalhes de bocas-de-lobo em corte longitudinal.

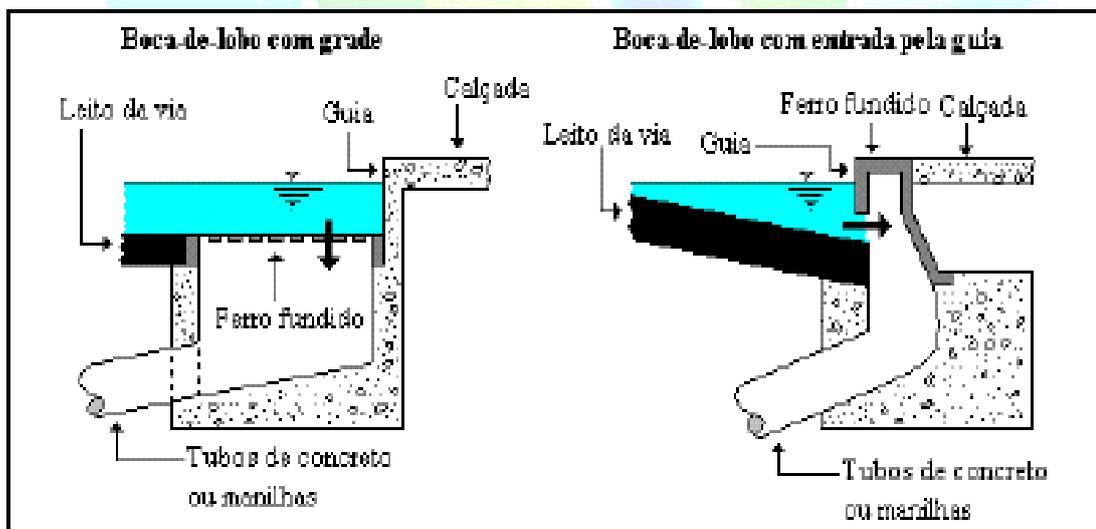


Figura 17 – Bocas de Lobo



9.3. GALERIAS

O dimensionamento das galerias é feito através das equações de Chézy, Manning e outras expressões adotadas para o escoamento da vazão de projeto em regime permanente uniforme. O problema principal é a determinação das declividades e dimensões mais econômicas. No entanto, as normas seguintes podem orientar a escolha desses parâmetros:

- ✓ Os condutos devem ser calculados para escoamento permanente e uniforme à seção plena, e com velocidade inferior a 5,00 m/s;
- ✓ Deve-se adotar condutos de no mínimo 600 mm de diâmetro para evitar obstruções;
- ✓ Nunca se deve diminuir as seções à jusante, pois qualquer detrito que venha a se alojar na tubulação deve ser conduzido até a descarga final;
- ✓ Para que se minimize o volume de escavação, a declividade dos condutos deve se adaptar o mais que for possível à declividade do terreno;
- ✓ Os ajustes nas conexões de condutos de seções diferentes devem ser feitos pela geratriz superior interna. Porém, isto não se aplica a junções de ramais secundários que afluem em queda aos poços de visita.
- ✓ Coeficiente de rugosidade de Manning para Tubos de concreto:
 - 0,012 muito boa;
 - 0,013 boa; (Sistema adotado)
 - 0,015 regular;
 - 0,016 má;



9.4. POÇOS DE VISITA

Além de proporcionar acesso aos condutos para sua manutenção, os poços de visita também funcionam como caixas de ligação aos ramais secundários. Portanto, sempre deve haver um poço de visita onde houver mudanças de seção, de declividade ou de direção nas tubulações e nas junções dos troncos aos ramais.

Geralmente, os poços são construídos de concreto, tijolos, blocos de concreto ou metal corrugado. A seguinte figura ilustra a forma mais usual de poços de visita de concreto ou de tijolos. O fundo do poço é, geralmente, de concreto e possui uma canaleta de seção semi-circular para o escoamento da água. Os ramais podem ser ligados diretamente ao poço, ou pode-se, através de uma queda externa, ligá-los ao fundo do poço. Quando a queda exceder 60 cm, normalmente, adota-se esta última solução. Se os condutos tiverem diâmetro superior a 1,20 m, o poço deve ser construído como esquematizado na figura seguinte.

As tampas dos poços, assim como as molduras onde se encaixam, devem ser de ferro fundido com peso variando entre 90 kg (quando submetida a tráfego leve) e 270 kg (em vias principais). As tampas não podem ser lisas para evitar que os veículos derrapem ao trafegar sobre elas. É aconselhável que as tampas sejam aferrolhadas, se houver possibilidade de saltarem por pressão de águas refluídas ou por explosão de gás de esgoto.

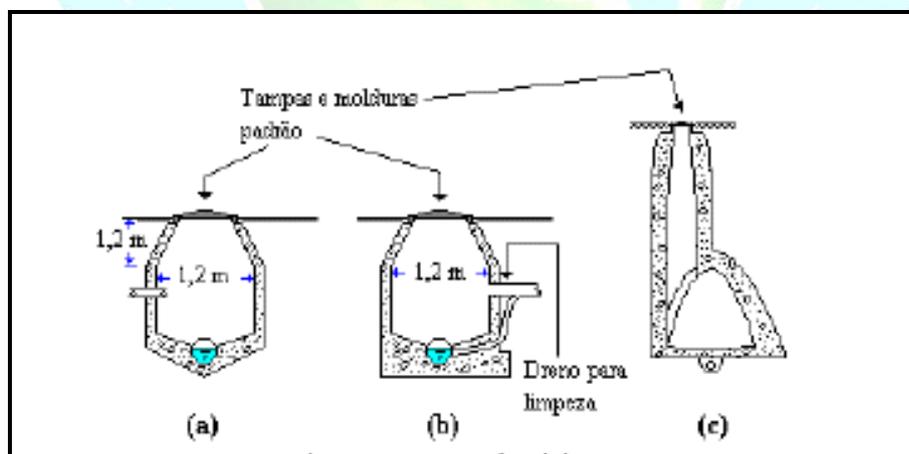


Figura 18 - Poços de visita



9.5. REDUÇÃO DA CAPACIDADE DE ESCOAMENTO

No caso das sarjetas de pequena declividade, multiplica-se o valor da capacidade calculada por um fator de redução que considera a obstrução por sedimentos. Recomenda-se o uso dos dados constantes do quadro seguinte:

Tabela 8 - Fatores de redução do escoamento nas sarjetas

Declividade da sarjeta	Fator de redução
0,4 %	0,50
1,0 % a 3,0 %	0,80
5,0 %	0,50
6,0 %	0,40
8,0 %	0,27
10,0 %	0,20

Tanto a obstrução ocasionada por detritos como a irregularidade do pavimento das vias públicas próximo às sarjetas fazem com que a capacidade real de engolimento das bocas-de-lobo seja inferior à calculada. Esta redução pode ser estimada por meio do quadro seguinte:

Tabela 9 - Fatores de redução da capacidade das bocas-de-lobo

Localização na sarjeta	Tipo de boca-de-lobo	Fator de redução
Ponto baixo	De guia	0,80
	Com grelha	0,50
	Combinada	0,65
Ponto intermediário	De guia	0,80
	Com grelha longitudinal	0,60
	Com grelha transversal ou longitudinal com barras	0,60
	transversais combinada	110% dos valores indicados para a grelha correspondente

Para as fases seguintes do projeto, estão previstos todos os dimensionamentos hidráulicos/hidrológicos, bem como o detalhamento de todo o



sistema de drenagem existente e proposto, considerando os diâmetros apropriados para cada situação.

10. PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA EXISTENTE

Neste capítulo são apresentadas as informações constantes no Plano Diretor de Drenagem Urbana Existentes no município de Lupércio, quanto à cadastro e projeções realizadas para as bacias de estudo do município. Para os próximos relatórios serão realizadas as projeções e redimensionamentos para atualização do Plano.

10.1. CADASTRAMENTO DO SISTEMA DE DRENAGEM

O cadastramento do sistema de drenagem foi realizado através de visita in loco pela equipe técnica de elaboração do Plano, onde foram identificadas e cadastradas as tubulações existentes, com seus respectivos diâmetros, as bocas de lobo, os dispositivos de saída, sarjetões, galerias, enfim, todo o sistema de drenagem do Município de Lupércio e da Vila Santa Terezinha, conforme imagens apresentadas a seguir.

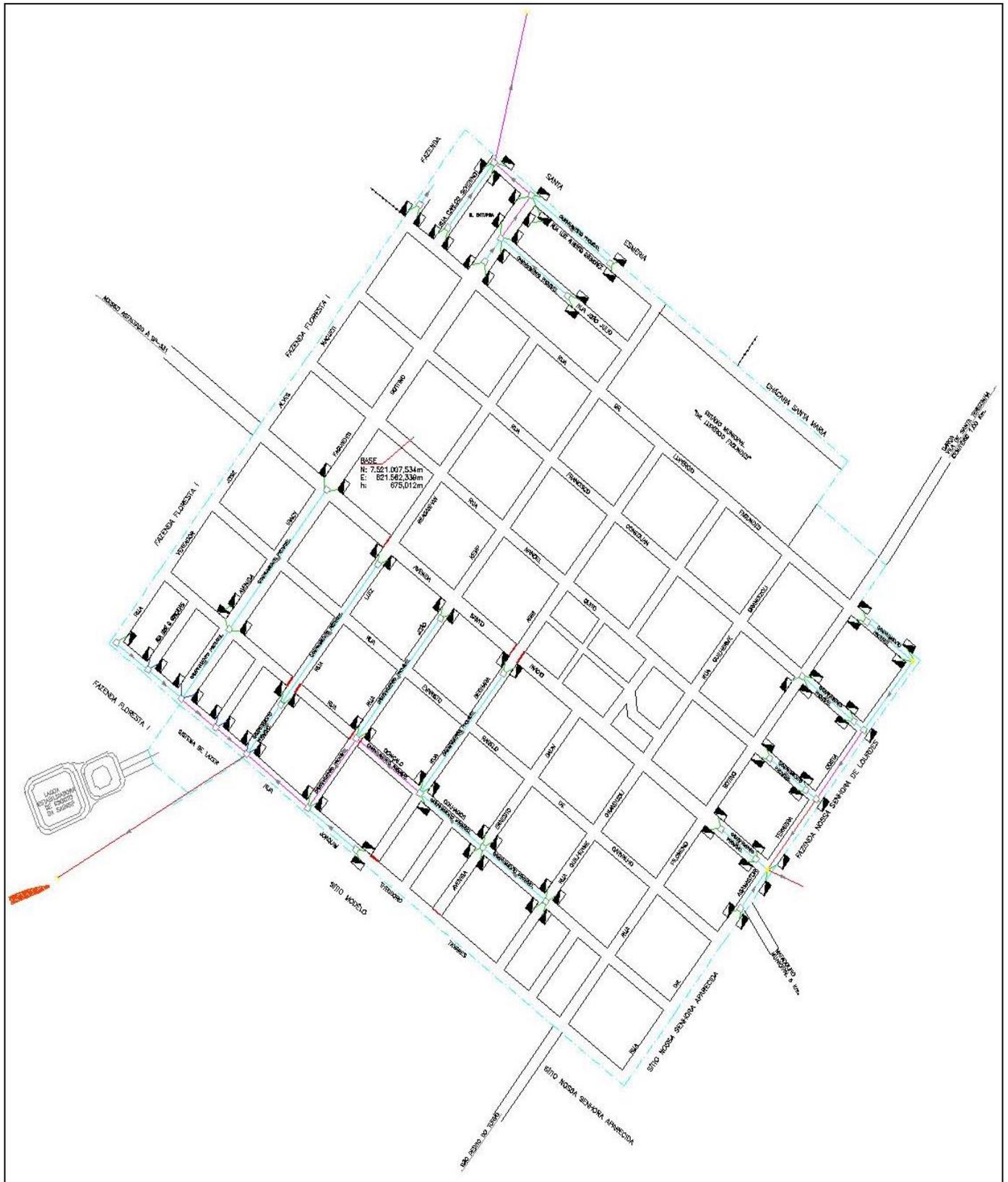


Figura 19 – Detalhe do mapa de Cadastramento do Sistema de Drenagem da cidade de Lupércio



De acordo com o estudo realizado no mapa de cadastramento do sistema de drenagem, foram levantados os seguintes dados:

Na **Rua Luiz Alberto Cremonez** existem 5 bocas de lobo simples, 5 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 6,111m de comprimento, o segundo com 6,304m, o terceiro com 8,931m, o quarto com 19,620m e o quinto com 11,371m), 1 tubo de concreto de Ø600mm com 111,269m de comprimento, 1 tubo de concreto de Ø800mm com 49,478m de comprimento, 3 caixas de passagem (sendo que 1 delas se encontra no cruzamento desta rua com a rua Carlos Severino, e a outra no cruzamento desta rua com a avenida Iracy Fagundes Bottino), 1 tubo de concreto de Ø800mm com 159,208m de comprimento e 1 dispositivo de saída;

Na **Rua João Júlio** existem 2 bocas de lobo simples, 2 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 11,920m e o segundo com 11,991m de comprimento), 1 tubo de concreto de Ø600mm com 92,918m de comprimento e 1 caixa de passagem;

Na **Rua Dr. Lupércio Fagundes** existem 4 bocas de lobo simples, 4 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 9,185m de comprimento, o segundo com 9,136m, o terceiro com 11,838m e o quarto com 11,507m), 1 tubo de concreto de Ø600mm com 62,254m de comprimento, 1 caixa de passagem e 1 poço de visita (este se encontra no cruzamento desta rua com a rua Dr. Adamastor Ferreira Costa);

Na **Rua Francisco Goneglian** existem 4 bocas de lobo simples, 4 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 10,727m de comprimento, o segundo com 10,973m, o terceiro com 8,187m e o quarto com 8,228m), 2 tubos de concreto de Ø600mm (o primeiro com 70,614m, o segundo com 9,036m de comprimento) e 2 caixas de passagem (sendo que 1 delas se encontra no cruzamento desta rua com a rua Filomeno Bontino);

Na **Rua Manoel Quito** existem 4 bocas de lobo simples, 4 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 7,934m de comprimento, o segundo com 8,060m, o



terceiro com 4,999m e o quarto com 5,031m), 2 tubos de concreto de Ø600mm (o primeiro com 47,742m e o segundo com 9,612m de comprimento) e 2 caixas de passagem;

Na **Avenida Santo Inácio** existem 3 sarjetões, 4 bocas de lobo simples, 4 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 9,001m de comprimento, o segundo com 9,087m, o terceiro com 7,558m e o quarto com 7,570m), 2 tubos de concreto de Ø600mm (o primeiro com 45,787m e o segundo com 11,360m de comprimento) e 2 caixas de passagem;

Na **Rua Gonçalo Colhados** existem 4 sarjetões, 2 bocas de lobo simples, 2 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 9,210m e o segundo com 11,003m de comprimento), 2 tubos de concreto de Ø600mm (o primeiro com 87,161m e o segundo com 87,090m de comprimento) e 1 tubos de concreto de Ø800mm com 88,385m de comprimento;

Na **Rua Joaquim Theodoro Tavares** existem 2 bocas de lobo simples, 2 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 8,565m e o segundo com 8,558m de comprimento), 3 tubos de concreto de Ø600mm (o primeiro com 65,612m de comprimento, o segundo com 40,755m e o terceiro com 43,674m) e 3 tubos de concreto de Ø800mm (o primeiro com 44,424m de comprimento, o segundo 39,550m e o terceiro com 85,680m);

Na **Rua Vereador José Alves Maçueti** existem 3 bocas de lobo simples, 3 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 11,064m de comprimento o segundo com 10,884m e o terceiro 11,029m), 1 tubo de concreto de Ø600mm com 23,161m de comprimento e 2 caixas de passagem (sendo que estas caixas de passagem se encontram no cruzamento desta rua com a rua Joaquim Theodoro Tavares);

Na **Rua Carlos Severino** existem 4 bocas de lobo simples, 4 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 10,884m de comprimento, o segundo com



11,029m, o terceiro com 10,643m e o quarto com 10,775m), 1 tubo de concreto de Ø600mm com 81,403m de comprimento e 1 caixa de passagem;

Na **Rua José G. Gonçalves** existem 2 bocas de lobo simples, 2 tubos de concreto de Ø300mm (o primeiro com 10,745m e o segundo com 10,621m de comprimento) e 1 caixa de passagem (sendo que estas caixas de passagem se encontram no cruzamento desta rua com a rua Joaquim Theodoro Tavares);

Na **Avenida Iracy Fagundes Bottino** existem 13 bocas de lobo simples (sendo que 1 boca de lobo, a que está ligada por 1 tubo de concreto de Ø400mm à uma caixa de passagem que passa pelo eixo central da rua, está entupida), 2 tubos de concreto de Ø300mm (o primeiro com 12,781m e o segundo com 12,839m de comprimento), 10 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 9,229m de comprimento, o segundo com 10,645m, o terceiro com 10,645m, o quarto com 10,616m, o quinto com 11,698m, o sexto com 11,610m, o sétimo com 12,195m, o oitavo com 12,219m, o nono com 7,622m e o décimo com 13,126m), 3 tubos de concreto de Ø600mm (o primeiro com 180,213m de comprimento, o segundo com 86,265m e o terceiro com 24,700m), 1 tubo de concreto de Ø800mm com 51,654m de comprimento e 5 caixas de passagem (sendo que 1 delas se encontra no cruzamento desta rua com a av. Santo Inácio, outra delas está localizada no cruzamento desta rua com a rua Gonçalo Colhados e a ainda a terceira que está localizada no cruzamento desta rua com a Joaquim Theodoro Tavares);

Na **Rua (sem nome) localizada paralelamente entre a avenida Iracy Fagundes Bottino e a rua Luiz Reaganhan** existem 2 bocas de lobo simples, 2 tubos de concreto de Ø300mm (o primeiro com 10,767m e o segundo com 10,813m de comprimento) e 1 caixa de passagem (sendo que esta caixa de passagem se encontra no cruzamento desta rua com a rua Joaquim Theodoro Tavares);

Na **Rua Luiz Reaganhan** existem 6 bocas de lobo simples, 2 tubos de concreto de Ø300mm (o primeiro com 10,856m e o segundo com 10,777m de comprimento), 4 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 8,321m de



=====

comprimento, o segundo com 8,309m, o terceiro com 10,824m e o quarto com 10,815), 2 tubos de concreto de Ø600mm (o primeiro com 180,478m e o segundo com 59,599m de comprimento), 3 caixas de passagem (sendo que 1 delas se encontra no cruzamento desta rua com a rua Joaquim Theodoro Tavares), 1 tubo de concreto de Ø1000mm com 253,776m de comprimento e 1 dispositivo de saída. Próximo ao dispositivo de saída, há uma área de erosão de 320m²;

Na **Rua João Kemp** existem 6 bocas de lobo simples, 2 tubos de concreto de Ø300mm (o primeiro com 10,950m e o segundo com 10,888m de comprimento), 4 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 8,335m de comprimento, o segundo com 8,446m, o terceiro com 10,741m e o quarto com 10,800m), 1 tubo de concreto de Ø600mm com 154,569m de comprimento, 1 tubo de concreto de Ø800mm com 86,953m de comprimento e 3 caixas de passagem (sendo que 1 delas se encontra no cruzamento desta rua com a rua Gonçalo Colhados e outra de delas se localiza no cruzamento desta rua com a rua Joaquim Theodoro Tavares);

Na **Rua Bechara Abib** existem 1 sarjetão, 4 bocas de lobo simples, 4 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 9,103m de comprimento, o segundo com 8,965m, o terceiro com 10,705m e o quarto com 10,840m), 1 tubo de concreto de Ø600mm com 153,805m de comprimento e 2 caixas de passagem (sendo que 1 delas se encontra no cruzamento desta rua com a rua Gonçalo Colhados);

Na **Avenida Ernesto Daun** existem 1 sarjetão, 4 bocas de lobo simples, 4 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 10,785m de comprimento, o segundo com 10,809mm o terceiro com 11,001m e o quarto com 10,654m) e 1 caixa de passagem (sendo que esta, se localiza no cruzamento desta avenida com a rua Gonçalo Colhados);

Na **Rua Guilherme Grandizoli** existem 4 bocas de lobo simples, 4 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 10,618m de comprimento, o segundo com 10,727m, o terceiro com 10,881m e o quarto com 10,596m) e 1 caixa de passagem



(sendo que esta, se localiza no cruzamento desta avenida com a rua Gonçalves Colhados);

Na **Rua Filomeno Botino** existe 1 boca de lobo simples e 1 tubo de concreto de Ø400mm com 9,357m de comprimento;

Na **Rua Dr. Adamastor Ferreira Costa** existem 6 bocas de lobo simples, 6 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 8,094m de comprimento, o segundo com 8,198m, o terceiro com 8,975m, o quarto com 9,459m, o quinto com 3,141m e o sexto com 3,021m), 2 tubos de concreto de Ø600mm (o primeiro com 45,775m e o segundo com 86,492m de comprimento), 1 tubo de concreto de Ø800mm com 85,906m de comprimento, 2 tubos de concreto de Ø1.000mm (o primeiro com 87,489m e o segundo com 42,439m de comprimento), 3 caixas de passagem (sendo que 1 delas se encontra no cruzamento desta rua com a rua Francisco Goneglian e outra que se localiza no cruzamento desta rua com a rua Manoel Quito) e 1 poço de visita (este se encontra no cruzamento desta rua com a avenida Santo Inácio);

VILA SANTA TEREZINHA

Na **Rua Presidente Artur da Costa e Silva** existem 4 tubos de concreto de Ø600mm (o primeiro com 89,181m de comprimento, o segundo com 87,909m, o terceiro com 88,369m e o quarto com 86,407m);

Na **Rua Dr. Nelson Ottoni Rezende** existem 2 sarjetões;

Na **Rua Santa Esméria** existem 6 sarjetões;

Na **Rua Presidente Castelo Branco** existem 6 bocas de lobo simples (sendo que 2 delas se encontram entupidas), 6 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 10,710m de comprimento, o segundo com 10,710m, o terceiro com 10,720m, o quarto com 10,658m, o quinto com 10,657 e o sexto com 10,856m), 2 tubos de concreto de Ø600mm (o primeiro com 87,000m e o segundo com 86,798m de



comprimento) e 3 caixas de passagem (sendo que a primeira delas se encontra no cruzamento desta rua com a rua Santa Esméria, a segunda se localiza no cruzamento desta rua com a rua Dr. Nelson Ottoni Rezende Presidente e a terceira se localiza no cruzamento desta rua com a rua Artur da Costa e Silva);

Na **Rua Francisco Ribeiro da Silva** existem 1 boca de lobo simples, 1 tubo de concreto de Ø400mm com 11,039m de comprimento e 1 caixa de passagem (sendo que esta, se encontra no cruzamento desta rua com a rua Presidente Artur da Costa e Silva);

Na **Rua Aristides José Nogueira** existem 4 bocas de lobo simples, 4 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 10,783m de comprimento, o segundo com 10,961m, o terceiro com 10,800m e o quarto com 10,919m), 1 tubo de concreto de Ø600mm com 87,023m de comprimento, 1 tubo de concreto de Ø800mm com 87,348m de comprimento e 2 caixas de passagem (sendo que a primeira delas se encontra no cruzamento desta rua com a rua Dr. Nelson Ottoni Rezende Presidente e a segunda se localiza no cruzamento desta rua com a rua Presidente Artur da Costa e Silva);

Na **Rua João Batista de Lima Figueiredo** existem 4 bocas de lobo simples, 4 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 10,814m de comprimento, o segundo com 10,860m, o terceiro com 10,689 e o quarto com 10,875m), 1 tubo de concreto de Ø600mm com 87,045m de comprimento e 2 caixas de passagem (sendo que a primeira delas se encontra no cruzamento desta rua com a rua Dr. Nelson Ottoni Rezende Presidente e a segunda se localiza no cruzamento desta rua com a rua Presidente Artur da Costa e Silva);

Na **Rua Vereador Israel Aparecido Bueno dos Santos** existem 4 bocas de lobo simples, 4 tubos de concreto de Ø400mm (o primeiro com 10,897m de comprimento, o segundo com 10,784m, o terceiro com 10,865m e o quarto com 10,797m), 1 tubo de concreto de Ø600mm com 86,509m de comprimento e 2 caixas de passagem (sendo que a primeira delas se encontra no cruzamento desta rua com



=====

a rua Dr. Nelson Ottoni Rezende Presidente e a segunda se localiza no cruzamento desta rua com a rua Presidente Artur da Costa e Silva.

10.2. ESTUDO DE SOLUÇÕES DO PDDU EXISTENTE

Bacia 1 - “Bacia do Matadouro”

A Bacia de contribuição do Matadouro, denominada **Bacia 2** está localizada na parte leste da malha urbana do Município, apresenta uma área de Drenagem de pouca influência na Malha urbana e conseqüentemente na zona rural.



Figura 21 – Bacia 1 - “Bacia do Matadouro”

Sistema Existente

O sistema existente consiste na captação superficial, tendo a Rua Dr. Adamastor Ferreira Costa como principal coletor das vias Av. Santo Inácio, Rua Manoel Quito, Rua Francisco Coneglian e Lupércio Fagundes

Sistema de Dissipação



O Sistema de dissipação é simples e lança diretamente sobre área de pastagem, precisando de reformas e readequações, para infiltrar em solo.

Sistema Proposto

Quanto ao sistema proposto consiste na ampliação de alguns trechos do sistema de microdrenagem principalmente na rua Filomeno Botino. E melhorias no sistema de dissipação e pós dissipação.

Sistemas Propostos para estruturas de pós dissipação

Executar dissipador com estruturas de enrocamento em pedras tipo gabião colchão na parte inferior das estruturas de dissipação, com execução de diques de infiltração, permitindo a infiltração das águas.

Conclusão

De um modo Geral a sub bacia de n.2 não apresenta grandes problemas, apenas no que tange nas estruturas de dissipação de energia, deve-se executar obras de readequação das estruturas bem como nas estruturas de pós dissipação com a construção de caixas secas e ou diques de infiltração.

Bacia 2 - “Bacia Rua Luiz Reganhan”

A Bacia de contribuição da Rua Luiz Raganhan, denominada **Bacia 2** está localizada na parte sul do Município de Lupércio, tem como contribuição as águas oriundas da parte central do município tendo como divisores a Rua Vereador. J Alves Maçueti, Francisco Coneglian e Guilherme Grandizoli.



Figura 22 – Bacia 2 - “Bacia Rua Luiz Reganhan”

Sistema Existente

O sistema existente de microdrenagem da **bacia 2**, consiste na coleta das vias públicas e do direcionamento para um único ponto de dissipação.

Apresenta o maior sistema de drenagem do município pela grande área de drenagem.

Possui captação superficial em quase toda área da bacia, direcionando para um único ponto de lançamento próximo as estações de tratamento de Esgotos Sanitários.

Sistema de Dissipação existentes

Os sistemas de dissipações existentes, não apresentam boas características funcionais, ocasionando o aparecimento de voçorocas e conseqüentemente carreamento de solos para o corpo hídrico.



Podemos traçar como alto índice de criticidade o dissipador da Bacia 2, que apesar de estar distante da malha urbana apresenta o aparecimento de erosão que deve ser contida.

Sistema Proposto

Quanto ao dimensionamento da tubulação da microdrenagem, o sistema proposto para um TR de 10 anos, apresenta características semelhantes ao sistema existente.

Foi proposta um aumento do sistema de captação superficial da rua Joaquim Teodoro Tavares, aumento do diâmetro de Lançamento.

Mas como prioridade, as melhorias previstas se darão nas estruturas pós dissipação onde hoje, apresentam os maiores problemas, como voçoroca e assoreamento dos cursos d'água.

Sistema Proposto para estruturas de pós dissipação

Solução 1ª

Executar dissipador com estruturas de enrocamento em pedras tipo gabião colchão na parte inferior das estruturas de dissipação, com reestruturação das erosões com contenção em Geotêxtil tecido na faixa de 80 metros de extensão.

Solução 2ª

Para aplicar melhor o orçamento que geralmente é escasso nos municípios de pequeno porte, deve-se de imediato efetuar correções na estrutura de dissipação existente fim da “Rua Luiz Reganhan” a fim de conter de imediato o avanço da Voçoroca.

Executar dique de contenção em terra, com bermas e curvas de nível, propiciando a percolação das águas pluviais, à montante do lançamento do curso hídrico.

Conclusão



Deve-se tomar medidas imediatas no que tange nas estruturas de dissipação, deve executar os trechos de proteção através de obras estruturais de conservação de solo, tais como proteção de margem e enrocamento.

Executar curvas de níveis e diques de contenção nas saídas dos dissipadores para a água, executar as trocas de tubulação propostas evitando assim o estrangulamento da rede.

Deve-se após realizar o controle das erosões o plantio de 300 metros lineares por 60 metros de largura totalizando 4.000 árvores, efetuando a preservação em área de preservação permanente e auxiliando na fixação do solo.

Bacia 3 - “Bacia Santa Esméria”

A Bacia de contribuição Santa Esméria, denominada **Bacia 3** está localizada na parte Norte do Município, apresenta uma pequena área de Drenagem de tendo como divisores de bacia a sub bacia 1 e a zona rural.

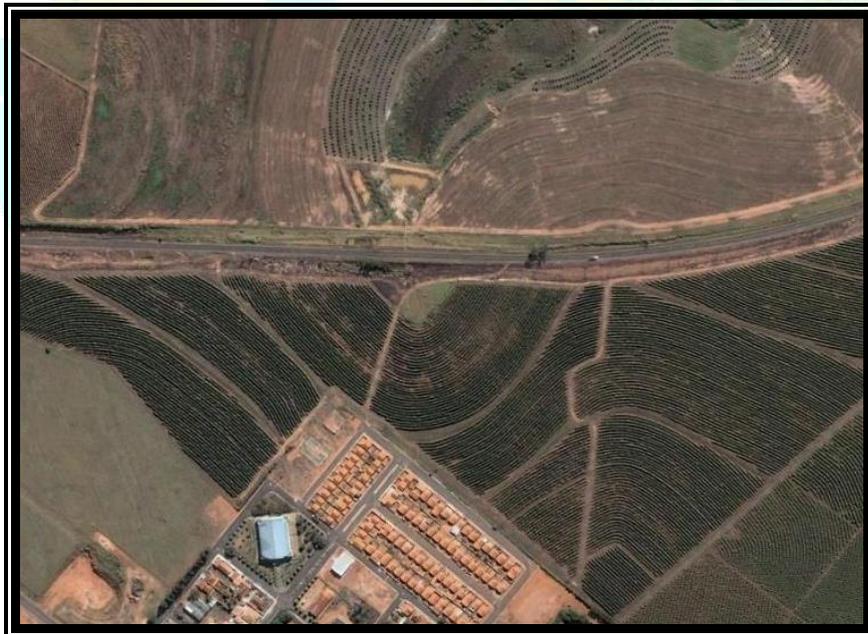


Figura 23 – Bacia 3 - “Bacia Santa Esméria”



Sistema Existente

O sistema existente de microdrenagem da **bacia 3** consiste na coleta das vias públicas e do direcionamento para um único ponto com uma estrutura de dissipação, em área de pastagem.

O Primeiro coletor principal se dá na Rua Luiz Alberto Cremones captando as águas das ruas Carlos Severino e João Júlio.

Sistema de Dissipação existentes

O sistema de dissipação existente localizado na zona rural que recebe as águas coletadas com diâmetro de 800 mm apresenta condições regular de funcionamento

Sistema Proposto

O sistema proposta para o sistema da microdrenagem em área urbana apresenta pouca alteração, apenas na ampliação na Rua João Kemp e melhoras no sistema de dissipação existente.

Conclusão

Em linhas gerais a **Bacia 3** não apresenta patologias consideradas, apenas a ampliação de pequeno porte da rua João Kemp.

Deve-se executar estrutura de acordo com projetos apresentados e construção de diques e curvas de nível evitando assim o carreamento de solo.

Sub Bacia 1/1 - “Bacia Santa Terezinha”



=====
A Bacia de contribuição do Distrito de Santa Terezinha, denominada **Sub Bacia 1/1** está localizada no distrito do Município de Lupércio, apresenta uma área de Drenagem que consiste em toda área do distrito de Santa Terezinha.



Figura 24 – Sub Bacia 1/1 - “Bacia Santa Terezinha”

Sistema Existente

O sistema existente consiste na captação superficial concentrando na parte norte do distrito a grande parte do sistema de microdrenagem de Santa Terezinha.

Toda rede é direcionada para a rua Presidente Arthur da Costa e Silva coletando as águas das ruas Pres. Castelo Branco, Aristides José Nogueira, João Batista de Lima Figueiredo, Israel Aparecido Bueno dos Santos.

Toda captação superficial direcionando para um único ponto e lançando para sistema de dissipação no sítio Bela Vista.



Sistema de Dissipação

O Sistema de dissipação é simples e lança diretamente sobre área de pastagem, precisando de reformas e readequações, para infiltrar em solo.

Sistema Proposto

Quanto ao sistema proposto consiste na melhora e readequação do sistema de dissipação de energia.

O dissipador deve ser em estruturas de enrocamento em pedras tipo gabião colchão na parte inferior das estruturas de dissipação, com execução de diques de infiltração, permitindo a infiltração das águas E melhoras no sistema de dissipação e pós dissipação.

Conclusão

De um modo Geral o sistema de drenagem de santa Terezinha não apresenta grandes problemas, apenas no que tange nas estruturas de dissipação de energia, deve-se executar obras de readequação das estruturas bem como nas estruturas de pós dissipação com a construção de caixas secas e ou diques de infiltração.

Podemos notar na fotografia aérea que estão sendo instaladas chácaras sobre a tubulação e a montante das nascentes, deve-se atentar para o traçado da tubulação respeitando os 50 metros de Raio em torno da nascente, fazendo a restauração da mata ciliar.



11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As etapas apresentadas neste trabalho auxiliam na padronização dos projetos de microdrenagem urbana no Município de Lupércio, pois especificam cada fase do projeto. Esta padronização garante a adequação do escoamento das águas pluviais, minimizando a ocorrência de área de risco de alagamento e proporcionando melhores condições de vida para a população e ganhos financeiros aos envolvidos.

As etapas para a elaboração de um projeto de microdrenagem urbana no Município de Lupércio compreendem:

- Cálculo da vazão do escoamento superficial;
- Cálculo da área de contribuição ou da bacia de contribuição;
- Cálculo da vazão da área de contribuição;
- Comparação entre as vazões do escoamento superficial e da área de contribuição;
- Nivelamento da rede projetada;
- Critérios de dimensionamento da galeria de águas pluviais (GAP);
- Determinação da quantidade de dispositivos;
- Elaboração do projeto gráfico, incluindo os elementos da GAP: dispositivos de captação, ramais, caixas de drenagem, redes e válvulas;
- Execução do orçamento e do parecer técnico.

A GAP é constituída pelos seguintes elementos: Dispositivos de captação, ramais, caixas de drenagem, redes e válvulas. Os dispositivos são elementos de captação das águas pluviais que escoam nas vias e sarjetas, podendo ser: Boca de lobo, boca de leão, grelha, combinação entre elas (Boca de lobo e leão) e suas variações: Simples, duplas, triplas, entre outras. A capacidade de absorção de uma boca de lobo de acordo com estudos hidráulicos é de 60 l/s. Para a boca de leão a capacidade é de 70 l/s. Para a combinação de boca de lobo e boca de leão a capacidade é de 120 l/s.



Levando-se em consideração o conjunto para elaboração de um plano de drenagem urbana, foi realizado e verificado a capacidade de escoamento de todas as vias no município de Lupércio, conforme imagem abaixo:

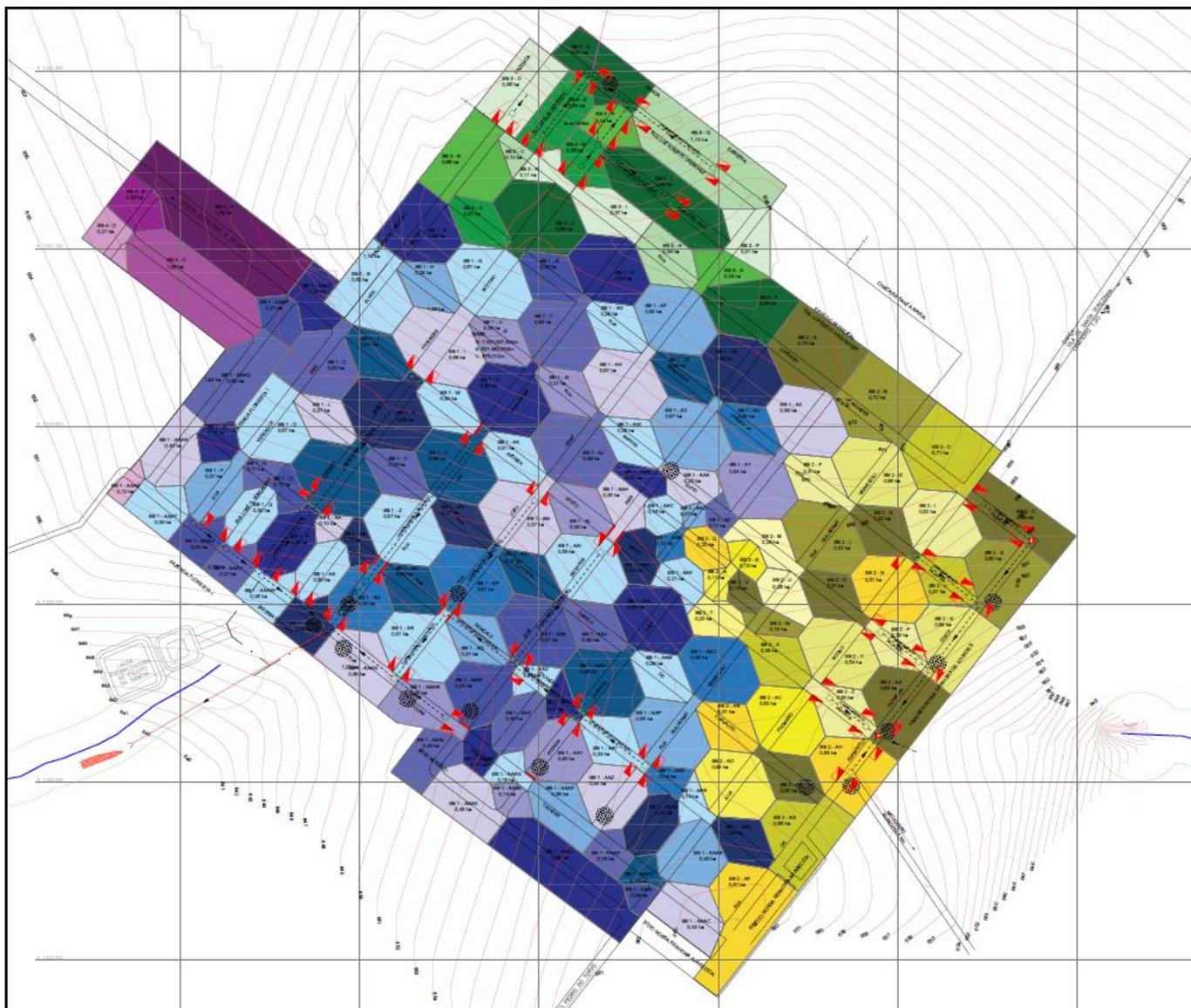


Figura 25 - Mapa de capacidade das vias (FL 02 em anexo)

A metodologia utilizada foi o cadastramento de toda rede existente e divisão de sub bacias para cada ponto de captação. Após isso, esses dados foram transportados em planilhas de cálculos específicas para verificação se o sistema existente suporta ou não uma precipitação intensa.

Abaixo temos uma imagem da planilha de cálculo utilizada.



PLANILHA DE CÁLCULO PARA VERIFICAÇÃO DA CAPACIDADE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL DAS VIAS URBANAS								LOCAL: LUPERCIO/SP		DATA: SETEMBRO/2021				
								BACIA: URBANA		FOLHA: 1 de 12				
BACIA DE ESTUDO	TRECHO (EST.)	EXTENSÃO (m)	CONTRIBUIÇÃO					CAPACIDADE					OBS.	
			t (min)	i (l/s.ha)	C	A (ha) - Acumulada	Q (m³/s)	L (m)	CAIXA A	B	I (m/m)	V (m/s)		Q (m³/s)
MB 01	RUA VEREADOR JOSÉ ALVES MAQUETI	80,87	10,90	408,316	0,80	0,5600	0,183	12,00	10,5937	6,0278	0,0364	2,020	1,149	S/ GALERIA
MB 01	RUA VEREADOR JOSÉ ALVES MAQUETI	91,17	11,91	397,597	0,80	1,1800	0,375	12,00	10,5937	6,0278	0,0548	2,481	1,412	S/ GALERIA
MB 01	RUA VEREADOR JOSÉ ALVES MAQUETI	96,39	12,98	386,883	0,80	1,7100	0,529	12,00	10,5937	6,0278	0,0282	1,780	1,013	S/ GALERIA
MB 01	RUA VEREADOR JOSÉ ALVES MAQUETI	91,84	14,00	377,217	0,80	2,2800	0,688	12,00	10,5937	6,0278	0,0455	2,260	1,286	S/ GALERIA
MB 01	RUA GONÇALO COLHADOS	48,77	10,54	412,234	0,80	0,1800	0,059	12,00	10,5937	6,0278	0,0213	1,547	0,880	S/ GALERIA
MB 01	RUA VEREADOR JOSÉ ALVES MAQUETI	92,27	15,03	367,997	0,80	2,8300	0,833	12,00	10,5937	5,8904	0,0340	1,954	1,067	S/ GALERIA
MB 01	AVENIDA IRACY FAGUNDES BOTTINO	79,78	10,89	408,447	0,80	0,6100	0,199	14,00	10,5937	6,0278	0,0499	2,366	1,346	S/ GALERIA
MB 01	RUA MANUEL QUITO	81,11	10,90	408,287	0,80	0,2900	0,095	12,00	10,5937	6,0278	0,0005	0,235	0,134	S/ GALERIA
MB 01	AVENIDA IRACY FAGUNDES BOTTINO	92,20	11,93	397,452	0,80	1,5800	0,502	14,00	10,5937	6,0278	0,0544	2,472	1,407	S/ GALERIA
MB 01	AVENIDA SANTO INÁCIO	81,84	10,91	408,198	0,80	0,3100	0,101	12,00	10,5937	6,0278	0,0007	0,287	0,163	S/ GALERIA
MB 01	AVENIDA IRACY FAGUNDES BOTTINO	96,43	13,00	386,741	0,80	2,5400	0,786	14,00	10,5937	6,0278	0,0343	1,963	1,117	S/ GALERIA
MB 01	RUA EVARISTO RABELO DE CARVALHO	81,30	10,90	408,264	0,80	0,2700	0,088	12,00	10,5937	6,0278	0,0080	0,947	0,539	S/ GALERIA
MB 01	AVENIDA IRACY FAGUNDES BOTTINO	91,82	14,02	377,084	0,80	3,4600	1,044	14,00	10,5937	6,0278	0,0511	2,394	1,362	S/ GALERIA
MB 01	RUA GONÇALO COLHADOS	34,39	10,38	414,015	0,80	0,1100	0,036	12,00	10,5937	6,0278	0,0268	1,733	0,986	S/ GALERIA
MB 01	RUA GONÇALO COLHADOS	46,72	10,90	408,287	0,80	0,2600	0,085	12,00	10,5937	6,0278	0,0051	0,759	0,432	S/ GALERIA
MB 01	AVENIDA IRACY FAGUNDES BOTTINO	92,26	15,04	367,872	0,80	4,1100	1,210	14,00	10,5937	6,0278	0,0493	2,353	1,339	S/ GALERIA
MB 01	RUA JOSÉ GABRIEL GONÇALVES	80,00	10,89	408,421	0,80	0,3000	0,098	12,00	10,5937	6,0278	0,0405	2,132	1,213	S/ GALERIA
MB 01	RUA LUIZ REAGANHAN	79,46	10,88	408,486	0,80	0,5400	0,176	12,00	10,5937	6,0278	0,0154	1,313	0,747	S/ GALERIA
MB 01	RUA FRANCISCO CONEGLIAN	80,02	10,89	408,418	0,80	0,3000	0,098	12,00	10,5937	6,0278	0,0027	0,555	0,316	S/ GALERIA
MB 01	RUA LUIZ REAGANHAN	92,03	11,91	397,596	0,80	1,4000	0,445	12,00	10,5937	6,0278	0,0598	2,590	1,474	S/ GALERIA
MB 01	RUA MANUEL QUITO	80,25	10,89	408,391	0,80	0,2800	0,091	12,00	10,5937	6,0278	0,0217	1,560	0,888	S/ GALERIA
MB 01	RUA LUIZ REAGANHAN	93,12	12,95	387,235	0,80	2,2600	0,700	12,00	10,5937	6,0278	0,0460	2,271	1,292	S/ GALERIA

Figura 26 - Planilha de cálculo da capacidade das vias (Em anexo)

De acordo com o estudo realizado, verificou-se que:

➤ BACIA 01

As redes de drenagem existentes são satisfatórias, porém, o direcionamento e captação das águas pluviais deixaram a desejar. Sendo assim, foi proposto a implantação de 11 sarjetões e mais 4 bocas de lobo simples. Já no trecho da dissipação, foi proposto uma escada hidráulica para tubulação com diâmetro de 1.200 mm e 1 caixa de passagem. Dessa forma, o sistema de drenagem na bacia 01 estará suficiente para a precipitação intensa no período de retorno de 10 anos.

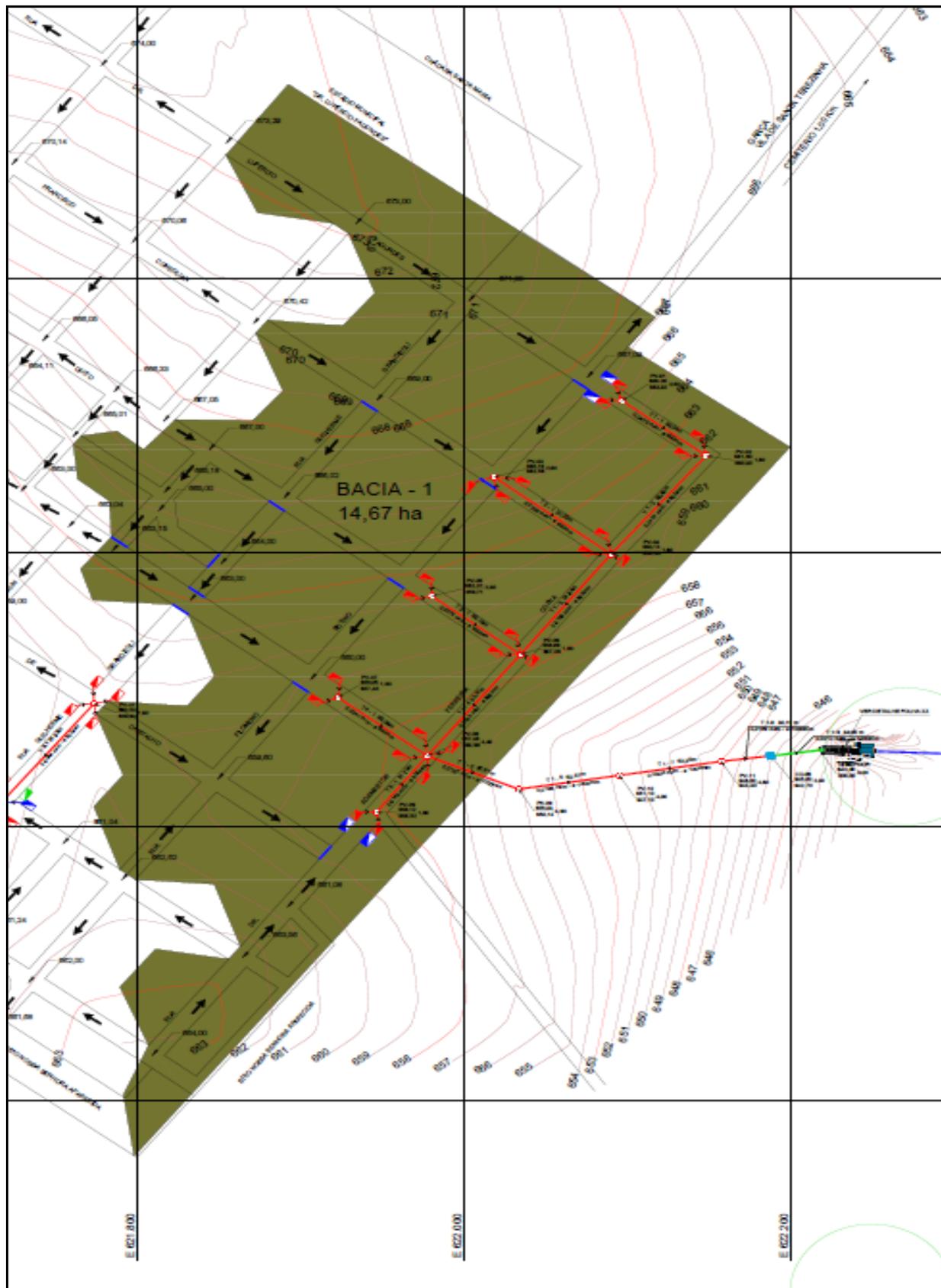


Figura 27 - Projeto executivo da bacia 01 (FL 07 em anexo)



➤ **BACIA 02**

As redes de drenagem existentes na bacia 2 são de certa forma satisfatória, porém, para uma melhor funcionabilidade, foi projetado algumas redes nas ruas:

1. Rua João Kemp – implantação de um trecho a montante do sistema existente com 2 bocas de lobo dupla e 2 bocas de lobo simples com tubulação de 600 mm;
2. Rua Luiz Reaganhan - implantação de um trecho a montante do sistema existente com 2 bocas de lobo dupla e 2 bocas de lobo simples com tubulação de 600 mm;
3. Rua Bechara Abib – implantação de 4 bocas de lobo dupla a montante da rede existente;
4. Rua Vereador José Alves Magueti – implantação de 2 bocas de lobo dupla a montante do sistema existente e mais 3 bocas de lobo ao longo do trecho;
5. Rua Joaquim Theodoro Tavares – implantação de 2 redes de drenagem a montante do lado direito com diâmetro de 600 mm com um total de 8 bocas de lobo dupla e 4 simples. Esse trecho por ser um fundo de vale, requereu mais atenção, sendo necessário em sua jusante a implantação de um sistema de drenagem bem mais eficaz com redes de 1500 mm com simples e dupla seção interligadas em caixas de passagens e ao final um dissipador eficiente para suportar a vazão de 4,18 m³/s.

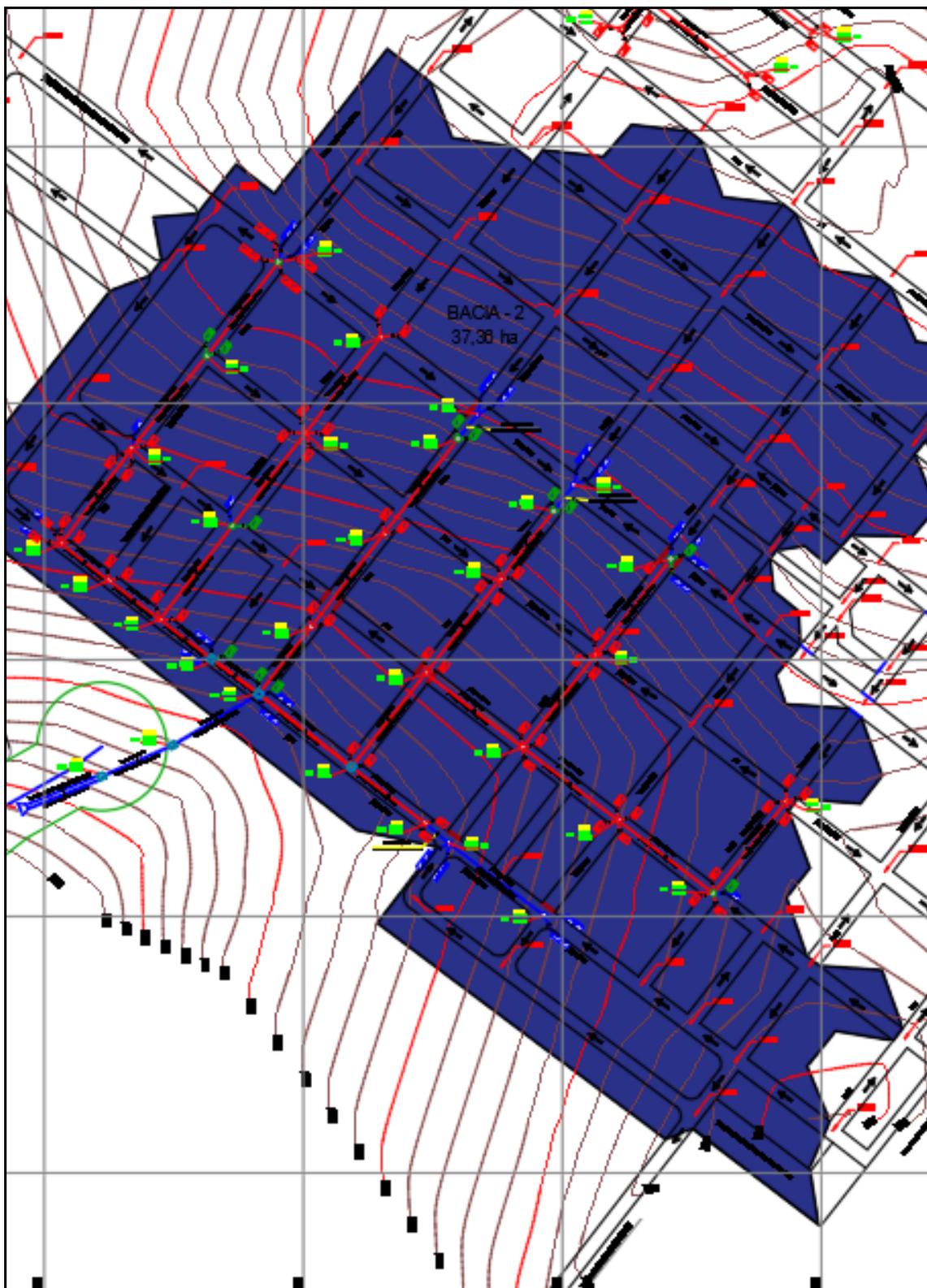


Figura 28 - Projeto executivo da bacia 02 (FL 08 em anexo)



12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO NETTO, J.M & ALVAREZ, G.A. Manual de hidráulica. 6ª ed. São Paulo: Editora Blucher, 1973.

DAEE / CETESB. Drenagem urbana: Manual de projeto. 2ª ed., São Paulo: DAEE / CETESB, 1980.

DAEE. Manual de Cálculo das vazões máximas, médias e mínimas nas bacias hidrográficas do Estado de São Paulo. São Paulo: DAEE, 1994.

IPT. Estudo de Macrodrenagem de Valentil Gentil – SN Engenharia e Consultoria, 2007.

LENCASTRE, A. Manual de hidráulica Geral. São Paulo: Editora Edgar Blucher, 1972.

PORTO, R. Melo. Hidráulica básica. Lupércio: EESC / USP, 1998.

RIGUETTO, A. Marozzi. Hidrologia e recursos hídricos. Lupércio: EESC/ USP, 1998. São Paulo. Secretaria de Recursos Hídricos, Saneamento e Obras.

Departamento de Água e Energia Elétrica. Síntese do Relatório de Situação dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo. São Paulo: Departamento de Água e Energia Elétrica, 1999.

TUCCI, C.E.M. Hidrologia, ciência e aplicação. São Paulo: ABRH / EDUSP, 1993.

TUCCI, C.E.M.; PORTO, R.L.L.; BARROS, M.T. Drenagem Urbana. Porto Alegre: ABRH / UFRGRS, 1995.



- WILKEN, Paulo Sampaio, 1978, *Engenharia de Drenagem Superficial*, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 478 p;
- NETTO, Azevedo José M., 1982, *Manual de Hidráulica*, 7 ed, São Paulo, Edgard Blucher;
- DER – Departamento de Estradas de Rodagem, *Manual de Drenagem do DER*;
- NBR 12266 – Projeto e Execução de valas para assentamento de tubulação de água, esgoto ou drenagem;
- NBR 8893 – Tubo de Concreto para Drenagem.

Lupércio, 28 de setembro de 2021

Edson Geraldo Sabbag Junior

Engenheiro Civil

CREA: 5061405394