



PREFEITURA MUNICIPAL DE SALMOURÃO

**ESTUDO DE MACRODRENAGEM E
MICRODRENAGEM DO MUNICÍPIO**

SALMOURÃO - SP



CONTRATANTE:

PREFEITURA MUNICIPAL DE SALMOURÃO

CNPJ: 46.477.618/0001-48

PRAÇA DA BANDEIRA, 600,

CENTRO

CEP: 17.720-000

FONE/FAX: (18) 3557-1192

CONTRATADA:

MEP CONSULTORIA E AMBIENTAL LTDA

CNPJ: 12.561.325/0001-22

RUA COSTA E LIMA, 209

BAIRRO: BOA VISTA

CEP: 17.501-500

MARÍLIA - SP

TELEFONE: (14) 3413-5643





PREFEITURA MUNICIPAL DE SALMOURÃO

EQUIPE TÉCNICA

- **ENGENHEIRO CIVIL:**
ANDRÉ PAVARINI / CREA - 5061281496
- **ARQUITETA:**
TASSIANE PEPE / CAU - 5061508879
- **TÉCNICO EM INFORMÁTICA:**
LUIZ CARLOS GALLI NETO
- **ENGENHEIRO AGRIMENSOR:**
RENATO CÉSAR BURANELLO / CREA - 0601303185-SP
- **GEÓLOGO:**
EVANDRO DALBEM / CREA - 060.168.050-9
- **TÉCNICO EM TOPOGRAFIA:**
CHIGUEO SÉRGIO YOKOGAWA / CREA - 506.177.874-9
- **AUXILIARES DE CAMPO:**
KLEBER GONÇALVES VIANA
BENTO ROBERTO DIAS DA SILVA
ANDERSON RICARDO DA SILVA
- **AUXILIARES DE TOPOGRAFIA:**
LEONARDO PINHEL
FERNANDO HENRIQUE BAIO
ARNALDO AUGUSTO SARAIVA

SUMÁRIO

SUMÁRIO	4
FIGURAS	6
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:	14
3.1.2 – TAXA GEOMÉTRICA DE CRESCIMENTO ANUAL DA POPULAÇÃO:	14
3.1.3 – GRAU DE URBANIZAÇÃO:	15
3.1.4 – TAXA DE MORTALIDADE INFANTIL:	15
3.1.5 – ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO MUNICIPAL – IDHM:	16
3.1.6 – OUTROS INDICADORES:	17
3.2 – POLÍTICA URBANA	20
3.3 – USO DO SOLO RURAL	21
3.3.1 – PRINCIPAIS CULTURAS IDENTIFICADAS NO TERRITÓRIO DE SALMOURÃO	21
3.3.2 – PRINCIPAIS ATIVIDADES DE EXPLORAÇÃO ANIMAL EM SALMOURÃO	23
3.4 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICA	24
3.5 – SANEAMENTO E RESÍDUOS SÓLIDOS	26
3.6 – ACERVO E BASE DE DADOS DO MUNICÍPIO	26
3.7 – HIDROLOGIA REGIONAL	27
3.7.1 – PLUVIOMETRIA	27
3.7.2 – FLUVIOMETRIA	28
3.7.3 – DISPONIBILIDADE HÍDRICA	29
3.8 – CLIMA	30



4 – DEFINIÇÃO DAS BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO	31
5 – CONSEQUÊNCIA DA URBANIZAÇÃO NA DRENAGEM DAS BACIAS DE SALMOURÃO	31
6 – O ESTUDO DA MACRODRENAGEM DE SALMOURÃO	35
6.1 – PRINCÍPIOS BÁSICOS	37
7 – CLASSIFICAÇÃO DAS BACIAS URBANAS DO MUNICÍPIO DE SALMOURÃO	38
7.1 – PERÍODO DE RETORNO	39
7.2 – TEMPO DE CONCENTRAÇÃO	40
7.3. - PRECIPITAÇÃO MÁXIMA PONTUAL: IDF	45
8 – ELEMENTOS DE MICRODRENAGEM URBANA DE SALMOURÃO	47
8.1 – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS COMPONENTES	47
9 – DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO DOS COMPONENTES	49
9.1 – RUAS E SARJETAS	49
9.2 – BOCAS-DE-LOBO	50
9.3 – GALERIAS	52
9.4 – POÇOS DE VISITA	53
9.5 – REDUÇÃO DA CAPACIDADE DE ESCOAMENTO	54
10 – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO CADASTRAL	55
11. RELATÓRIO TOPOGRÁFICO	77
12. BIBLIOGRAFIA	83



FIGURAS

FIGURA 01 – LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE SALMOURÃO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO AGUAPEÍ/PEIXE - CBH-AP – UGRHI 20/21	12
FIGURA 02 – CARTA DO IBGE (ESCALA 1:50.000) – SALMOURÃO - FOLHA SF-22-X-C-IV-1	12
FIGURA 03 – MAPA DE CRITICIDADE EROSIVA NA UGRHIS 20 E 21	25
FIGURA 04 – HIDROGRAMA TÍPICO	41
FIGURA 05 – TIPOS DE BOCAS-DE-LOBO	50
FIGURA 06 – BOCAS-DE-LOBO	52
FIGURA 07 – POÇOS DE VISITA	54
FIGURA 08 – LOCALIZAÇÃO DA BASE	78
FIGURAS 09 E 10 – MARCO IMPLANTADO E BASE MONTADA	79
FIGURA 11 - PONTO DE ORIGEM DO REFERENCIAL GEOCÊNTRICO.	80



TABELAS

TABELA 01: RELAÇÃO DE MAPAS EM ANEXO.	11
TABELA 02 – TERRITÓRIO E POPULAÇÃO	13
TABELA 03 – ESTATÍSTICAS VITAIS E SAÚDE	13
TABELA 04 – HABITAÇÃO E INFRAESTRUTURA URBANA	13
TABELA 05 – USO DO SOLO RURAL (HA)	21
TABELA 06 – PRINCIPAIS CULTIVOS (HA)	23
TABELA 07 – EXPLORAÇÃO ANIMAL NO MUNICÍPIO DE SALMOURÃO	24
TABELA 08 – TIPOS DE SOLO NO MUNICÍPIO DE SALMOURÃO.	24
TABELA 09 – DADOS DE SANEAMENTO BÁSICO DO MUNICÍPIO	26
TABELA 10 – DISPONIBILIDADE DE RECURSOS HÍDRICOS – UGRGHIS E 21	20 29
TABELA 11 – CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KOEPPEN	30
TABELA 12 – CLASSIFICAÇÃO DE BACIAS	39
TABELA 13 – PERÍODOS DE RETORNO EM FUNÇÃO DA OCUPAÇÃO DA ÁREA	40
TABELA 14 – VELOCIDADES MÉDIAS (M/S)	44
TABELA 15 - PRECIPITAÇÃO MÁXIMA MENSAL	46
TABELA 16 – ESPAÇAMENTOS ENTRE POÇOS DE VISITA	48
TABELA 17 – FATORES DE REDUÇÃO DO ESCOAMENTO NAS SARJETAS	54
TABELA 18 – FATORES DE REDUÇÃO DA CAPACIDADE DE ENGOLIMENTO DAS BOCAS-DE-LOBO	55
TABELA 19: COORDENADAS CORRIGIDAS PELO PPP.	81



GRÁFICOS

GRÁFICO 01 – DENSIDADE DEMOGRÁFICA	14
GRÁFICO 02 – TAXA GEOMÉTRICA DE CRESCIMENTO POPULACIONAL	14
GRÁFICO 03 – GRAU DE URBANIZAÇÃO	15
GRÁFICO 04 – TAXA DE MORTALIDADE INFANTIL	16
GRÁFICO 05 – ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO	17
GRÁFICO 06 – PIB PER CAPITA	18
GRÁFICO 07 – PARTICIPAÇÃO DO PIB DE SALMOURÃO NO ESTADO	18
GRÁFICO 08 – PARTICIPAÇÃO DA AGROPECUÁRIA	19
GRÁFICO 09 – PARTICIPAÇÃO DA INDÚSTRIA	19
GRÁFICO 10 – PARTICIPAÇÃO DOS SERVIÇOS.	19
GRÁFICO 11 – PARTICIPAÇÃO NAS EXPORTAÇÕES DO ESTADO	20
GRÁFICO 12 – USO DO SOLO RURAL (HA)	22
GRÁFICO 13 – PRINCIPAIS CULTIVOS (HA)	23
GRÁFICO 14 – PLUVIOGRAMA ACUMULADO MÉDIO MENSAL DE SALMOURÃO.	28
GRÁFICO 15 – FLUVIOGRAMA – VAZÕES MENSAS	28
GRÁFICO 16: DESVIO PADRÃO X COORDENADA DA LATITUDE.	81
GRÁFICO 17: DESVIO PADRÃO X COORDENADA DA LONGITUDE.	81
GRÁFICO 18: DESVIO PADRÃO X COORDENADA DA ALTITUDE.	82



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 estabelecer diretrizes básicas para os projetos de drenagem urbana no Município, enfatizando o gerenciamento e o controle integrado da drenagem urbana, tendo como enfoque de planejamento a totalidade da bacia hidrográfica a importância do planejamento diretor; os critérios e métodos de dimensionamento das obras de drenagem e, os aspectos relacionados à qualidade das águas e à produção de sedimentos em áreas urbanas.



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 advém 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 detenção 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.

Tabela 01: Relação de mapas em anexo.

FOLHA 01/03	LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO CADASTRAL
FOLHA 02/03	MAPA DE DECLIVIDADE
FOLHA 03/03	MAPA DE REFERÊNCIA FOTOGRÁFICA

3 – CARATERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

O município de Salmourão tem sua sede localizada na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI 20 e 21 (Aguapeí - Peixe), desta forma, ao Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Aguapeí/Peixe – CBH-AP.

A figura abaixo ilustra a localização de na Bacia Hidrográfica.



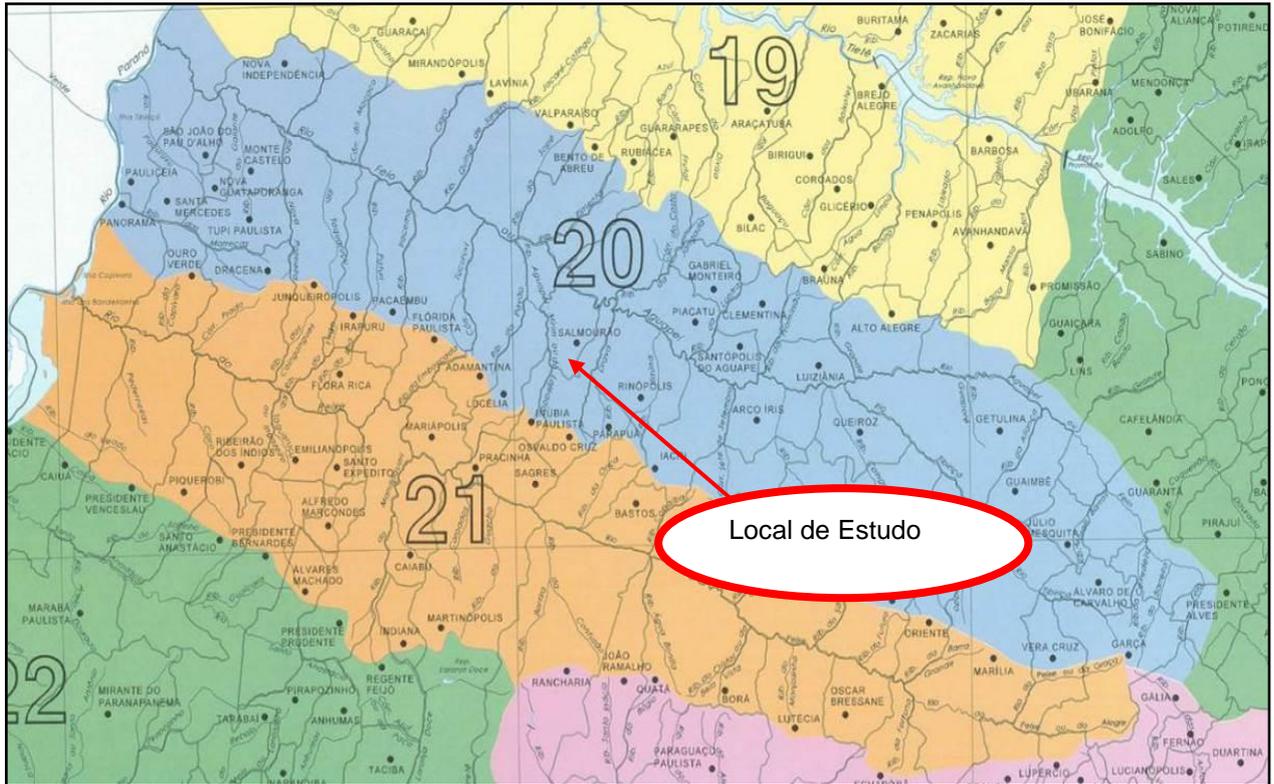


Figura 01 – Localização do município de Salmourão na Bacia Hidrográfica do Aguapéi/Peixe - CBH-AP – UGRHI 20/21

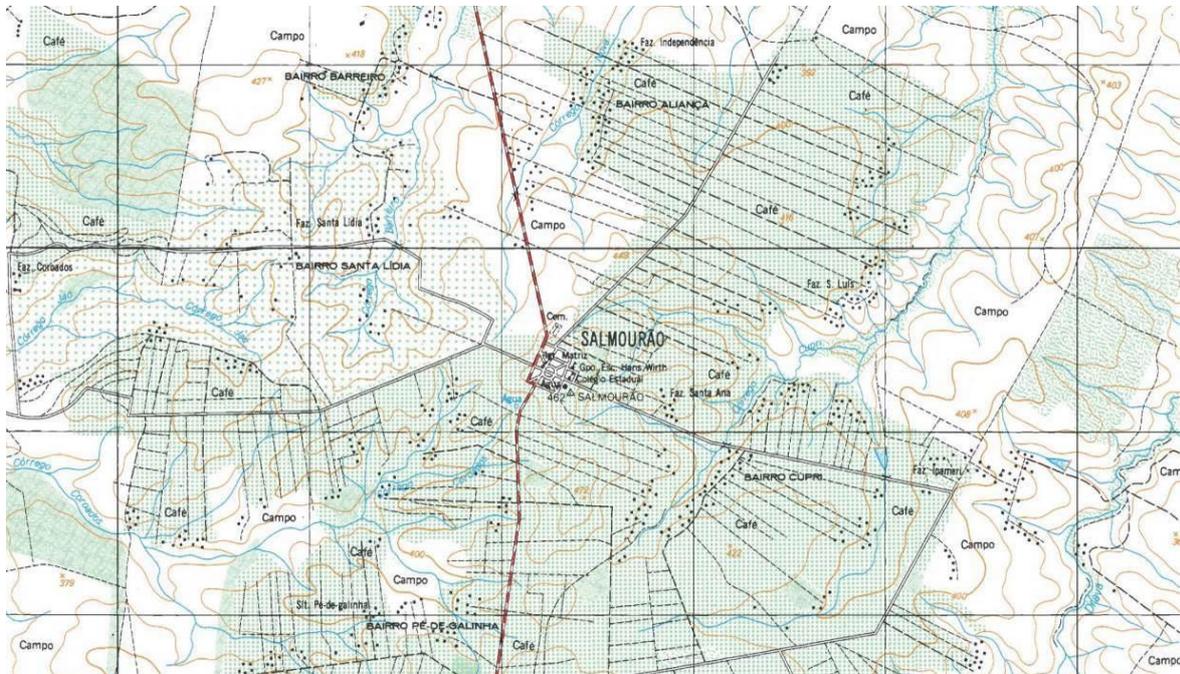


Figura 02 – Carta do IBGE (escala 1:50.000) – Salmourão - Folha SF-22-X-C-IV-1



Salmourão pertence a Região Administrativa de Presidente Prudente e de Governo de Adamantina. O município faz divisa com as seguintes cidades: Rubiácea, Guararapes, Osvaldo Cruz, Inúbia Paulista, Lucélia e Bento de Abreu.

3.1 – PERFIL SÓCIO-ECONÔMICO

O Município de Salmourão apresenta os seguintes dados:

Tabela 02 – Território e população

Território e População	Ano	Município	Reg. Gov.	Estado
Área	2014	172,29	2.934,56	248.223,21
População	2014	4.930	138.115	42.673.386
Densidade Demográfica (Habitantes/km ²)	2014	28,61	47,06	171,92
Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População – 2010/2014 (Em % a.a.)	2014	0,60	0,07	0,87
Grau de Urbanização (Em %)	2014	91,87	86,06	96,21
Índice de Envelhecimento (Em %)	2014	83,37	106,43	64,32
População com Menos de 15 Anos (Em %)	2014	19,27	16,23	19,99
População com 60 Anos e Mais (Em %)	2014	16,06	17,28	12,85
Razão de Sexos	2014	104,90	109,34	94,79

Fonte: Fundação SEADE

Tabela 03 – Estatísticas vitais e saúde

Estatísticas Vitais e Saúde	Ano	Município	Reg. Gov.	Estado
Taxa de Natalidade (Por mil habitantes)	2012	11,70	10,06	14,71
Taxa de Fecundidade Geral (Por mil mulheres entre 15 e 49 anos)	2012	46,30	41,37	51,88
Taxa de Mortalidade Infantil (Por mil nascidos vivos)	2012	17,54	9,37	11,48
Taxa de Mortalidade na Infância (Por mil nascidos vivos)	2012	17,54	10,09	13,16
Taxa de Mortalidade da População entre 15 e 34 Anos (Por cem mil habitantes nessa faixa etária)	2012	63,53	113,12	121,73
Taxa de Mortalidade da População de 60 Anos e Mais (Por cem mil habitantes nessa faixa etária)	2012	3.200,00	3.478,34	3.507,81
Mães Adolescentes (com menos de 18 anos) (Em %)	2011	7,14	7,42	6,88
Mães que Tiveram Sete e Mais Consultas de Pré-Natal (Em %)	2011	83,93	86,52	78,33
Partos Cesáreos (Em %)	2011	69,64	80,43	59,99
Nascimentos de Baixo Peso (menos de 2,5kg) (Em %)	2011	17,86	8,06	9,26
Gestações Prê-Termo (Em %)	2011	14,29	6,86	8,98

Fonte: Fundação SEADE

Tabela 04 – Habitação e infraestrutura urbana

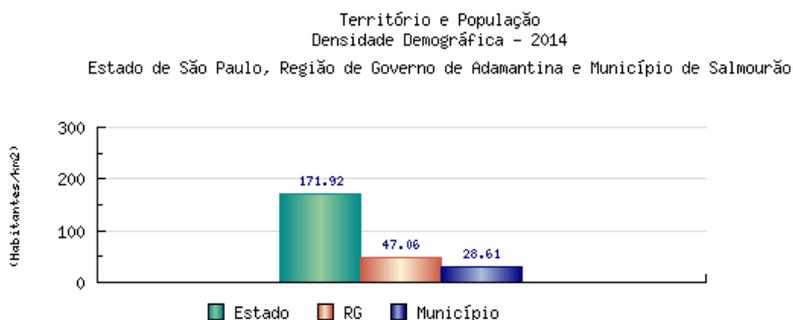
Habitação e Infraestrutura Urbana	Ano	Município	Reg. Gov.	Estado
Coleta de Lixo – Nível de Atendimento (Em %)	2010	99,57	99,79	99,66
Abastecimento de Água – Nível de Atendimento (Em %)	2010	99,06	99,76	97,91
Esgoto Sanitário – Nível de Atendimento (Em %)	2010	96,69	97,40	89,75

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.

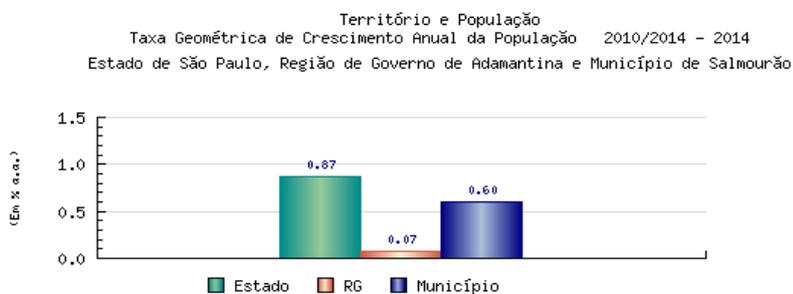


Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.
Fundação Seade.

Gráfico 01 – Densidade demográfica

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.



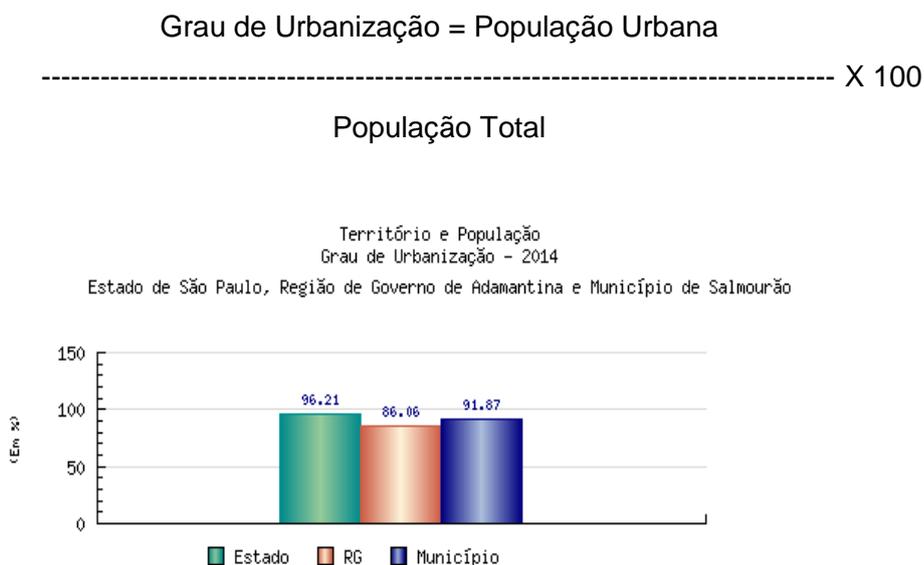
Fonte: Fundação Seade.

Gráfico 02 – Taxa geométrica de crescimento populacional



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:



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.
Fundação Seade.

Gráfico 03 – Grau de urbanização

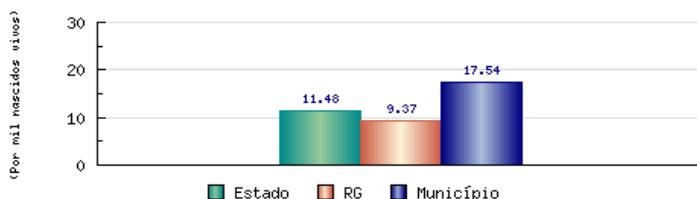
3.1.4 – Taxa de Mortalidade Infantil:

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:

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



Estatísticas Vitais e Saúde
Taxa de Mortalidade Infantil - 2012
Estado de São Paulo, Região de Governo de Adamantina e Município de Salmourão



Fonte: Fundação Seade.

Gráfico 04 – Taxa de mortalidade infantil

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.

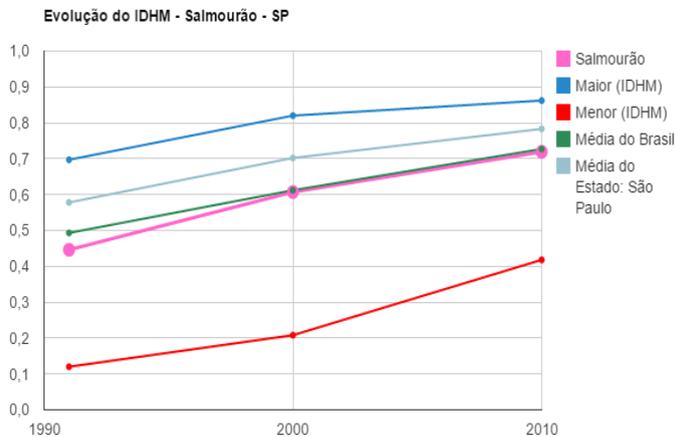


Gráfico 05 – Índice de desenvolvimento humano

■	0,719	Salmourão
■	0,862	Maior (IDHM)
■	0,418	Menor (IDHM)
■	0,727	Media Brasil
■	0,783	Media do Estado de São Paulo

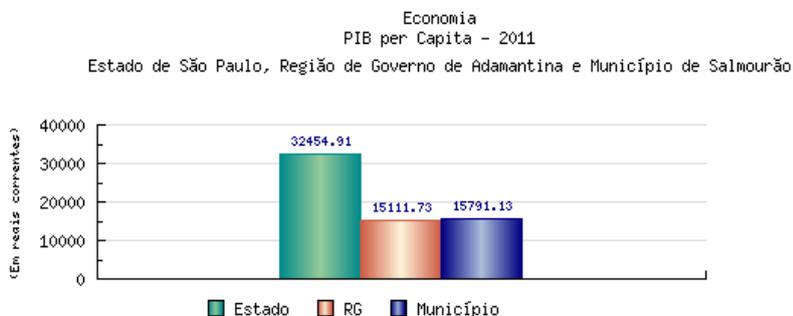
3.1.6 – Outros Indicadores:

Outros indicadores também ilustram a representatividade da economia do município de Salmourão. 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

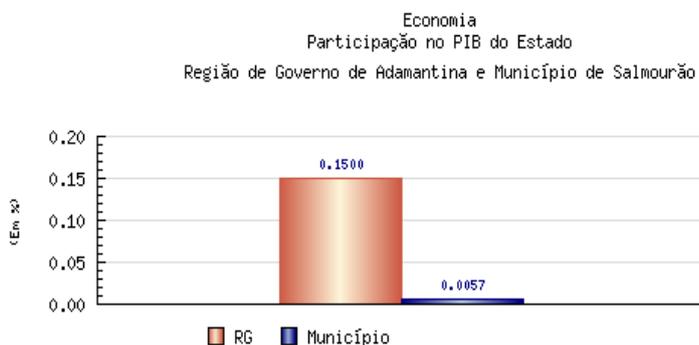


Com relação ao PIB de Salmourão, o mesmo se define como o total dos bens e serviços produzidos pelas unidades produtivas, ou seja, a soma dos valores adicionados acrescida dos impostos.



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.
Fundação Seade.

Gráfico 06 – PIB per Capita



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.
Fundação Seade.

Gráfico 07 – Participação do PIB de Salmourão no Estado

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

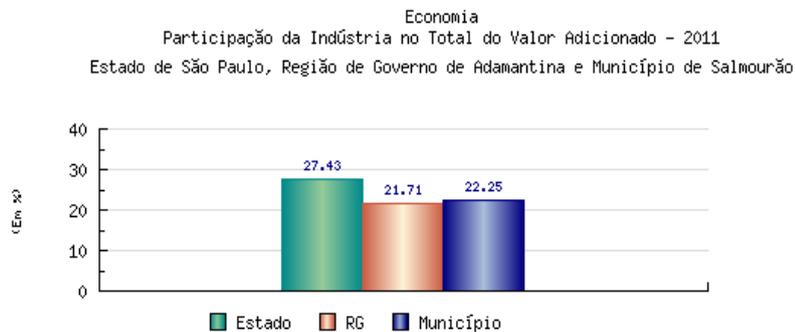




Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.
Fundação Seade.

Gráfico 08 – Participação da agropecuária

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



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.
Fundação Seade.

Gráfico 09 – Participação da indústria

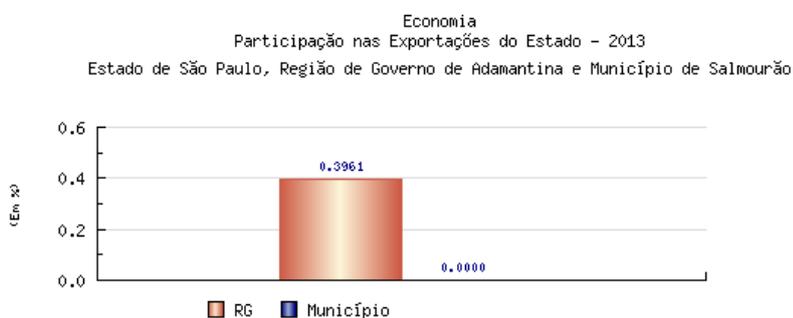


Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE.
Fundação Seade.

Gráfico 10 – Participação dos serviços.



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



Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.
Fundação Seade.

Gráfico 11 – Participação nas exportações do Estado

3.2 – POLÍTICA URBANA

A população do município de Salmourão teve um aumento populacional de 0,60 % segundo a Fundação SEADE (2014). 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, Salmourão possui Plano Diretor Integrado do Município. A inexistência de mecanismos legais indica, de certa forma, 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. Um bom exemplo disso veio com a Lei Federal chamada “Estatuto das Cidades”, o qual trouxe a obrigatoriedade dos municípios elaborarem seus Planos Diretores.

Outro instrumento importante para o planejamento das cidades, que vem sendo implantado dentro do CBH-AP, é o Estudo de Macrodrenagem do Município. O objetivo deste estudo é minimizar os impactos nos cursos d’água



que permeiam o município, decorrentes do mau dimensionamento das obras hidráulicas, uso e ocupação do solo desordenada, bem como da falta de projetos técnicos por parte da maioria das prefeituras.

3.3 – USO DO SOLO RURAL

3.3.1 – Principais culturas identificadas no território de Salmourão

De acordo com levantamento realizado pela Secretaria da Agricultura do Estado de SP nos anos de 2007 e 2008 através da CATI (Projeto LUPA), no município de Salmourão, as mais importantes modalidades de uso e ocupação do solo rural e as principais culturas existentes na região são apresentadas na tabela seguinte:

Tabela 05 – Uso do Solo Rural (ha)

Salmourão	Cultura Perene	Cultura Temporária	Pastagens	Reflorestamento	Vegetação natural	Vegetação de brejo e várzea	Área Em Descanso	Área complementar
Hectare	543,2	7.644,0	7.171,4	515,9	1.549,5	706,4	96,3	204,9
Percentual	2,95	41,47	38,91	2,80	8,41	3,83	0,52	1,11

Fonte: CATI – Projeto LUPA

Considerando uma área total rural de 18.431,60ha, e analisando os dados apresentados no quadro acima, verifica-se que o uso e ocupação do solo rural no município de Salmourão é, em sua maioria, de Cultura Temporária (41,47%) e Pastagens (38,91%). Já a Vegetação Natural ocupa 8,41%. As vegetações de brejo e várzea (3,83%). Área em Descanso se equiparam, com (0,52%), Cultura Perene e Área Complementar com (2,95%) e (1,11%) respectivamente. Já o Percentual de reflorestamento é baixo, sendo de (2,80%) no município, podendo implicar numa política para este seguimento de recuperação ambiental.



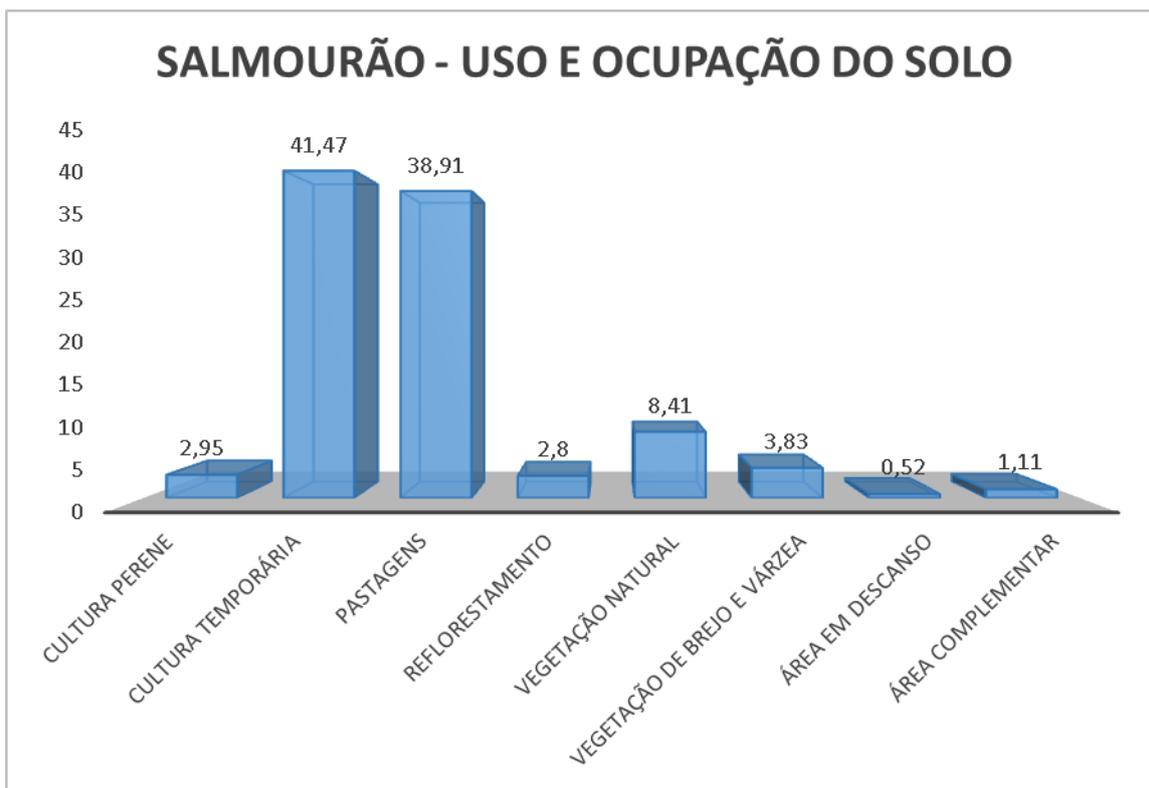


Gráfico 12 – Uso do Solo Rural (ha)

Fonte: CATI – Projeto LUPA

Culturas Perenes (Permanentes):

Entende-se por culturas perenes (ou permanentes) a área plantada ou em preparo para plantio de culturas de longa duração, que após a colheita não necessitem de novo plantio, produzindo por vários anos sucessivos.

No município de Salmourão a área que corresponde a este tipo de cultura é bem pequena, como pudemos observar no quadro acima. Porém, para efeito de exemplo, em geral essas culturas são: Eucalipto, Café, Urucum (ou urucu), Seringueira, Manga, Coco-da-baia, Tangerina.

Culturas Temporárias:

Entende-se por cultura (lavoura) temporária as áreas plantadas ou em preparo para o plantio de culturas de curta duração (via de regra, menor que um ano) e que necessitassem, geralmente de novo plantio após cada colheita.



Como exemplos de lavouras temporárias, podemos citar a Cana-de-açúcar, Braquiária, Amendoim, Milho, Colonião, Feijão, Mamão, Alface, Acelga, Brócolos (ou brócolis), Cebolinha, Couve (ou couve-crespa), Repolho, dentre outras.

Tabela 06 – Principais Cultivos (ha)

Cana-de-açúcar	Braquiária	Eucalipto	Café	Amendoim	Milho	Colonião	Urucum (ou urucu)	Seringueira	Manga
7.360,80	7.121,40	515,90	433,50	150,00	123,10	50,00	47,40	41,40	11,20
Coco-da-baia	Feijão	Mamão	Tangerina	Alface	Acelga	Brócolos (ou brócolis)	Cebolinha	Couve (ou couve-crespa)	Repolho
8,00	6,00	4,00	1,70	0,20	010	0,10	0,10	0,10	0,10

Fonte: CATI – Projeto LUPA

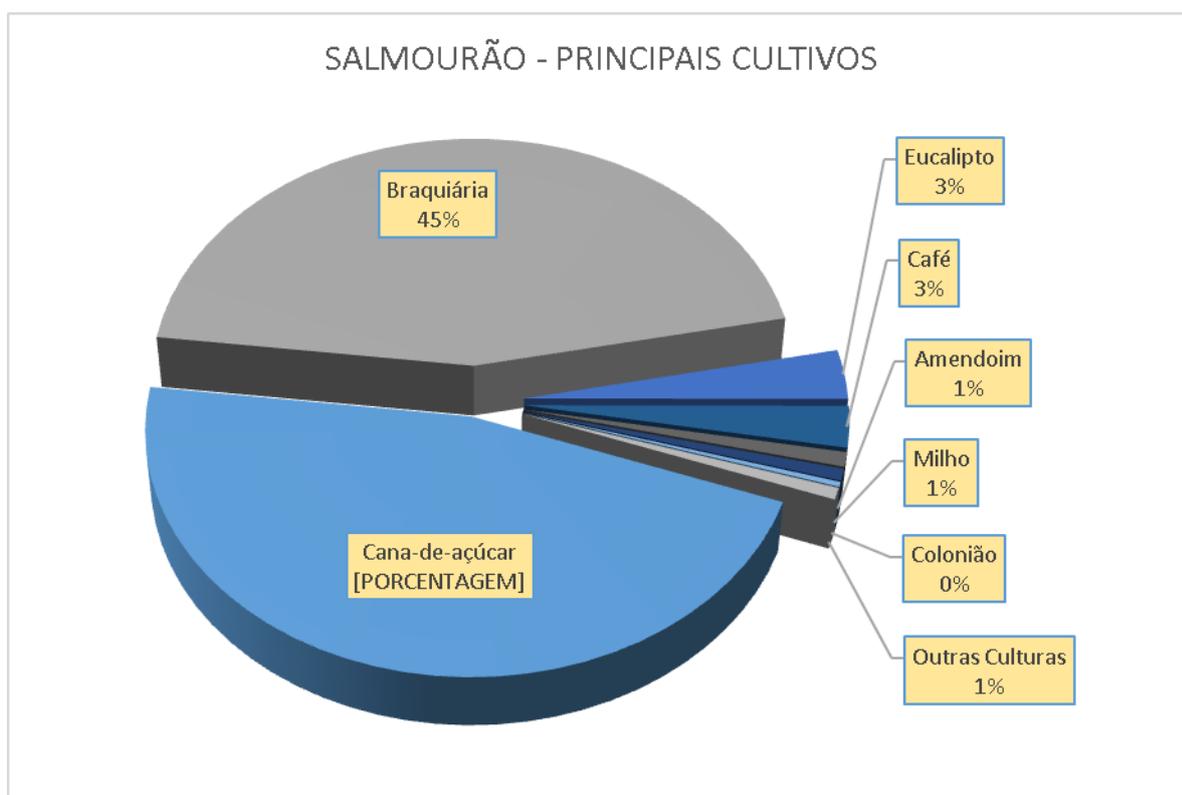


Gráfico 13 – Principais Cultivos (ha)



3.3.2 – Principais atividades de exploração animal em Salmourão

Conforme os dados constantes no projeto LUPA 2007/2008 da CATI, publicado em 2009, as principais atividades de exploração animal dentro dos limites do município de Salmourão se dá como ilustrado no gráfico abaixo:

Tabela 07 – Exploração Animal no município de Salmourão

ITEM	UNIDADE	Nº DE UPA	MÍNIMO	MÉDIA	MÁXIMO	TOTAL
Bovinocultura de corte	Cabeças	134	3,0	79,00	2.400,00	10.585,00
Bovinocultura de Leite	Cabeças	31	2,0	11,30	80,00	180,00
Bovinocultura mista	Cabeças	20	1,0	8,50	20,00	170,00
Asininos e Muares	Cabeças	3	1,0	6,70	18,00	20,00
Equinocultura	Cabeças	25	1,0	13,60	180,00	340,00
Ovinocultura	Cabeças	2	15,00	27,50	40,0	55,00
Suinocultura	Cabeças	1	8,00	8,00	8,00	8,00

Fonte: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, CATI/IEA, Projeto LUPA

3.4 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

O perímetro urbano do município de Salmourão tem sua sede localizada na Bacia Hidrográfica dos Rios Aguapeí e Peixe, CBH-AP. Os corpos d'água significantes mais próximos da mancha urbana da cidade são: Rio Aguapeí ou Feio e Córregos Cupri, Desterro e Expraido.

Pedologicamente predomina, no município de Salmourão, o Argissolo Vermelho amarelo eutróficos. Embora apresente boa fertilidade, tem como principal característica física a diferença textural entre a camada superficial arenosa e a camada inferior mais argilosa. Esta característica, aliada a topografia ondulada, torna o solo extremamente suscetível aos processos erosivos, o que limita o seu uso para algumas explorações agrícolas, principalmente as culturas anuais.

Tabela 08 – Tipos de solo no município de Salmourão.

Tipo de solo (grande grupo)	Fatores limitantes
PV -Argissolo Vermelho/amarelo eutrófico	Drenagem deficiente



Fonte: CATI – UTE de Marília

De acordo com os dados do Relatório Zero do Aguapeí/Peixe, o município de Salmourão se encontra nas áreas de criticidade alta e muito alta, quanto aos processos erosivos.

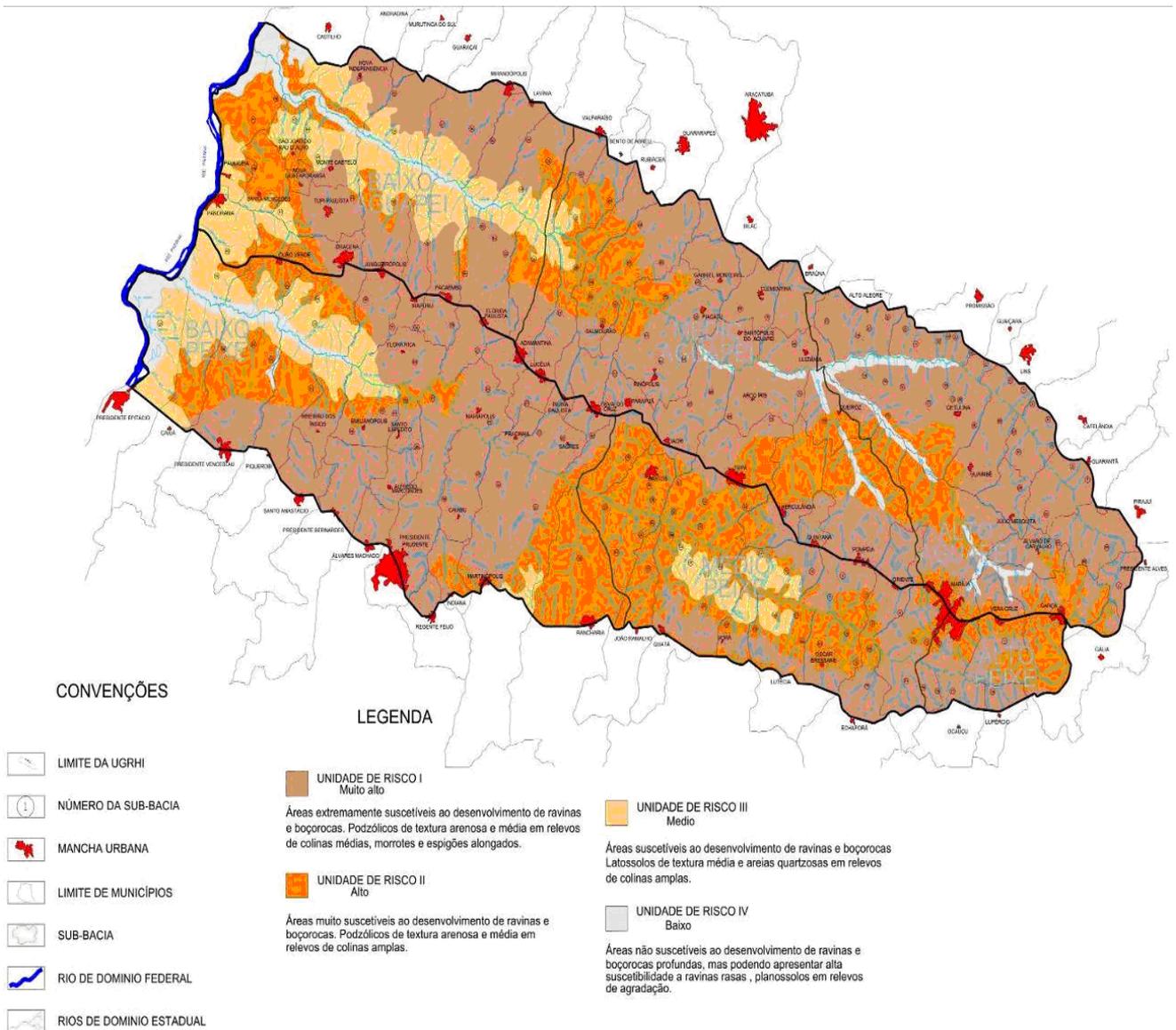


Figura 03 – Mapa de criticidade erosiva na UGRHs 20 e 21

Fonte: CBH–AP

Os 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.

3.5 – SANEAMENTO E RESÍDUOS SÓLIDOS

O sistema de água e esgoto do município é operado pela “SABESP”. Segundo o último Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo – 2007, elaborado pela CETESB, o município de Salmourão apresenta os seguintes números quanto ao esgotamento sanitário:

Tabela 09 – Dados de saneamento básico do município

UGRHI	Município	Concessão	População IBGE 2012		Atendimento (%)		Eficiência	Carga Poluidora (kg DBO/dia)		ICTEM	Corpo Receptor
			População Total	População Urbana	Coleta	Tratamento	(%)	Potencial	Remanesc.		
20	Quintana	SABESP	6.089	5572	98	100	85,0	301	50	9,47	Rib.Iacri, Cór.Mercedes e Cór.Veado
	Rinópolis	PM	9.887	8594	100	100	88,0	464	56	9,80	Cór.Andorinha
	Salmourão	SABESP	4.881	4378	100	100	75,0	236	59	8,38	Cór.Cupri
	Santa Mercedes	SABESP	2.836	2462	100	100	83,0	133	23	10,00	R. das Marrecas
	Santópolis do Aguapeí	SABESP	4.347	4198	100	100	44,0	227	127	5,86	Cór.Fartura

Fonte: Relatório de Qualidade do Estado de SP–2012

3.6 – ACERVO E BASE DE DADOS DO MUNICÍPIO

O município de Salmourão não conta com nenhum estudo específico sobre drenagem urbana e quanto ao acervo de mapas e plantas, tudo que o município dispõe está em papel e digital, não havendo nenhum tipo de acervo sobre dados referente a drenagem urbana.

A falta de dados geotécnicos, levantamentos topográficos e planialtimétrico da cidade, cadastramento das bacias e sub-bacias de contribuição, levantamentos das áreas permeáveis e impermeáveis, estudo da eficiência das galerias existentes, dentre outros, prejudica a concepção planejada da cidade.



Devido a estes fatos, e com a implantação de galerias sem planejamento, acarreta perda de solo e conseqüentemente surgimento de erosões, ocasionando danos ao meio ambiente da região.

A falta de tal estudo acarreta vários problemas para a população, quer seja no aspecto da saúde pública, no aspecto social, como também no aspecto financeiro, visto que, a implantação de obras que, por muitas vezes, se mostram inadequadas e insuficientes por parte da administração Municipal.

3.7 – HIDROLOGIA REGIONAL

Quanto aos cursos d'água que permeiam o município de Salmourão, podemos destacar o Córregos Cupri, Desterro e Expraído.

A UGHRI 20 é formada pelo **Rio Feio (ou Aguapeí)**, que nasce a uma altitude de 600 metros, entre as cidades de Gália e Presidente Alves, e pelo Rio Tibiriçá, que nasce a uma altitude de 480 metros, junto à cidade de Garça. A Bacia possui extensão aproximada de 420 Km até sua foz no Rio Paraná, a uma altitude de 260 metros, entre o Porto Labirinto e o Porto Independência. Em sua área contam-se trinta e dois municípios paulistas.

A UGHRI 21 já é formada pelo **Rio do Peixe**. Sua nascente é no município de Garça, na localização Latitude: 22°12'41" Sul e Longitude: 49°39'52" Oeste. Corre em direção ao Oeste do estado e desemboca no Rio Paraná entre os municípios de Presidente Epitácio e Panorama, na localização Latitude: 21°33'11" Sul e Longitude: 51°57'47" Oeste, em linha reta isso significa 248 quilômetros.

3.7.1 – Pluviometria

Em relação à postos pluviométricos, de acordo com o Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, há cadastro de um posto, pluviométrico, no município de Salmourão conforme figura.



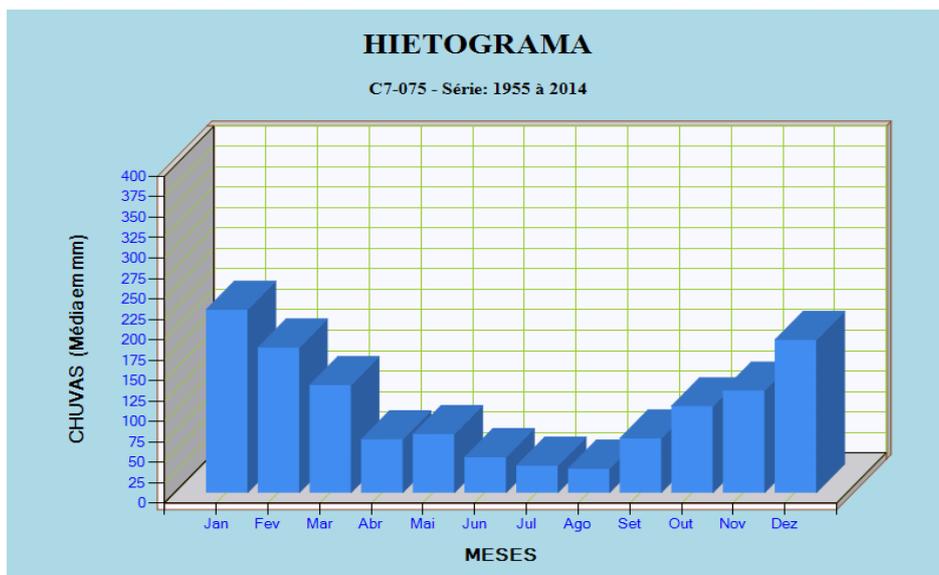


Gráfico 14 – Pluviograma acumulado médio mensal de Salmourão.

3.7.2 – Fluviometria

Já em relação aos dados Fluviométricos, que medem as vazões dos rios, no município de Salmourão, segundo dados do DAEE, não existe nenhum posto de medição. Portanto, disponibilizamos abaixo, o índice de vazões mensais do posto mais próximo, localizado no município de Flora Rica.

Município	Prefixo	Nome	Latitude	Longitude	Área (Km ²)	Curso d'Água	Prefixo ANA
Flora Rica	8C-003	Flora Rica/Emilianópolis	21°44'38"	51°26'41"	7422,00	Peixe, r do/Garca, rib da	063810000

Ano: [Download da Série Histórica dos Dados de Vazão \(1970 até 1977\)](#)

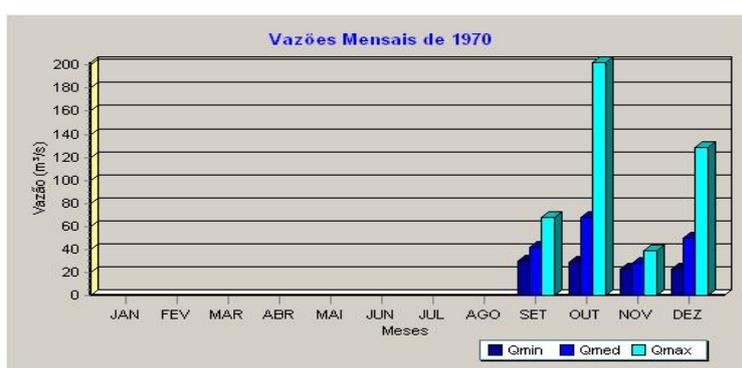


Gráfico 15 – Fluviograma – vazões mensais

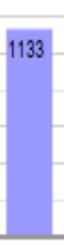
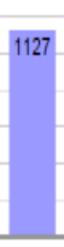
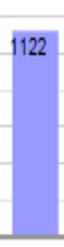
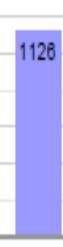


3.7.3 – Disponibilidade Hídrica

De acordo com os Relatórios de Situação dos Recursos Hídricos, bem como no Plano da Bacia Hidrográfica dos Rios Aguapeí e Peixe (CBH-AP), o município de Salmourão encontra-se inserido na Sub-bacia do Aguapeí, apresentado 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. Além disso, somente disponibilidades abaixo de 2.500 m³/hab ano representariam um índice de atenção, e no caso, a Bacia do Aguapeí é de **8402,44**

Tabela 10 – Disponibilidade de Recursos Hídricos – UGRGHIs 20 e 21

ESTADO: Disponibilidade das Águas					
Grandeza/ Parâmetro	2007	2008	2009	2010	Comentário
E.04-A Disponibilidade per capita - Q_{médio} em relação à população total (m³/hab.ano)	 8456,00	 8409,00	 8370,00	 8402,44	A relação do Q _{médio} 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. Além disso, somente disponibilidades abaixo de 2.500 m ³ /hab.ano representariam um índice de atenção.
E.05-A Disponibilidade per capita de água subterrânea (m³/hab.ano)	 1133	 1127	 1122	 1126	Pela importância que as águas subterrâneas apresentam para a UGRHI, é importante que sejam incentivados e apoiados pelo Comitê, iniciativas, estudos e monitoramento dos aquíferos. Essas atividades são imprescindíveis ao entendimento da dinâmica das águas nos aquíferos, bem como sua relação com a manutenção da vazão dos cursos da água e os riscos de contaminação que estão sujeitas.

Fonte: Relatório de Situação dos Recursos Hídricos – CBH-AP/2011.



3.8 – CLIMA

A região do centro oeste do Estado de São Paulo, na qual se localizam as bacias do Aguapeí e Peixe, caracteriza-se, segundo NIMER (1977), por clima tropical chuvoso (CWA-KOPEM) com inverno seco e verão chuvoso, clima quente, temperatura média em torno de 23,6°, onde o mês menos chuvoso tem precipitação inferior a 60mm. O mês mais frio tem temperatura média superior a 18°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).

Tabela 11 – Classificação Climática de Koeppen

Salmourão				
Latitude: 21g 22m	Longitude: 50g 30m	Altitude: 460 metros		
Classificação Climática de Koeppen: Aw				

MÊS	TEMPERATURA DO AR (C)			CHUVA (mm)
	mínima média	máxima média	média	
JAN	19.6	31.1	25.4	206.2
FEV	19.8	31.3	25.5	172.7
MAR	19.1	31.0	25.1	132.0
ABR	16.5	29.6	23.1	69.2
MAI	13.9	27.8	20.8	73.4
JUN	12.6	26.7	19.6	42.2
JUL	12.0	27.0	19.5	33.0
AGO	13.6	29.5	21.5	30.9
SET	15.6	30.5	23.1	66.0
OUT	17.3	30.8	24.0	108.8
NOV	18.0	30.9	24.5	128.9
DEZ	19.1	30.7	24.9	189.2
Ano	16.4	29.7	23.1	1252.5
Min	12.0	26.7	19.5	30.9
Max	19.8	31.3	25.5	206.2

Fonte: CEPAGRI – Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura



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 – CONSEQUÊNCIA DA URBANIZAÇÃO NA DRENAGEM DAS BACIAS DE SALMOURÃO

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 caso da área central do município de Salmourão, 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 Salmourão, possuem relevância bastante significativa. Devido a suas características particulares, os impactos não-hidrológicos mais importantes no que concerne à drenagem urbana em Salmourão são provenientes do Pouco Tempo de emancipação do município e pela falta de drenagem Urbana

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.

Nota-se que os impactos de características não hidrológicas nas drenagens urbanas e rural 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.

Como já foi visto 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 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 percolar 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 MACRODRENAGEM DE SALMOURÃO

Uma estratégia essencial para a obtenção de soluções eficientes para o município de Salmourão é a presente elaboração do Estudo de Macrodrenagem. É altamente recomendável que um estudo deste porte evite medidas locais de caráter restritivo (que frequentemente deslocam o problema para outros locais, chegando mesmo a agravar as localidades a jusante), através de um estudo da bacia hidrográfica como um todo; no que diz respeito às normas e aos critérios de projeto adotados, deve-se considerar a bacia homogênea, através do estabelecimento de período de retorno uniforme, assim como dos gabaritos de pontes, travessias, etc.



O Estudo de Macrodrenagem do município de Salmourão deverá 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 Estudo de Macrodrenagem de Salmourão deverá 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 deverá 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, principalmente nos cursos d'água do município.

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 sugeridas as seguintes etapas para a implantação com sucesso do Estudo de Macrodrenagem de Salmourão:

- 1-). Determinação das características das bacias de drenagem do município;
- 2-). Simulação do comportamento hidrológico das bacias para condições atuais e futuras;
- 3-). Identificação das possíveis medidas estruturais e não estruturais cabíveis por parte da Prefeitura de Salmourão;



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

5-) Delineação das várzeas de inundação e áreas de APPs, visando o plantio de árvores e outras medidas técnicas;

6.1 – PRINCÍPIOS BÁSICOS

Dado seu caráter técnico-político, o Estudo de Macrodrenagem de Salmourão conta 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 Salmourão, fazendo parte de uma rede complexa, devendo, portanto, ser articulado com os outros sistemas, possibilitando a melhoria do ambiente urbano e rural de forma ampla e harmônica. A ocupação das várzeas de inundação, áreas de armazenamento e escoamento cuja conformação foi delineada naturalmente pelo curso d'água em seu estado primitivo, somente deve ocorrer após a adoção de medidas compensatórias, que são, geralmente, onerosas. A solução mais racional é a preservação das várzeas, não apenas visando problemas de inundação, como também no que diz respeito à preservação do ecossistema.

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 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, os canais, 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 de Macrodrenagem de Salmourão, e constituem a base fundamental sobre a qual devem ser orientadas todas as fases do processo.

7 – CLASSIFICAÇÃO DAS BACIAS URBANAS DO MUNICÍPIO DE SALMOURÃO

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. Comumente, bacias com tempo de concentração inferior a 01 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.

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 12 – 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 Salmourão 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 da cidade de Salmourão, podem até mesmo ser desprezíveis, se o acúmulo de água durar pouco de cada vez. Já na uma zona comercial da cidade, 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 Salmourão; 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 13 – 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.

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.

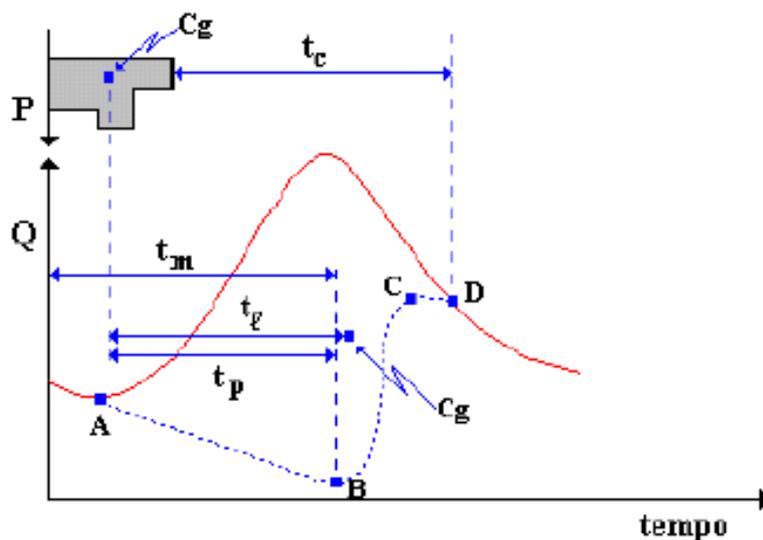


Figura 04 – Hidrograma típico

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 àsquelas 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 urbana de Salmourão teremos 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 km² 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:

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

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 encontrados no município de Salmourão.

Tabela 14 – Velocidades médias (m/s)

Tipo de escoamento	0% ≤ S ≤ 3%	4% ≤ S ≤ 7%	8% ≤ S ≤ 11%	S ≥ 12%
<i>Em superfície</i>				
<i>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

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.

7.3. - PRECIPITAÇÃO MÁXIMA PONTUAL: IDF

A IDF Intensidade- duração - frequência de um determinado local é obtida à 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. Este 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 $P_i(t=30\text{min}) = P_a(30\text{min}) - P_a(20\text{min})$. 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. No estudo foram utilizados cálculos de chuva do posto pluviométrico C7-075, localizado no município de Salmourão.



Tabela 15 - Precipitação Máxima Mensal

Município												
Município	Prefixo		Nome				Altitude	Latitude	Longitude			
SALMOURÃO	C7-075		FAZENDA COROADOS				387,00	21°37'14"	50°54'59"			
CHUVA MÁXIMA MENSAL (mm)												
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1965	334,60	320,50	208,90	28,70	65,50	38,90	60,30	20,70	66,80	76,90	137,20	488,90
1966	62,30	232,20	54,50	24,80	174,20	2,10	21,10	16,00	26,90	165,20	29,50	281,30
1967	282,50	314,00	153,40	0,50	0,00	45,50	10,20	1,00	14,00	207,40	126,60	199,60
1968	277,10	64,60	76,30	21,60	12,90	55,90	0,10	29,60	24,00	139,50	72,00	124,30
1969	209,40	93,10	73,50	38,80	85,00	35,50	9,00	13,50	56,50	228,80	198,30	106,50
1970	288,30	83,50	96,30	51,20	82,00	46,50	12,00	54,50	101,00	130,40	85,30	207,90
1971	95,40	227,70	91,90	49,00	104,70	136,70	97,30	0,00	90,40	79,40	44,20	299,70
1972	251,50	269,10	176,50	109,70	125,30	4,20	157,60	86,70	133,70	365,80	183,30	132,30
1973	177,70	180,20	12,70	38,10	83,30	25,70	59,80	57,00	75,30	109,20	86,00	251,20
1974	283,60	76,60	246,00	12,50	75,80	118,20	0,00	21,20	27,70	117,70	96,40	431,50
1975	213,90	158,90	116,40	83,90	15,20	15,20	25,90	0,00	10,60	147,50	222,50	210,50
1976	199,10	194,60	108,60	45,40	101,50	0,00	68,40	99,30	91,70	129,70	80,00	179,60
1977	466,30	18,00	116,60	34,50	4,60	---	16,90	10,40	35,70	103,50	187,40	268,60
1978	136,60	44,10	118,20	88,60	128,00	14,20	118,60	0,00	99,00	80,50	97,80	142,70
1979	125,50	117,60	99,50	---	89,70	0,00	50,30	29,50	---	51,70	177,80	255,10
1980	70,90	232,00	86,00	62,50	63,90	58,30	18,00	12,50	---	78,10	167,60	193,40
1981	---	113,80	66,30	---	0,00	89,40	0,20	1,90	4,40	127,50	133,50	175,30
1982	128,70	188,80	282,90	34,70	63,70	---	50,10	15,40	48,90	---	211,80	267,20
1983	232,70	138,00	143,30	---	210,00	58,90	9,60	0,00	173,00	74,70	127,60	129,70
1984	154,00	71,70	154,30	---	82,70	3,80	2,30	---	63,90	43,20	92,00	241,70
1985	---	182,70	108,30	175,80	47,70	4,00	11,60	4,60	2,50	70,20	72,80	48,30
1986	---	76,20	218,60	24,40	147,10	0,00	14,50	143,30	17,50	83,10	92,70	352,70
1987	333,80	139,70	60,00	43,00	144,40	30,20	28,90	9,60	57,50	100,20	187,80	149,00
1988	165,80	321,50	115,50	67,40	95,60	25,60	0,00	0,00	9,90	169,70	32,90	101,00
1989	361,90	252,50	124,70	5,60	74,20	46,80	86,20	54,80	116,80	39,60	229,80	249,30
1990	308,10	38,00	178,20	131,30	72,50	17,10	20,00	48,40	87,10	78,90	80,70	160,50
1991	322,90	219,60	179,80	133,90	10,60	72,10	12,40	---	26,40	121,70	34,80	217,20
1992	77,00	158,30	219,10	188,00	177,50	2,70	30,90	13,40	140,20	75,50	125,80	69,90
1993	266,80	219,60	234,70	85,50	30,50	72,00	7,30	39,00	56,90	10,90	133,30	201,40
1994	220,20	123,30	139,20	150,70	28,70	51,60	19,70	0,00	23,90	51,70	122,80	135,00
1995	200,90	264,10	84,70	106,70	22,30	37,70	32,20	0,00	36,80	148,80	90,80	294,60
1996	174,50	164,60	231,80	48,30	70,30	11,40	1,30	13,90	143,40	96,20	172,70	200,90
1997	394,60	166,30	82,70	64,00	72,00	210,70	23,20	2,90	34,00	158,60	283,00	77,80
1998	167,60	82,10	329,90	155,50	55,70	4,40	2,60	141,00	121,80	177,60	93,00	298,40
1999	---	129,70	55,60	92,40	49,50	65,70	0,00	0,00	27,20	48,60	28,00	188,40
2000	112,90	355,50	229,70	7,40	20,50	14,70	38,10	46,50	151,90	16,70	128,60	147,50
2001	266,60	307,60	113,50	99,80	81,60	37,80	47,70	37,10	73,80	119,40	170,40	262,70
2002	243,60	173,00	94,40	0,00	130,50	0,00	57,80	85,90	71,10	33,80	173,90	120,30
2003	309,90	170,00	156,60	64,80	28,40	24,40	10,50	28,90	29,20	68,20	183,70	164,10
2004	226,20	152,20	76,10	25,50	173,40	52,50	85,50	0,00	11,20	182,40	191,50	166,40
2005	344,50	103,80	68,20	78,90	31,30	50,00	0,70	43,20	59,50	186,10	41,00	138,00
2006	264,20	328,70	222,90	19,90	42,70	16,00	15,40	21,90	73,20	59,70	102,50	---
2007	455,20	189,60	162,30	---	---	0,00	---	0,00	---	---	---	---
2008	---	---	---	61,00	47,50	1,70	0,00	56,60	23,80	77,00	62,60	83,50
2009	318,60	308,80	104,60	8,40	92,90	37,60	75,10	113,60	164,50	107,40	168,00	273,20
2010	242,80	141,30	173,10	42,10	25,50	9,60	88,70	0,00	190,50	43,30	79,90	272,30
2011	242,30	308,00	155,60	69,00	21,30	31,50	5,30	27,70	11,30	140,40	113,80	135,70
2012	216,20	91,90	42,00	82,30	104,30	205,90	8,00	1,30	135,80	82,30	107,50	260,10
2013	301,50	139,70	126,00	73,00	131,50	128,60	56,50	0,00	165,80	53,10	105,40	30,50



2014	93,10	129,00	89,30	93,30	---	---	---	---	---	---	---	---
------	-------	--------	-------	-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Fonte: DAEE

8 – ELEMENTOS DE MICRODRENAGEM URBANA DE SALMOURÃO

Os elementos principais da micro drenagem que certamente deverão compor os sistemas da área urbana de Salmourão são: os meio-fio, 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-fio, 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 ser desenvolvido simultaneamente com o projeto das vias públicas e parques, 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.

- **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:** Recomenda-se que a localização das bocas-de-lobo obedecam os 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.** Sugere-se o uso das medidas constantes do quadro seguinte, que apresenta o espaçamento máximo recomendado para os poços de visita. Deve haver poços de visita nos pontos onde há mudança de direção, de declividade e de diâmetro e nos cruzamentos de vias públicas.

Tabela 16 – 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 é irregular, 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 e servem de modelo para Prefeitura em Projetos futuros

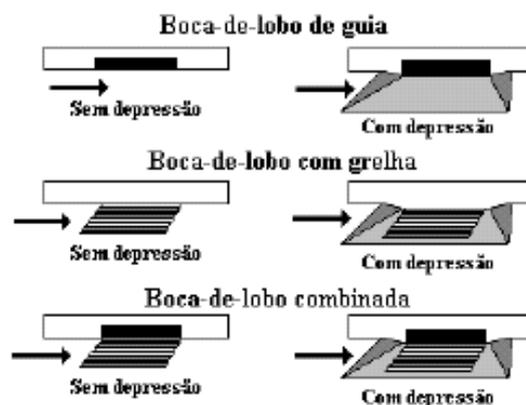


Figura 05 – Tipos de bocas-de-lobo



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:



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

onde A é a área livre da grade em m^2 , ou seja: as áreas das grades devem ser excluídas. Como no caso anterior, o projetista deve se encarregar do critério a ser adotado para $12 \text{ cm} < y < 42 \text{ cm}$.

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.

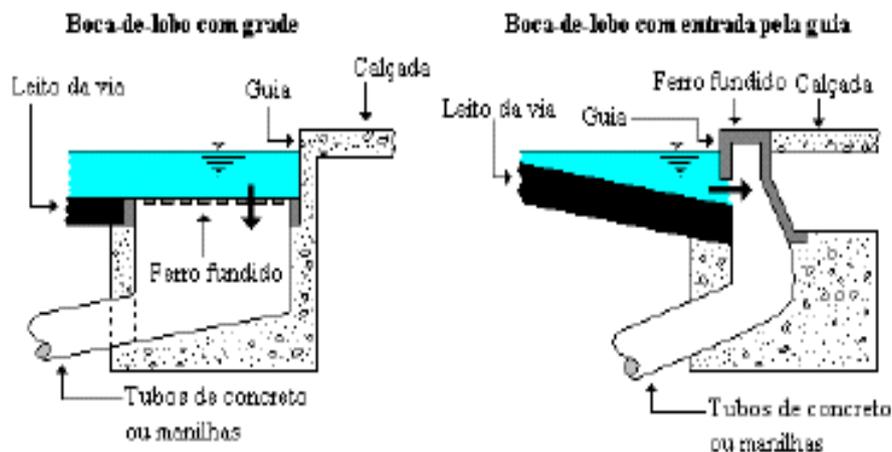


Figura 06 – Bocas-de-lobo

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 não inferior a 76 cm/s;



- ✓ A velocidade máxima recomendada para os condutos é de 5 m/s;
- ✓ Deve-se adotar condutos de no mínimo 60 cm 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 deve ser feito pela geratriz superior interna. Porém, isto não se aplica a junções de ramais secundários que afluem em queda aos poços de visita.

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 e utilizados como padrão a projetos futuros da Prefeitura. 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 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 semicircular para o escoamento da água.



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.

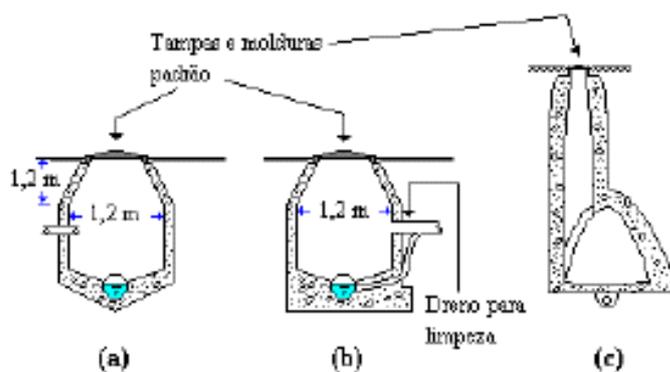


Figura 07 – Poços de visita

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 17 – 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 18 – Fatores de redução da capacidade de engolimento 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 transversais combinada	0,60
		110% dos valores indicados para a grelha correspondente

Finalizando esta etapa, além dos mapas citados na definição das bacias de drenagem, é apresentado também um mapa geral com o cadastro das galerias existente (Folha 01 – Levantamento Planialtimétrico Cadastral), e Mapa de Declividades (Folha 02) que é apresentado no mapa referente à malha urbana do município de Salmourão.

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.

Será apresentado também um esboço das eventuais soluções encontradas para os possíveis problemas de criticidade que ocorrem no município de Salmourão, enfocando a melhor solução a ser adotada, bem como as respectivas estimativas de custos.



10 – RELATÓRIO FOTOGRÁFICO CADASTRAL

Aqui são apresentadas algumas fotos do sistema de drenagem cadastral. As mesmas foram tiradas quando da Visita técnica em Campo realizada no dia 29/10/2014, acompanhadas do funcionário da prefeitura, Sr. Donizete e João (Fiscalização).

PONTO 01

- Situado na projeção da Rua Bartolomeu Bueno, denominado PONTO CRÍTICO 01, esse local apresenta vários pontos de erosão devido à grande declividade e ausência do sistema de drenagem.







PONTO 02

- Localizado na Avenida Santos Dummont ao lado do almoxarifado da Prefeitura, PONTO CRÍTICO 02 apresenta dissipação a meia encosta, causando assim erosão a sua jusante.









PONTO 03

- Situado ao final da rua José Coloato, o PONTO CRÍTICO 03 apresenta grave problema de erosão devido a ausência de sistema de drenagem e agravado pela falta de asfalto nas ruas, causando assim avarias nas vias de acesso.





PONTO 04

- Localizado no Bairro Remanso, esse PONTO CRÍTICO 04 apresenta vários pontos de alagamento pela drenagem existente ser insuficiente, causando também pontos com erosão a sua jusante.







Dissipação “Afogada”





PONTO 05

- Com sua localização ao final da Rua Andreleine Pravato, esse PONTO CRÍTICO 05 apresenta sua dissipação a meia encosta, causando assim erosão a sua jusante.









PONTO 06

- Ao final da Avenida Santos Dummont com a Rua Andreleine Pravato, encontra-se o PONTO CRÍTICO 06, onde sua dissipação é em canal aberto causando erosão e carreamento de solo a sua jusante.









PONTO 07

- PONTO CRÍTICO 07 com localização ao final da Avenida Castelo Branco ao lado do cemitério municipal, não possui sistema de drenagem e asfalto na via a jusante, causando carreamento de solo ocasionando erosão ao final de seu percurso.







11. RELATÓRIO TOPOGRÁFICO

RELATÓRIO TÉCNICO E DE ATIVIDADES DO SERVIÇO DE TOPOGRAFIA PARA ESTUDO DE MACRO DRENAGEM DA CIDADE DE SALMOURÃO - SP

Introdução:

Este Relatório Técnico contém informações gerais sobre o levantamento e processamento dos dados levantados na malha urbana da cidade, com a finalidade de Elaboração do Estudo de Macrodrenagem.

Finalidade:

O presente trabalho tem a finalidade em efetuar a Planta Topográfica da malha urbana, onde demonstra através deste relatório, que utilizando equipamentos de alta tecnologia e como resultado as peças técnicas, que ao final juntadas ao mesmo, colocarão de forma clara a posição do imóvel, através de pontos seguros e precisos, referenciado ao novo Sistema de Referência Geocêntrico SIRGAS2000, pós processado pelo IBGE-PPP, a planta e demais documentos elaborados com suficiente qualidade técnica e provável ausência de erros, servirão para atender os objetivos de uma forma mais confiável e segura.



Metodologia:

Para o presente levantamento foi utilizado um aparelho GPS RTK L1/L2, onde a base foi deixada no campo de futebol nos fundos da câmara dos vereadores localizado nas coordenadas UTM X: 514713, Y: 7608342 fuso 22. Foram coletados pontos para o cadastramento de todas as bocas de lobo com precisão horizontal de 3 mm. As ruas foram desenhadas a partir dos pontos coletados na guia de cada esquina.

As coordenadas corrigidas pelo RTK e pelo PPP foram descarregadas no software TopoEVN, onde foi possível gerar as curvas de nível para a representação topográfica da área.

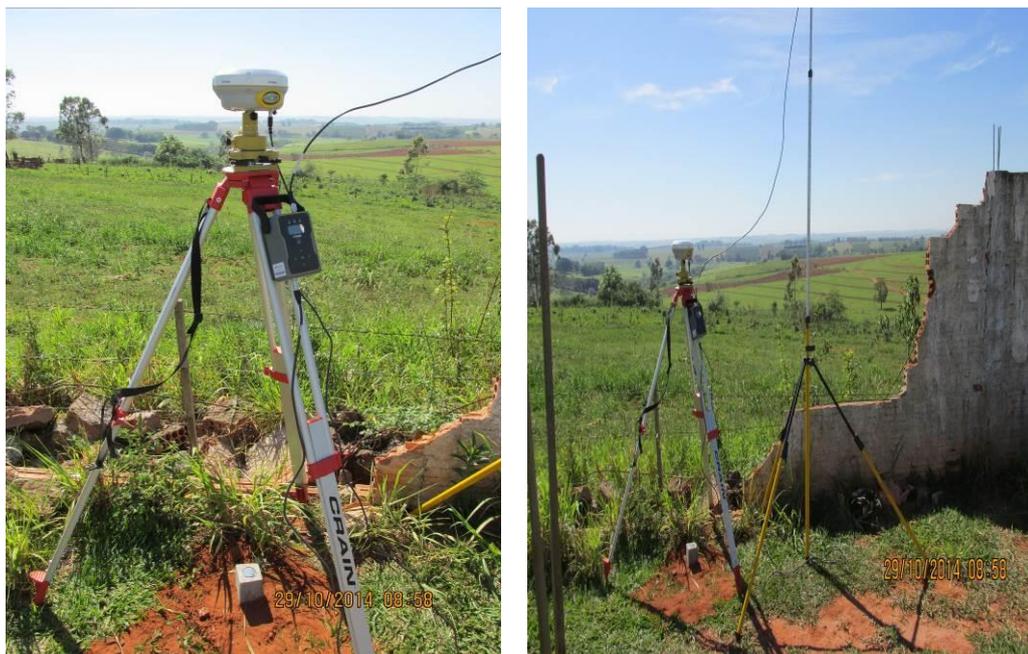
Da maneira como foi executado o transporte de coordenadas e o levantamento dos pontos no imóvel, a precisão dos pontos é considerada bem melhor que a precisão requerida para a finalidade.

Quanto a rede de drenagem existente, foram cadastrados pontos onde possível ou obtidos dados em mapas quando existentes ou informações verbais de funcionários da Prefeitura Municipal.



Figura 08 – Localização da base





Figuras 09 e 10 – Marco Implantado e Base montada

Período de Execução:

Os trabalhos de campo se iniciaram no dia 29/10/2014 e finalizados no dia 30/10/2014.

No escritório houve o descarregamento de dados em micro computador para processamento e verificação do trabalho executado e elaboração das peças técnicas.

Origem (datum):

O Datum geodésico SIRGAS tem como origem os parâmetros do elipsóide GRS80, (Geodetic Reference System 1980), sendo considerado idêntico ao WGS84 para efeitos práticos da cartografia.

As constantes dos dois elipsóides são praticamente idênticas, com exceção de um pequena variação no achatamento terrestre ($WGS84=1/298,257223563$; $GRS80=1/298,257222101$), as diferenças apresentadas são na ordem de um centímetro.

Devidas as características do sistema GPS, às coordenadas podem ser aplicadas diretamente aos levantamentos cartográficos, evitando a necessidade de transformação e integração entre os referencias.



O SAD-69 é um sistema topocêntrico que tem como referência uma origem na superfície terrestre, enquanto o WGS84 e SIRGAS são sistemas geocêntricos que tem como referencial um ponto no centro de massa da terra. O ponto de origem do geóide coincide com o do elipsóide geocêntrico conforme mostrado na figura abaixo.

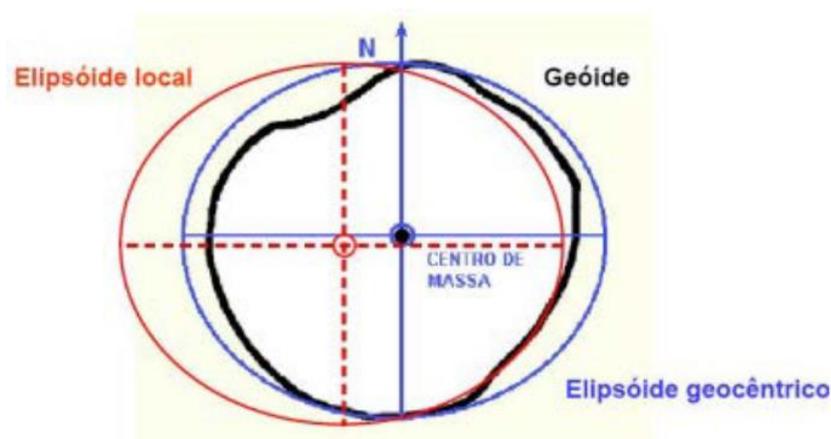


Figura 11 - Ponto de origem do referencial geocêntrico.

Utilização do Pós Processamento por PPP.

O IBGE-PPP (Posicionamento por Ponto Preciso ou Posicionamento Absoluto Preciso) é um serviço on-line para o pós-processamento de dados GPS (Global Positioning System). Ele permite aos usuários de GPS, obterem coordenadas de boa precisão no Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS2000) e no International Terrestrial Reference Frame (ITRF). No posicionamento com GPS, o termo Posicionamento por Ponto Preciso normalmente refere-se à obtenção da posição de uma estação utilizando as observáveis fase da onda portadora coletadas por receptores de duas frequências e em conjunto com os produtos do IGS (International GNSS Service).

No referente trabalho realizado obtemos os seguintes dados de pós processamento.



Tabela 19: Coordenadas corrigidas pelo PPP.

Coordenadas Sirgas						
	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (E a que deve ser usada) ⁴	-21° 37' 40,7335"	-50° 51' 28,1635"	465,85	7608342.614	514713.589	-51
Na data do levantamento ⁵	-21° 37' 40,7280"	-50° 51' 28,1647"	465,85	7608342.783	514713.555	-51
Sigma(95%) ⁶ (m)	0,001	0,003	0,004			
Modelo Geoidal	MAPGEO2010					
Ondulação Geoidal (m)	-6,30					
Altitude Ortométrica (m)	472,15					

Nos gráficos abaixo segue o desvio padrão da latitude, longitude e altitude levando em consideração as horas do dia.

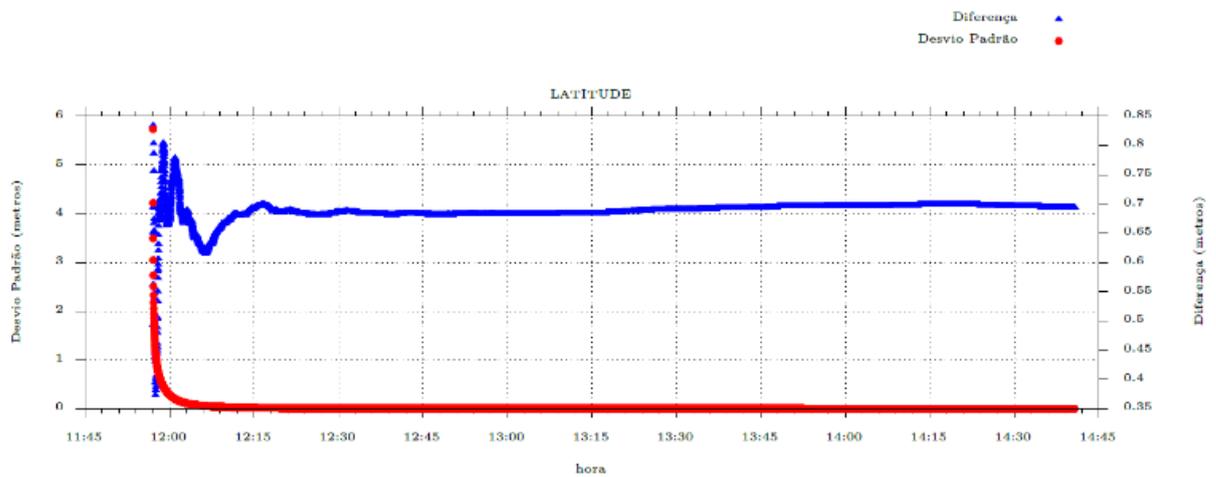


Gráfico 16: Desvio padrão x coordenada da latitude.

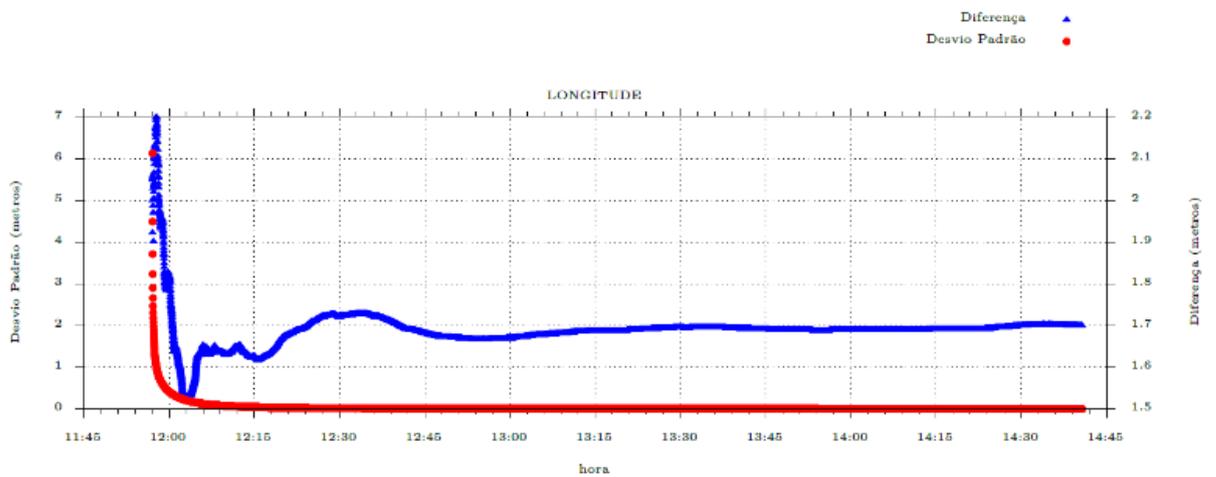


Gráfico 17: Desvio padrão x coordenada da longitude.



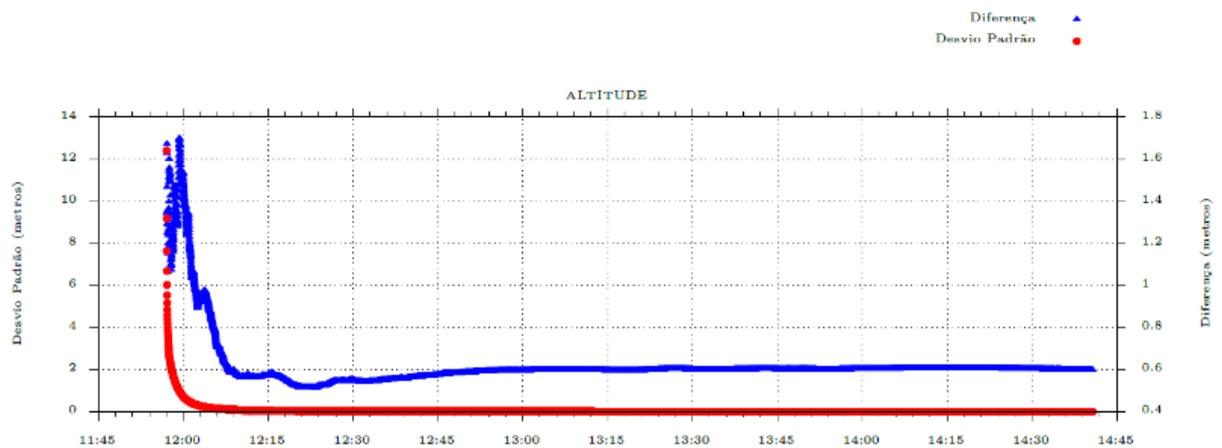


Gráfico 18: Desvio padrão x coordenada da altitude.

Dificuldades encontradas para execução deste trabalho

A Prefeitura disponibilizou mapas quando existentes e informações verbais. Somente não foi executado o cadastramento preciso do sistema de galerias de águas pluviais onde o sistema não é visível, há falta de cadastros, conhecimento do sistema pelos funcionários e inexistência de poços de visita de galeria de águas pluviais (Caixa de passagem oculta).

Equipe Técnica

Pela sistemática e metodologia aplicada, a equipe foi composta por Engenheiro Civil, Técnicos em Topografia que operaram o equipamento e auxiliaram em todo o processo de levantamento e técnicos em Geoprocessamento que elaboraram todas as plantas técnicas.

Documentos produzidos

Planta Topográfica, Mapa de Declividades e Relatório Técnico.



12. BIBLIOGRAFIA

- AZEVEDO NETTO, J.M & ALVAREZ, G.A. Manual de hidráulica. 6ª ed. São Paulo: Editora Blucher, 1973.
-
- BAPTISTA, Marcio; NASCIMENTO, Nilo; BARRAUD, Sylvie. Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana, Porto Alegre: ABRH, 2005.
-
- 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.
-
- DAVID, DA SILVA. D, PRUSKI, F.F. Gestão de Recursos Hídricos, Aspectos legais, econômicos e sociais. Brasília, DF: Secretaria de Recursos Hídricos; Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa; Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2000.
-
- DOP – Manual Técnico – caderno de encargos – Governo do Estado de São Paulo.
-
- IPT. Estudo de Macro drenagem de Valentil Gentil – SN Engenharia e Consultoria, 2007.
-
- IPT. Relatório de Situação dos Recursos hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Turvo/Grande. São Paulo: IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2000.
-
- LENCASTRE, A. Manual de hidráulica Geral. São Paulo: Editora Edgar Blucher, 1972.



-
- PORTO, R. Melo. Hidráulica básica. São Carlos: EESC / USP, 1998.
- RIGUETTO, A. Marozzi. Hidrologia e recursos hídricos. São Carlos: 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.
-
- TPCO 10: Tabelas de Composições de preços para orçamentos. 10ª ed. São Paulo: Pini, 1996.
-
- 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.
-
- - CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente, Resolução nº20 de 18 de junho de 1986, define critérios para classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional;
-
- - FUNASA –Fundação Nacional de Saúde, 2004, *Manual de Saneamento*, 3 ed., Brasília, Fundação Nacional de Saúde, 408 p;
-
- - 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.



Salmourão, 26 de Novembro de 2014.

MEP CONSULTORIA E AMBIENTAL LTDA.
ENG CIVIL . ANDRE PAVARINI
CREA: 5061281496

