

**PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE
SÃO JOSÉ DO RIO PRETO/SP**

Plano Municipal de Drenagem Urbana de Águas Pluviais

APRESENTAÇÃO

O presente documento traz o Plano Municipal de Saneamento Básico – Drenagem de Águas Pluviais (PMSB-DAP) do município de São José do Rio Preto. A elaboração do Plano Municipal visa atender a Lei Federal nº 11.445/07 conhecida como Lei do Saneamento, novo marco regulatório do setor.

De acordo com o Termo de Referência, os produtos foram divididos em produtos conforme descrito a seguir:

Produto 1 : Plano de trabalho.

Produto 2: Diagnóstico.

Produto 3: Estudo de Alternativas e Sustentabilidade Econômica.

Produto 4: Plano Municipal de Saneamento Básico – Componente Drenagem Urbana.

Este produto apresenta o produto final, com o detalhamento das proposições do Plano Municipal de Saneamento Básico – Drenagem de Águas Pluviais (PMSB-DAP). A elaboração desse relatório foi precedida de visitas técnicas realizadas no município de São José do Rio Preto, conforme previsto pelo Termo de Referência.

ÍNDICE

Plano Municipal de Drenagem Urbana de Águas Pluviais	1
1. INTRODUÇÃO	6
2. CARACTERIZAÇÃO.....	8
2.1 Meio Físico	8
2.1.1 Localização e Acessos.....	8
2.1.2 Clima.....	8
2.1.3 Geologia.....	10
2.1.4 Geomorfologia.....	12
2.1.5 Hidrogeologia.....	15
2.1.6 Hidrografia.....	17
2.2 Meio Biótico	23
2.2.1 Biodiversidade.....	24
2.2.2 Vegetação.....	24
2.2.3 Unidades de Conservação.....	28
2.3 Meio Socioeconômico.....	30
2.3.1 Histórico de Urbanização.....	30
2.3.2 População.....	32
2.3.3 Economia.....	34
2.3.4 Uso e ocupação do solo e Erosões.....	36
2.3.4.1 Erosões Urbanas.....	40
3. DIAGNÓSTICO E AVALIAÇÃO DA PRETAÇÃO DO SERVIÇO DE DRENAGEM URBANA	46
3.1. Aspectos Institucionais	46
3.2 Aspectos Orçamentário e Financeiro	51

4 DIAGNÓSTICO DA INFRAESTRUTURA EXISTENTE	53
4.1 Macrodrenagem.....	54
4.2 Microdrenagem.....	66
4.3 Situações Críticas.....	71
4.4 Impactos de Rodovias e Ferrovia	79
5. DEMANDA DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM URBANA.....	82
5.1 Metodologia de determinação das vazões máximas	83
5.2 Determinação das Vazões de Cheia – situação atual.....	87
5.2.1 Vazões para a microdrenagem.....	87
5.2.2 Vazões para a macrodrenagem.....	88
5.3 Determinação de volume de cheia – ensaios da situação atual e futura ..	103
6. CRITÉRIOS PARA A FORMULAÇÃO E SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS TÉCNICAS	108
6.1 Conceituação para a definição de alternativas	109
6.2 Fatores intervenientes	112
6.3 Princípios.....	113
6.4 Tipologia das Alternativas.....	115
6.5 Macrodrenagem.....	122
6.6 Sistema de Alerta	126
7. PROPOSIÇÕES	128
7.1 Ações Emergenciais (imediatas)	130
7.2 Ações em Curto Prazo (até 2020)	133
7.3 Ações em Médio Prazo (2021 a 2030)	135
7.4 Ações de Longo Prazo (2031 a 2044)	136
7.5 Ações Municipais.....	137

8. ESTIMATIVA DE CUSTOS DAS ALTERNATIVAS.....	140
8.1 Custos envolvidos na implantação	142
8.2 Estudo de Sustentabilidade	156
9. ARRANJO INSTITUCIONAL PARA AS ALTERNATIVAS	162
9.1 Município	162
9.2 Gestão da Drenagem na Bacia Hidrográfica do Rio Preto.....	166
10. PROPOSIÇÃO DE INDICADORES	168
10.1 Indicador da Gestão do Serviço.....	169
10.2 Outros Indicadores de Serviço.....	171
10.3 Mecanismos de Avaliação das Metas.....	17
11. PLANO DE CONTINGÊNCIA E EMERGÊNCIA.....	178
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	185

1. INTRODUÇÃO

Antes da ocupação urbana de um sítio, já existiam os cursos d'água, formando o relevo, também condicionado pelo solo e sua cobertura vegetal. A dinâmica água-solo-clima já se fazia presente, formando vales, várzeas, leitos encaixados, planícies aluvionais etc.

O manejo de águas pluviais urbanas, também conhecido simplesmente como drenagem urbana, constitui um conjunto formado pela infraestrutura física que dá destino a essas águas e pelo serviço público que tem por finalidade ampliá-la, mantê-la e reabilitá-la. A população urbana quando conta com serviço de drenagem urbana fica bem menos sujeita às inundações, corredeiras e empoçamento de água, todos responsáveis por prejuízo econômico, além de doenças como leptospirose e dengue. Assim, os objetivos dessa infraestrutura e serviço correspondem a dar destino adequado às águas pluviais urbanas, evitando prejuízos e danos à saúde pública de uma população que vive numa cidade.

Tanto a infraestrutura quanto à prestação de serviço de drenagem urbana serão mais complexos conforme tenha sido desde o início a relação entre a ocupação urbana e o relevo constituído por várzeas, cursos d'água entre outros. Se houve a ocupação de várzeas e encostas frágeis quanto ao escorregamento, mais difícil é a implantação do serviço e respectiva infraestrutura. As obras serão mais caras e complexas, exigindo provavelmente uma manutenção e operação mais apuradas. Se houve respeito a essas feições de relevo, não ocupando várzeas ou fazendo criteriosamente, mais simples será a infraestrutura e menos onerosa sua manutenção e operação.

Da mesma forma, se a ocupação possibilitou a permanência de vegetação e de áreas permeáveis, menos problemas são esperados. Problemas crescentes

são esperados, então, se essas precauções não foram seguidas, quando a dinâmica de ocupação urbana não respeitou várzeas, impermeabilizou o solo, reduziu a capacidade de infiltração etc.

Um Plano Municipal de Drenagem Urbana tem por objetivo resgatar por meio de soluções mais adequadas, a relação harmoniosa e sustentável entre cidade e suas águas. Trata-se mesmo de uma mudança de paradigma de como se trata a água pluvial urbana, tradicionalmente dentro de uma visão de afastamento o mais rápido possível, transferindo a jusante quase a totalidade da vazão de pico de cheia, para outra onde se retém e amortece ao menos em parte o volume pluvial. Assim, recupera-se a infiltração e a recarga de aquífero freático e, dependendo da formação geológica, o aquífero subterrâneo mais profundo.

O presente texto trata-se da compilação de todas as informações elaboradas durante a construção do Plano, constituindo-se no texto base do Plano Municipal de Drenagem Urbana de São José do Rio Preto. Este texto deverá ser avaliado e discutido com a sociedade e os órgãos que guardam alguma relação com a drenagem urbana no município, para então constituir-se em Projeto de Lei.

2. CARACTERIZAÇÃO

O conhecimento das características locais quanto os aspectos físicos, bióticos e socioeconômicos são necessários para a elaboração do diagnóstico da situação atual da drenagem urbana e construção do cenário futuro.

2.1 Meio Físico

Este tópico define o meio suporte onde o território do município se desenvolve, detalhando os itens de maior relevância aos serviços de drenagem urbana.

2.1.1 Localização e Acessos

O município de São José do Rio Preto possui extensão territorial de 431,963 km² (IBGE, 2013) e se insere na mesorregião e microrregião de mesmo nome. Localizado no norte do Estado de São Paulo, a 451 km da capital, a sede encontra-se nas coordenadas: Latitude Sul - 20°49'11"S e Longitude Oeste - 49°22'46" W. A altitude aproximada é igual a 500 m. Os municípios limítrofes são: Onda Verde, Guapiaçu, Cedral, Bady Bassit, Mirassol e Ipiguá.

São José do Rio Preto é cortado pelas Rodovias BR-153 (Rodovia Transbrasiliana) e SP-310 (Rodovia Washington Luís). Servem também de acesso ao município as seguintes rodovias: SP-425 (Rodovia Assis Chateaubriand), SP-355 (Rodovia Maurício Goulart) e SP-427 (Rodovia Décio Custódio da Silva).

2.1.2 Clima

Segundo a classificação climática de Koeppen, baseada em dados mensais pluviométricos e termométricos, o estado de São Paulo abrange sete tipos climáticos distintos, a maioria correspondente a clima úmido.

No município de São José do Rio Preto predomina o tipo Aw, tropical chuvoso com inverno seco e mês mais frio com temperatura média superior a 18°C. O mês mais seco tem precipitação inferior a 60 mm e com período chuvoso que se atrasa para o outono (CEPAGRI, 2013). Os resultados tabulares publicados pelo Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura para o município são apresentados no Quadro 1, a seguir.

Quadro 1 Dados climáticos do município de São José do Rio Preto.

Mês	Temperatura do ar (°C)			Chuva (mm)
	Mínima média	Máxima média	Média	
Janeiro	22,0	33,0	27,0	240,9
Fevereiro	19,7	31,1	25,4	185,3
Março	22,0	33,0	27,0	150,6
Abril	16,6	29,9	23,2	68,7
Maio	14,0	28,2	21,1	50,0
Junho	12,8	27,2	20,0	25,0
Julho	12,2	27,5	19,9	16,5
Agosto	13,8	30,2	22,0	19,9
Setembro	16,0	31,3	23,7	49,9
Outubro	17,6	31,4	24,5	107,6
Novembro	18,2	31,2	24,7	144,2
Dezembro	19,1	30,7	24,9	200,5
Ano	17,0	30,4	23,6	1.259,1
Mínima	12,2	27,2	19,9	16,5
Máxima	22,0	33,0	27,0	240,9

Fonte: CEPAGRI, 2013.

A altura pluviométrica média é suficiente para recarga do aquífero freático local, embora a distribuição de chuvas seja irregular ao longo do ano. Por outro lado, a intensidade pluviométrica pode chegar a cerca de 2,0 mm/min., ocasionado grande solicitação da infraestrutura em drenagem urbana.

2.1.3 Geologia

As unidades geológicas que afloram na área da Bacia Hidrográfica do Turvo/Grande são as rochas ígneas basálticas da Formação Serra Geral (Grupo São Bento da Bacia do Paraná), as rochas sedimentares dos grupos Caiuá e Bauru (pertencente à Bacia Bauru), e os sedimentos quaternários associados à rede de drenagem (IPT, 1999).

Ocorrem, também, mas em subsuperfície e são de relevante interesse hidrogeológicos para a UGRHI, as duas unidades arenosas situadas estratigraficamente abaixo dos derrames basálticos (formações Botucatu e Piramboia), depositadas no Triássico-Cretáceo. Essas duas formações, juntamente a Formação Serra Geral (rochas basálticas), constituem o Grupo São Bento (Bacia do Paraná). Em visita ao município, foram encontradas áreas onde há exposição desses arenitos devido à erosão provocada por lançamento incorreto de águas pluviais.

A Figura 1 apresenta o mapa Geológico da bacia disponível no Relatório 0 da Bacia do Turbo/Grande (IPT, 1999), com destaque para a região do município de São José do Rio Preto. A área do município tem substrato geológico constituído pelo Grupo Bauru, representado pelas formações São José do Rio Preto e Vale do Rio do Peixe.

A Formação São José do Rio Preto constitui amplo domínio de ocorrência na área de interesse, compondo as encostas e topos de morros, enquanto que a Formação Vale do Rio do Peixe restringe-se às porções de fundo de vale, notadamente no canal e margens do Rio Preto e seus afluentes. Ambas as formações possuem idade Cretácica, porém estratigraficamente a Formação Vale do Rio do Peixe é mais antiga do que a São José do Rio Preto existindo,

segundo Fernandes¹ (1998, apud IPT, 2009), ocorrendo grande lapso de tempo entre a deposição de uma e da outra.

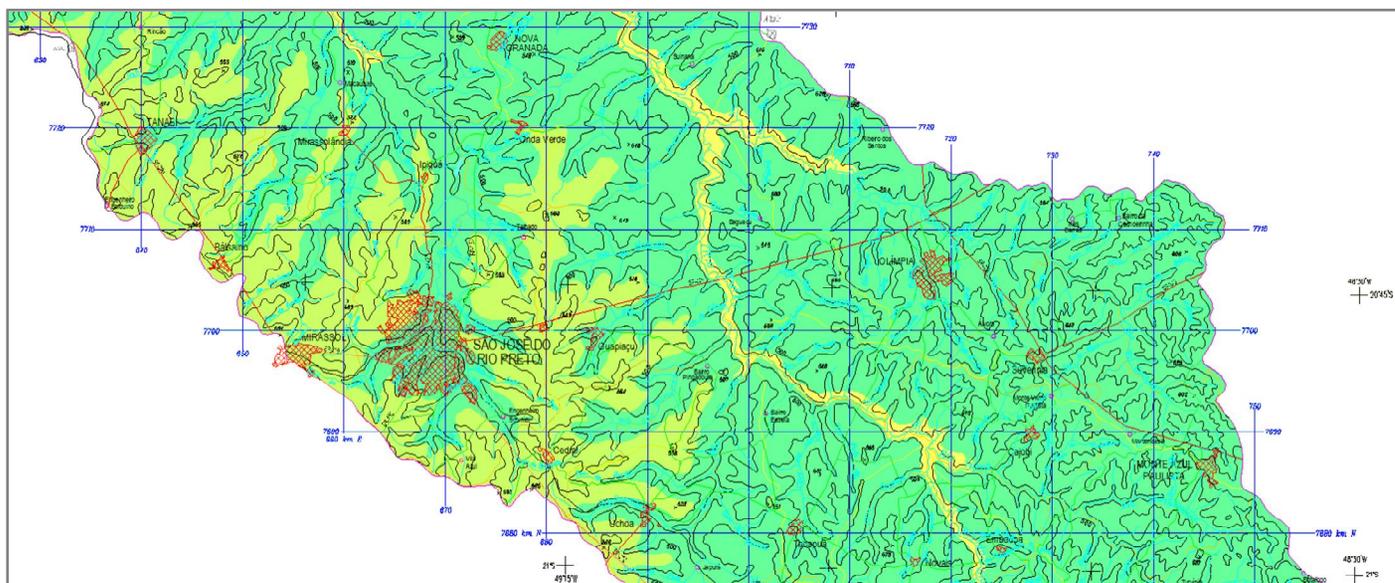
As duas formações constituem pacote de sedimento arenoso que atinge espessuras máximas da ordem de 150 – 200 m na cidade de São José do Rio Preto e região, o qual sobrepõe os basaltos não aflorantes da Formação Serra Geral, substrato impermeável dos sedimentos. Por outro lado, existe sobre ambas as formações, cobertura arenosa colúvio-eluvial ou depósitos aluviais de idade geológica mais recente (quaternária), não cartografados nas escalas de mapas geológicos disponíveis (IPT, 2009).

A Formação São José do Rio Preto é composta por uma sucessão de bancos arenosos com estratificação cruzada acanalada a tabular tangencial na base e intercalações subordinadas de bancos tabulares de arenitos a siltitos, com estratificação plano-paralela e estruturas de fluxo aquoso, e lamitos argilosos, em geral maciços (IPT, 2009). Os arenitos da Formação São José do Rio Preto são de cor marrom-claro a bege, finos a muito finos, moderado a mal selecionados, frequentemente conglomeráticos (frações tamanho areia média e grossa secundárias), com seixos silicosos, constituídos de nódulos carbonáticos, de lamitos e de argilitos.

Predomina, para os arenitos da Formação São José do Rio Preto, um ambiente deposicional de barras fluviais, em sistemas de amplos e rasos canais entrelaçados, nos quais teria predominado um regime de fluxos intempestivos. A escassez de depósitos pelíticos sugere relativa proximidade das áreas-fonte, predominância de intemperismo físico e clima semi-árido.

¹ FERNANDES, L. A. Estratigrafia e evolução geológica da parte oriental da Bacia Bauru (Ks, Brasil). Tese de Doutorado. São Paulo: Instituto de Geociências/USP. 1998.

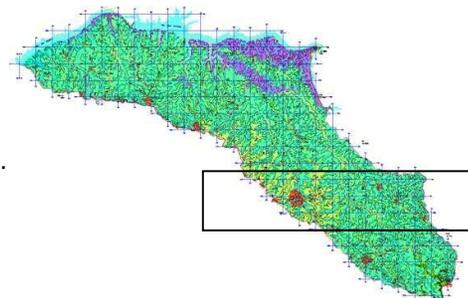
Figura 1 Mapa Geológico da Bacia do Turvo/Grande na região do município de São José do Rio Preto.



FORMAÇÃO SÃO JOSÉ DO RIO PRETO (Ksrp): arenitos finos a muito finos, com areia média a grossa, frequentemente conglomeráticos, cor marrom claro a bege, com estratificação cruzada acalorada a tabular tangencial na base. Subordinadamente, intercalações de arenitos a siltilitos com estratificação plano-paralela e estruturas de fluxo aquoso.

FORMAÇÃO VALE DO RIO DO PEIXE (Kvpx): arenitos finos a muito finos, marrom claro, rosado a alaranjado, em estratos tabulares maciços ou com estratificação grosseira; intercalações de bancos submétricos, com estratificação cruzada, e lamitos arenosos maciços.

GRUPO BAURU
Adaptado de IPT (1999).



Por sua vez, a Formação Vale do Rio do Peixe apresenta estratos de arenito com espessura inferior a 1,0 metro, maciços ou estratificados, aos quais se intercalam, subordinadamente, lamitos arenosos de aspecto maciço (IPT, 2009).

Seus arenitos são de cor marrom-claro, rosado a alaranjado, muito finos a finos, com seleção, ou seja, grau de uniformidade, moderada a boa e apresentam-se em estratos tabulares de aspecto maciço com estratificação ou laminação planoparalela grosseira e outros com estratificação cruzada tabular e acanalada de médio a pequeno porte.

Apresenta ambiente deposicional predominantemente eólico, com a acumulação, em extensas áreas planas, de depósitos de lençóis de areia com campos de dunas baixas, alternados com depósitos de lamitos com estratificação ondulada em razão da ação do vento. Como decorrência da natureza do substrato geológico, os solos são, em sua grande maioria, arenosos, com a composição granulométrica predominantemente de cerca 70% de areia e, aproximadamente, 30% de silte-argila (IPT, 2009). Esse tipo de solo apresenta fragilidade perante a erosão.

2.1.4 Geomorfologia

A região onde se insere o município pertence ao Planalto Ocidental do Estado de São Paulo. Apresenta topografia suave, caracterizada por relevo ondulado, relativamente uniforme, com extensos e baixos espigões, em faixas longas e estreitas, principalmente nos divisores de água.

Segundo IPT² (1981, apud IPT, 1999), no Planalto Ocidental a densidade de drenagem apresenta fortes variações entre os sistemas de relevo reconhecidos e até mesmo no interior de um mesmo sistema. De modo geral, as cabeceiras de curso d'água exibem uma maior ramificação da drenagem e, conseqüentemente, densidades médias até altas.

As formas de relevo que ocorrem na maior parte da UGRHI 15 são as colinas amplas, que ocupam a quase totalidade das áreas drenadas para o rio Grande. As colinas médias ocorrem nas cabeceiras e nos interflúvios das principais drenagens da Bacia do rio Turvo/Grande, onde está inserida a sub-bacia do rio Preto.

Nas colinas amplas predominam interflúvios com área superior a 4 km², topos extensos e aplainados, e vertentes com perfis retilíneos e convexos. Geralmente a drenagem é de baixa densidade e apresenta padrão subdentritico. Os vales são abertos com a presença de planícies aluviais interiores restritas, podendo ocorrer lagoas perenes ou intermitentes.

Nas colinas médias predominam interflúvios com áreas de 1 a 4 km², de topos aplainados, drenagem de média a baixa densidade, padrão sub-retangular e vales abertos a fechados.

As formas revelam que os entalhamentos médios dos vales são inferiores a 20 m e as dimensões interfluviais médias predominantes situam-se entre 1.750 e 3.750 m. As altitudes variam entre 400 e 700 metros e as declividades médias predominantes das vertentes entre 2 e 10 %. Nesse ambiente de declividades razoavelmente acentuadas, solos desprotegidos constituídos por arenitos

² INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. Escala 1:500.000. São Paulo. 2v. 1981.

apresentam tendência acentuada à erosão, pois as areias não são coesivas. Logo, a exposição de solo desprotegido combinada com concentração de escoamento superficial pluvial provoca erosões como as encontradas em áreas do município.

A litologia é basicamente constituída por arenitos com lentes de siltitos e argilitos com solos dos tipos Latossolo Vermelho-Amarelo que ocorrem de modo generalizado. Já o Podzólico Vermelho-Amarelo aparecem com maior frequência nas vertentes mais inclinadas. Tanto um quanto o outro são de textura média a arenosa (IPT, 1999).

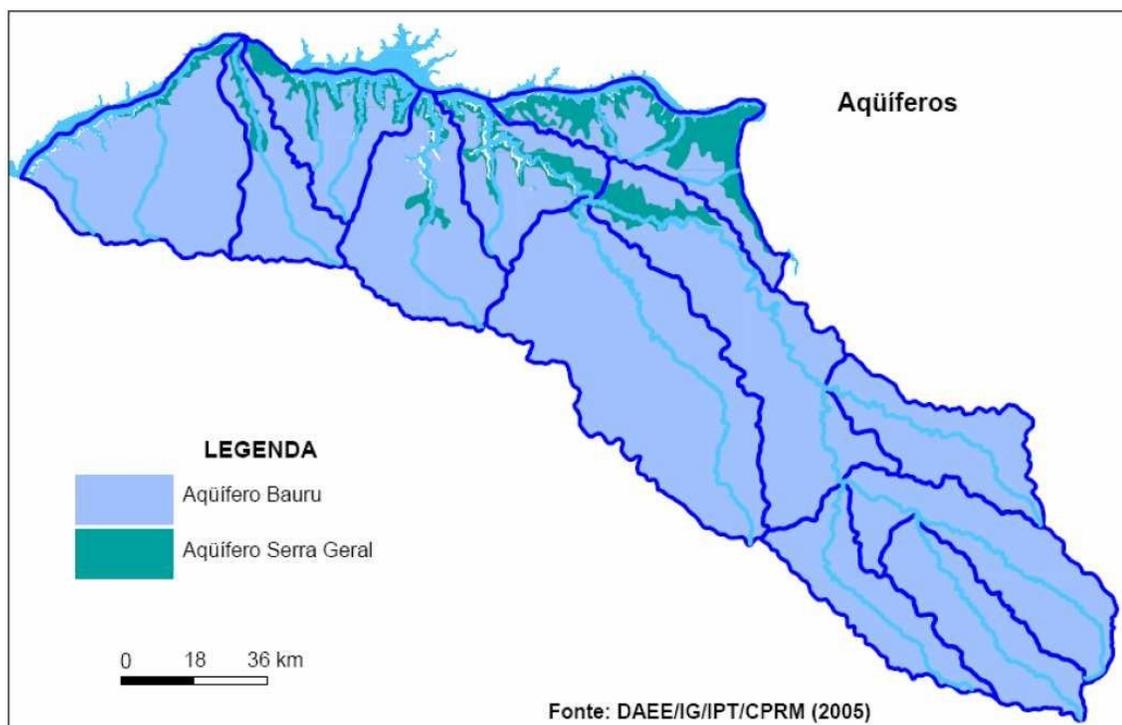
Ainda segundo IPT (1999) por apresentar formas de dissecação baixa e vales pouco entalhados e com densidade de drenagem baixa, essa unidade apresenta um nível de fragilidade potencial baixo, nos setores aplainados dos topos das colinas. Entretanto face às características texturais dos solos, os setores de vertentes pouco mais inclinados são extremamente suscetíveis aos processos erosivos quando se desenvolvem escoamentos concentrados, como mencionado.

As planícies fluviais apresentam declividades inferiores a 2% e posicionam-se em diferentes níveis altimétricos. São formadas por sedimentos fluviais arenosos e argilosos inconsolidados e os solos são do tipo Glei Húmico e Glei Pouco Húmico. O potencial de fragilidade dessas planícies é muito alto por serem áreas sujeitas a inundações periódicas, com lençol freático pouco profundo e sedimentos inconsolidados sujeitos a acomodações constantes.

2.1.5 Hidrogeologia

A ocorrência das águas subterrâneas na área da UGRHI 15 é condicionada pela presença de três unidades aquíferas: Bauru, Serra Geral e Guarani (Figura 2). A área aflorante do Aquífero Bauru corresponde a 90% de toda a área da UGRHI. Os outros 10% referem-se à área de afloramento do aquífero Serra Geral e o aquífero Guarani ocorre apenas em subsuperfície.

Figura 2 Aquíferos presentes na UGRHI-15.



Fonte: Plano de Bacia (IPT, 2008).

Sistema Aquífero Bauru, presente no município de São José do Rio Preto, possui maior volume de água extraída, ocasionado por maior quantidade de poços tubulares, apesar de não ser o melhor em termos de capacidade de produção. Apresenta regionalmente, comportamento de aquífero livre, com recarga natural diretamente da infiltração de água das chuvas. Os níveis de

água são relativamente rasos, acompanhando o relevo, com sentido de fluxo para as drenagens naturais, inclusive contribuem para os lagos causados pelos barramentos hoje existentes. A espessura saturada média do aquífero é de 75 m, ocorrendo uma máxima entre 150 e 200 m, condicionada à morfologia de superfície e pelo substrato rochoso, representado pelos basaltos da Formação Serra Geral (SERVMAR, 2007).

O Aquífero Bauru é considerado como aquífero moderadamente permeável, devido ao teor relativamente elevado de material argiloso e siltoso. Os valores de transmissividade variam entre 10 a 100 m²/d, com média de 35 m²/d, e porosidade efetiva variada entre 5% e 15%. Os coeficientes de armazenamento entre 10⁻³ e 10⁻⁵ indicam, localmente, condições de semiconfinamento a confinamento. As vazões são consideradas pequenas, com médias de 12 e 13 m³/h, porém de grande importância em razão de sua extensa distribuição no Estado e facilidade de captação por poços relativamente rasos (75 a 125 m de profundidade) (IPT, 1999). A reserva permanente do aquífero Bauru na bacia hidrogeológica de São José do Rio Preto é estimada em 40 bilhões de m³, com volume disponível entre 25 a 30 bilhões de m³ (ARID³ et al, 1970 apud IPT, 1999).

Barcha⁴ (1997, apud SERVMAR, 2007) salientou que há uma espessa cobertura de solos colúviais arenosos recobrendo o aquífero, ocorrendo circulação subterrânea, mais próxima à superfície, vinda dos interflúvios para os vales dos rios. Porém, numa profundidade maior, o fluxo se dá de N-NE para S-SW.

³ ARID, F. M.; CASTRO, P. R. M.; BARÇA, S. F. Estudos hidrogeológicos no município de São José do Rio Preto, SP. Bol. Soc. Bras. Geol., 19 (1), p. 43-69. 1970.

⁴ BARÇA, S. Água e abastecimento urbano em São José do Rio Preto. X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas.

2.1.6 Hidrografia

Em termos de região hidrográfica, o município de São José do Rio Preto localiza-se na Bacia Hidrográfica dos Rios Turvo e Grande que corresponde à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos n.º 15 (UGRHI-15).

A Bacia Turvo-Grande localiza-se na região noroeste do Estado de São Paulo (Figura 3), tendo por limites o estado de Minas Gerais ao Norte (com o rio Grande servindo de fronteira), a UGRHI 12 a leste, a UGRHI 9 a sudeste e as UGRHIs 16 e 18 ao sul.

Figura 3 Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHIs do Estado de São Paulo.



Fonte: CPTI, 2012.

Trata-se da 4.^a maior UGRHI do Estado de São Paulo, sendo composta por 64 municípios, dentre eles São José do Rio Preto. Segundo dados do Censo (IBGE, 2010) abriga 1.233.992 habitantes, 3,45% da população total do Estado.

A área de drenagem é de 15.975 km², sendo os principais cursos d'água: rio Turvo, rio Grande, rio Preto, rio da Cachoeirinha, rio São Domingos e ribeirão da Onça.

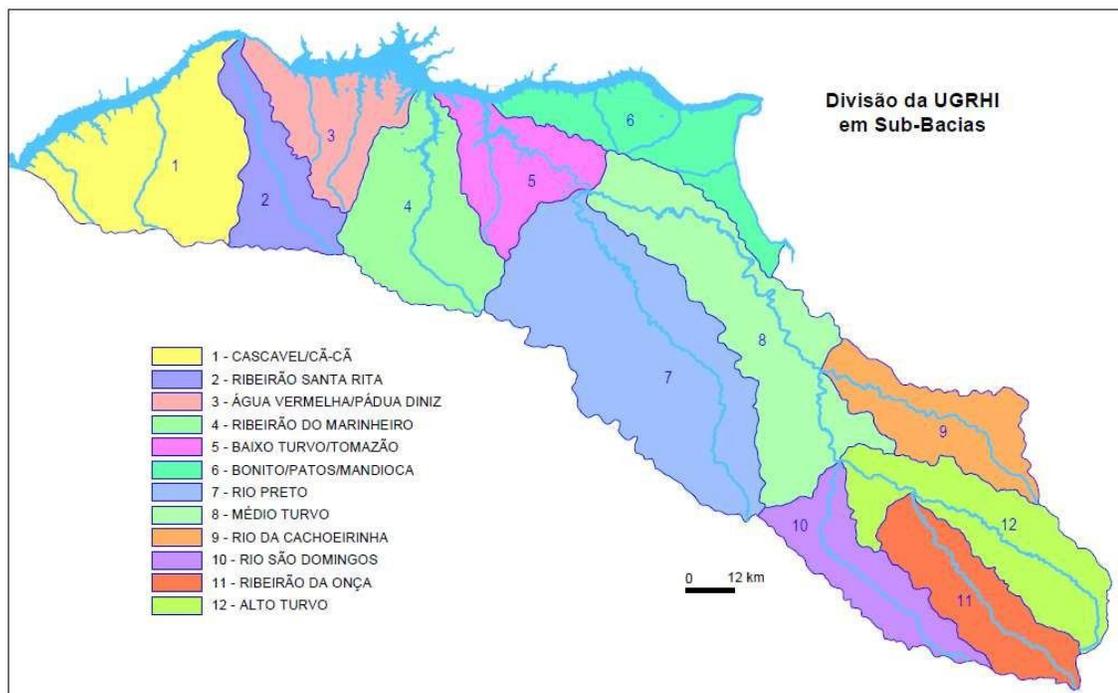
A UGRHI 15 subdivide-se em 12 sub-bacias, designadas com os nomes dos cursos d'água que a perfazem. O Quadro 2 apresenta a relação (número, nome e área) das sub-bacias, e na Figura 4 sua localização.

Quadro 2 Caracterização espacial das sub-bacias da UGRHI-15.

N.º	Sub-bacia	Área (km ²)	N.º	Sub-bacia	Área (km ²)
1	Cascavel/Cã-Cã	1.760,7	7	Rio Preto	2.866,6
2	Ribeirão Santa Rita	767,9	8	Médio Turvo	2.112,6
3	Água Vermelha/Pádua Diniz	913,1	9	Rio Cachoeirinha	952,5
4	Ribeirão do Marinheiro	1.395,7	10	Rio São Domingos	855,0
5	Baixo Turvo/ Tomazão	903,0	11	Ribeirão da Onça	970,0
6	Bonito/ Patos/ Mandioca	1.131,8	12	Alto Turvo	1.354,1

Fonte: Plano de Bacia (IPT, 2008).

Figura 4 Localização das sub-bacias na área da UGRHI-15.



Fonte: Plano de Bacia (IPT, 2008).

É importante entender a articulação do rio Preto com os demais cursos d'água que compõe a sua sub-bacia e a própria UGRHI, porque qualquer alteração a montante, já que a cidade situa-se na região de nascentes, leva a fenômenos a jusante. É o caso da impermeabilização que aumenta o volume de águas rio abaixo. Da mesma forma, a canalização acelera as águas a jusante, embora beneficie o município, pois drena mais rapidamente a chuva. É necessário compreender todos esses condicionantes para as proposições normalmente consideradas na elaboração do PMDU de S. José do Rio Preto.

As sub-bacias numeradas de 1 a 6 abrangem toda a faixa norte da área da UGRHI, que drena diretamente para os reservatórios do Rio Grande, de forma que as suas áreas compreendem também uma parte coberta pelas águas dos reservatórios. As sub-bacias 7 e 8 ocupam a porção intermediária da UGRHI, enquanto que as sub-bacias 9 a 12 localizam-se no seu sudeste.

A sub-bacia 7, de interesse para este estudo, é constituída pelo Rio Preto e toda a sua rede de afluentes, tanto da margem direita como da esquerda, sendo a que possui a maior área dentre as doze sub-bacias da UGRHI, como visto no Quadro 2.

São quinze os municípios que têm a sua sede na sub-bacia 7 ou a compartilham com outra. Nesta situa-se o maior núcleo urbano e polo de desenvolvimento da UGRHI, São José do Rio Preto. As demais cidades são Mirassol, Tanabi, Cosmorama, Bálsamo, Cedral, Américo de Campos, além de outras menores. O Quadro 3 apresenta os municípios que compõe (parcial ou totalmente) a sub-bacia 7, quer pertençam à UGRHI-15 ou outra, além das porcentagens que a área de cada município representa do total da sub-bacia.

O rio Preto nasce no município de Cedral, nas coordenadas geográficas: Latitude S 20° 55' 59" e Longitude O 49° 18' 59", e segue rumo ao norte do Estado de São Paulo, recebendo as águas de vários córregos. Em seu percurso inicial acompanha a rodovia que liga Potirendaba a Cedral, onde se desvia para noroeste acompanhando então a rodovia SP-310. Cruza a cidade de São José do Rio Preto e desvia novamente para o norte acompanhando a rodovia SP-427 até a divisa de Onda Verde e Ipiguá. Neste ponto retoma o percurso para o noroeste, mantendo-se mais ou menos paralelo a rodovia SP-423. Em Pontes Gestal, após receber as águas do córrego Botelho, segue rumo nordeste até desaguar no rio Turvo, que por sua vez é afluente do rio Grande.

Quadro 3 Municípios que compõe a sub-bacia 7 e sua participação em termos de área.

Município	Área do município (Km ²)	% da sub-bacia
Álvares Florence	37,981	1,3 %
Américo de Campos	202,103	7,1 %
Bálsamo	126,827	4,4 %
Cedral	32,307	1,1 %

Município	Área do município (Km²)	% da sub-bacia
Cosmorama	330,549	11,5 %
Ipiguá	130,812	4,6 %
Mirassol	112,134	3,9 %
Mirassolândia	167,169	5,8 %
Monte Aprazível*	11,864	0,4 %
Nova Granada	163,971	5,7 %
Onda Verde	67,897	2,4 %
Palestina	327,807	11,4 %
Pontes Gestal	69,395	2,4 %
São José do Rio Preto	437,587	15,3 %
Tanabi	617,177	21,5 %
Votuporanga	30,990	1,1 %
Sub-bacia 7	2.866,57	100,0%

Nota: *Município com sede em outra UGRHI.

Fonte: Plano de Bacia (IPT, 2008).

No município de São José do Rio Preto, seus principais afluentes com incidência na área urbana são: pela margem esquerda córrego dos Macacos, córrego Aterrado, córrego Canela, córrego Borá, córrego Piedade, córrego Piedadinha; e pela margem direita córrego da Lagoa, córrego Felicidade e córrego da Anta.

As bacias dos córregos Canela e Borá são as mais críticas quanto às inundações. Mesmo com a existência de canalização, aberta ou fechada, dependendo do trecho, há um escoamento superficial significativo com uma lâmina d'água de dezenas de centímetros que causa incômodo e eventual prejuízo para a população. A Figura 5 ilustra a hidrografia de interesse do município de São José do rio Preto.

A altura pluviométrica anual é de aproximadamente 1.300 mm/ano (DAEE, 2005), sendo que as chuvas se concentram nos meses de outubro a março. Esse valor indica que é grande o aporte hídrico, propriedade importante para a

recarga do aquífero freático. No entanto, é a intensidade de chuva que interessa para a drenagem urbana, sendo factível um valor de 2 mm/min., como visto, o que causa grande escoamento superficial, caso seja crescente a impermeabilização do solo.

Figura 5 Principais cursos d'água da área urbana.



No quadro a seguir observa-se a intensidade de chuva no município em função da duração da precipitação e tempo de recorrência (TR).

Quadro 4 Intensidade de chuva no município de São José do Rio Preto.

Duração da chuva (min)	Evento máximo	Intensidade de chuva (mm/min)						
		TR=05	TR=10	TR=15	TR=20	TR=25	TR=50	TR=100
10	2,430	2,025	2,205	2,307	2,378	2,433	2,603	2,771
20	1,970	1,658	1,817	1,906	1,969	2,017	2,166	2,314
30	1,626	1,415	1,642	1,642	1,700	1,744	1,881	2,016
60	1,200	0,976	1,096	1,164	1,211	1,248	1,360	1,472
120	0,724	0,606	0,687	0,732	0,764	0,788	0,864	0,939
180	0,500	0,432	0,484	0,513	0,534	0,549	0,598	0,646
360	0,273	0,233	0,255	0,268	0,277	0,284	0,305	0,326
720	0,138	0,123	0,132	0,138	0,142	0,145	0,154	0,163
1080	0,103	0,087	0,094	0,098	0,101	0,104	0,110	0,117
1440	0,078	0,070	0,076	0,080	0,082	0,084	0,090	0,096

Nota: Prefixo do Posto Pluviométrico: B6-020 – São José do Rio Preto; Período da série histórica: 1975/1991.

Fonte: IPT, 1999.

Em função da acentuada intensidade pluviométrica, da impermeabilização do solo e da extensão da mancha ocupada perante as bacias de interesse urbano, é necessário que o serviço de drenagem seja bem implantado para dar conta de todos esses desafios. Atualmente, como em outros municípios, a implantação da drenagem urbana, exceto nos novos loteamentos, fica a encargo da secretaria de obras, enquanto que a limpeza de bocas-de-lobo e galeria, secretaria de serviços. Da mesma forma que a grande maioria dos municípios brasileiros, também em São José do Rio Preto não há cadastro das galerias e bocas-de-lobo.

2.2 Meio Biótico

A vegetação se apoia e se desenvolve a partir do meio físico apresentado. Aqui é retratada nos seus principais aspectos que guardam alguma relação com a drenagem urbana, principalmente no que toca a capacidade de infiltração.

2.2.1 Biodiversidade

A cobertura natural da região de São José do Rio Preto, que outrora era dominada por formações florestais, vem sendo substituída gradativamente por núcleos urbanos, reflorestamentos e agropecuária. Em decorrência do desmatamento, a fauna desses ambientes, essencialmente hilófila (de ambiente florestal), sofreu redução expressiva da diversidade original e da distribuição espacial, resultado da perda de habitats. A substituição das florestas por áreas antrópicas favoreceu o desenvolvimento e predomínio de espécies hemerófilas, que habitam áreas antropizadas, de hábitos alimentares generalistas e oportunistas (IPT, 2009).

O estudo desenvolvido para a bacia de contribuição da represa de abastecimento de São José do Rio Preto (IPT, 2009) identificou a presença de 41 espécies de angiospermas, 13 de anfíbios, 86 de artrópodes (incluindo ácaros, aracnídeos, branquiópodos e copépodos) e 81 espécies de peixes.

2.2.2 Vegetação

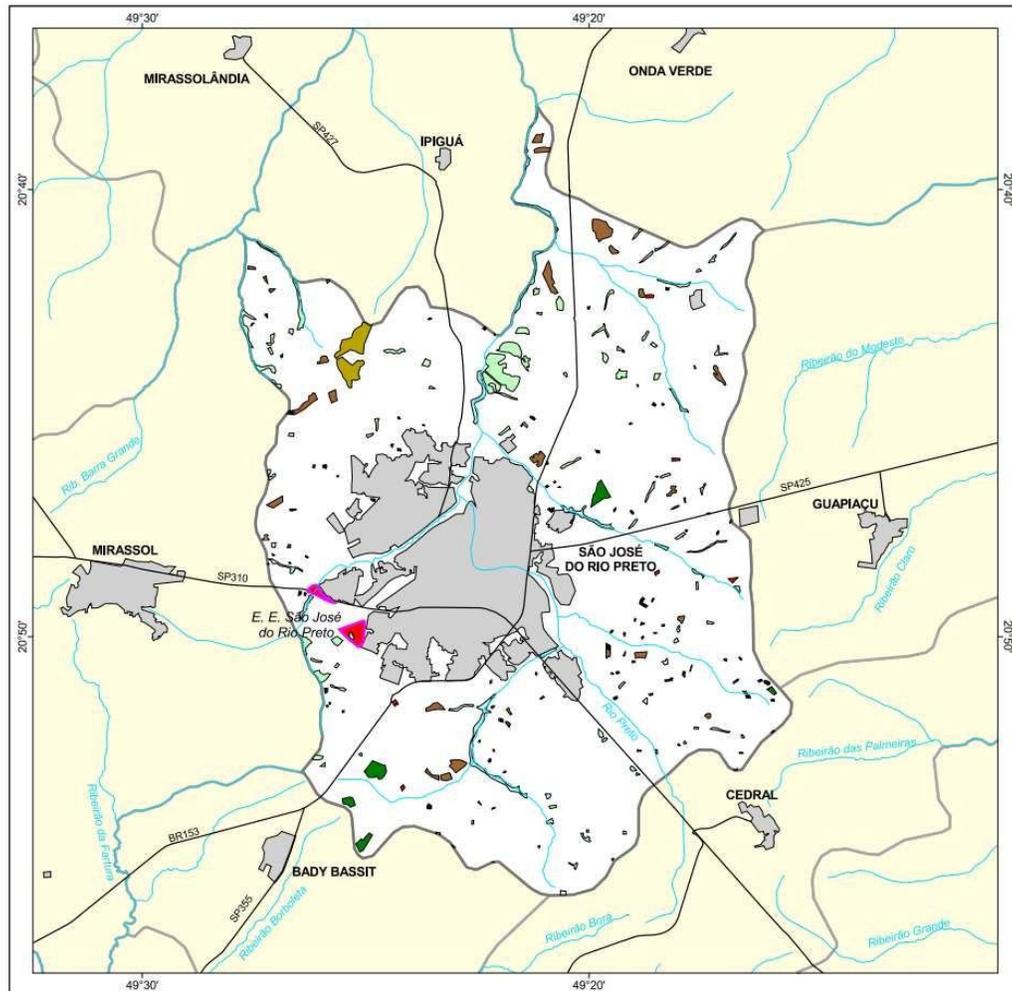
O município encontra-se inserido no bioma Mata Atlântica. A vegetação remanescente de São José do Rio Preto apresenta uma área de 1.496 ha que ocupa aproximadamente 3,4% da superfície do município (IF, 2005). As categorias de maior ocorrência são: Floresta Estacional Semidecidual, Formação Arbórea/Arbustiva em região de várzea e Savana.

A vegetação remanescente está dividida em 241 fragmentos, sendo que desse total 203 (84,2%) apresentam superfície até 10 ha e 22, até 20 ha. Os demais fragmentos (16) com superfícies variando de 20 a 200 ha.

Na figura 6 encontra-se ilustrado o Mapa Florestal de São José do rio Preto com a localização da vegetação natural remanescente, devidamente identificada, sendo que suas diferentes fitofisionomias estão quantificadas no Quadro 5.

A cobertura vegetal de maior ocorrência é a capoeira ocupando 1,39% da área do município. Trata-se de vegetação secundária que sucede à derrubada das florestas, constituída principalmente por indivíduos lenhosos de segundo crescimento, na maioria, da floresta anterior e por espécies espontâneas que invadem as áreas devastadas, apresentando porte desde arbustivo até arbóreo, porém, com árvores finas e compactamente dispostas.

Figura 6 Mapa Florestal de São José do Rio Preto.



Legenda:

cobertura vegetal			
	mata		curso d'água
	capoeira		represa
	cerrado		limite municipal
	cerradão		vias de circulação
	campo cerrado		área urbana
	campo		Unidade de Conservação
	vegetação de várzea		
	mangue		
	restinga		
	vegetação não identificada		
	reflorestamento		

Fonte: IF, 2005.

Quadro 5 Quantificação da cobertura vegetal de São José do Rio Preto.

Cobertura Vegetal	Área (ha)	% em relação a área do município
Mata	121,37	0,28
Capoeira	606,83	1,39
Cerrado	161,21	0,37
Cerradão	296,81	0,68
Vegetação de Várzea	219,57	0,50
Vegetação não classificada	90,55	0,21
TOTAL	1.496,34	3,42
Reflorestamento	32,58	0,07

Fonte: IF, 2005.

O cerradão e a vegetação de várzea são a segunda e terceira coberturas vegetais de maior ocorrência, ocupando 0,68% e 0,50% do território municipal, respectivamente. O cerradão é uma formação vegetal constituída de três andares distintos: o primeiro apresenta espécies ombrófilas rasteiras ou de pequeno porte; o segundo, arbustos e pequenas formas arbóreas, constituindo subbosque, não ultrapassando a altura de 5 a 6 metros de altura, de troncos menos tortuosos, não ramificados desde a base com predominância de madeiras duras.

Já a vegetação de várzea trata-se de uma formação ribeirinha ou 'floresta ciliar' que ocorre ao longo dos cursos d'água, apresentando um dossel emergente uniforme e estrato dominado e submata.

De maneira geral, verifica-se que a cobertura vegetal no município é bastante fragmentada, ocorrendo de forma esparsa no território. As áreas de reflorestamento ocupam 32,58 ha e ocorrem predominantemente nas Unidades de Conservação existentes em São José do rio Preto.

A cobertura vegetal tem papel importante na proteção do solo contra o impacto direto das gotas de chuva, aumentando a capacidade de retenção de água e evitando o escoamento superficial que pode causar erosão e transporte de sedimentos numa bacia. O escoamento superficial é considerado, atualmente, a principal forma de contaminação dos mananciais de água superficial, devido, justamente, ao transporte de sedimentos e produtos químicos, podendo, esses últimos, serem responsáveis pela deterioração imediata do curso d'água, ao passo que o transporte de sedimentos trazem impactos negativos, como o assoreamento nos corpos hídricos.

A erosão hídrica consiste no desprendimento e transporte de partículas do solo, causados pela ação do escoamento superficial. Esse processo composto por três fases: desagregação, transporte e deposição, sendo a primeira causada pelo impacto das gotas de chuva sobre o solo, a segunda, pela ocorrência do escoamento superficial, e a terceira, pela diminuição da velocidade da água escoada.

Desta forma, o controle do uso e ocupação do solo e a manutenção de áreas verdes, principalmente nas áreas urbanas, são importantes para favorecer o processo de infiltração da água das chuvas e conseqüente recarga do aquífero, minimizando assim os efeitos do escoamento superficial.

2.2.3 Unidades de Conservação

As Unidades de Conservação – UC constituem espaços territoriais e marinhos detentores de atributos naturais ou culturais de especial relevância para a conservação, preservação e uso sustentável de seus recursos, desempenhando um papel altamente significativo para a manutenção da diversidade biológica.

A criação está prevista na Constituição Federal de 1988 (Capítulo VI, Artigo 225, parágrafo 1º, inciso III) que determina ao Poder Público a incumbência de *“definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção”*.

No município de São José do Rio Preto, foram identificadas duas Unidades de Conservação descritas no quadro a seguir. Não há unidades ao longo do próprio rio Preto, tornando mais frágil qualquer processo de preservação da vegetação, bem como a recarga de aquíferos necessários ao abastecimento da cidade. Esse é um desafio a encarar pela administração municipal.

Quadro 6 Unidades de Conservação do município de São José do Rio Preto.

Tipo de UC	Nome	Municípios abrangidos	Diploma Legal	Área (ha)
Estação Ecológica	E. Ec. Noroeste Paulista	Mirassol e São José do Rio Preto	Lei estadual n.º 8.316/93	168,63
Estação Experimental	E. Ex. São José do Rio Preto	São José do Rio Preto	Decreto estadual n.º 37.539/60	89,3

Fonte: Plano de Bacia (IPT, 2008).

2.3 Meio Socioeconômico

A partir das características do meio físico e biótico trata-se neste item os aspectos socioeconômicos do município.

2.3.1 Histórico e Urbanização

Até por volta de 1840, a área onde está situada a região do município de São José do Rio Preto não passava de mata virgem. Naquele ano, o lugar começou a ser desbravado por mineiros que ali se fixaram e deram início à exploração agrícola e à criação de animais domésticos.

No ano de 1845, Luiz Antônio da Silveira pisou, pela primeira vez, em solo rio-pretense, trazendo junto com ele, cargueiros e escravos, vindo juntamente com seu irmão Antônio Carvalho e Silva e com seu amigo Vicente Ferreira Netto. Abriram veredas mato adentro, desde Bebedouro do Turvo até as proximidades do local onde hoje está a cidade de São José do Rio Preto. Os recursos estavam acabando e a comitiva se deteve naquele local, onde com o tempo, haviam conquistado terras boas para o cultivo com sobra de água para o gado e um bom lugar para moradias. Com o passar do tempo a pequena povoação ia crescendo.

Em 1852, Luiz Antônio da Silveira doou parte de suas terras para a formação do patrimônio de São José onde, no mesmo ano, João Bernardino de Seixas Ribeiro construiu a primeira casa, coberta de "sapé", mais tarde substituída por telhas de barro.

Os primeiros povoadores, procedentes de Minas Gerais, foram se instalando próximo à casa de João Bernardino e quando, em 1867, por aí passou o Visconde de Taunay, anotou que a povoação já possuía meia dúzia de palhoças e uma capela em construção. Inicialmente chamou-se capela de São José do Rio Preto, pertencente a Jaboticabal passando, em 1879, a freguesia com o mesmo nome.

A cidade de São José do Rio Preto foi emancipada de Jaboticabal na década de 1890. A versão de sua etimologia é que o nome seja uma mistura entre o padroeiro, São José, e o Rio Preto, que banha o município.

O imenso território do Município de São José do Rio Preto que, inicialmente, confinava-se com o rio Paraná no oeste, rio Tietê no sul, rio Turvo no leste e rio Grande no norte, sofreu inúmeros desmembramentos no correr dos anos.

A primeira planta da cidade, traçada pelo italiano Ugolino Ugolini em 1895, apresentava ruas largas que se cruzavam em ângulo reto, como um tabuleiro de xadrez, dividindo a área em quarteirões e estes em "datas". Ao longo do tempo, a presença de barreiras físicas como rios e riachos, dentre outros, condicionou a forma de ocupação do espaço urbano (PSJRP, 2013), o que se verifica até hoje.

De 1906 a 1944, São José do Rio Preto teve o nome simplificado para Rio Preto e nesse último ano o Centro Geográfico do Rio de Janeiro cogitou alterá-lo para "Iboruna", tendo em vista haver homônimo mais antigo no Estado de

Minas Gerais. Diante do protesto de seus habitantes, de associações de classe, de políticos, a idéia foi superada mediante Decreto Estadual restabelecendo o antigo topônimo de São José do Rio Preto.

A evolução econômica do Município foi marcada por um surto de progresso a partir de 1912, com a chegada dos trilhos da Estrada de Ferro Araraquarense, constituindo-se hoje centro de influência regional.

Atualmente é formada pelos distritos de Engenheiro Schmitt, São José do Rio Preto (Distrito-Sede) e Talhado, e subdivide-se em cerca de 360 bairros, loteamentos e residenciais.

É um dos principais polos industriais, culturais e de serviços do interior de São Paulo. Sua história econômica esteve por muito tempo ligada à cafeicultura, também presente em grande parte do estado de São Paulo, principalmente no início do século XX. Segundo pesquisa da Fundação Getúlio Vargas, publicada na revista *Você S.A.*, São José do Rio Preto é a 18ª colocada no ranking das cidades brasileiras mais promissoras para se construir uma carreira profissional. O município conta ainda com uma importante tradição cultural que vai desde o seu artesanato até o teatro, a música e o esporte.

2.3.2 População

De acordo com dados do Censo de 2010 a população total de São José do Rio Preto é de 408.258 habitantes e a densidade demográfica igual a 945,12 hab./km² (IBGE, 2010). A população reside predominantemente na área urbana onde se encontram 93,9% dos habitantes.

O Quadro 7 apresenta os dados populacionais do município, tomando como base os censos do IBGE entre os anos de 1970 e 2010. Verifica-se que a população vem crescendo, mas com menor intensidade. Entre 1991 e 2000 houve um crescimento de 2,63% a.a. da população total, passando para 1,31% a.a. entre 2000 e 2010.

Quadro 7 População de São José do Rio Preto de 1970 a 2010.

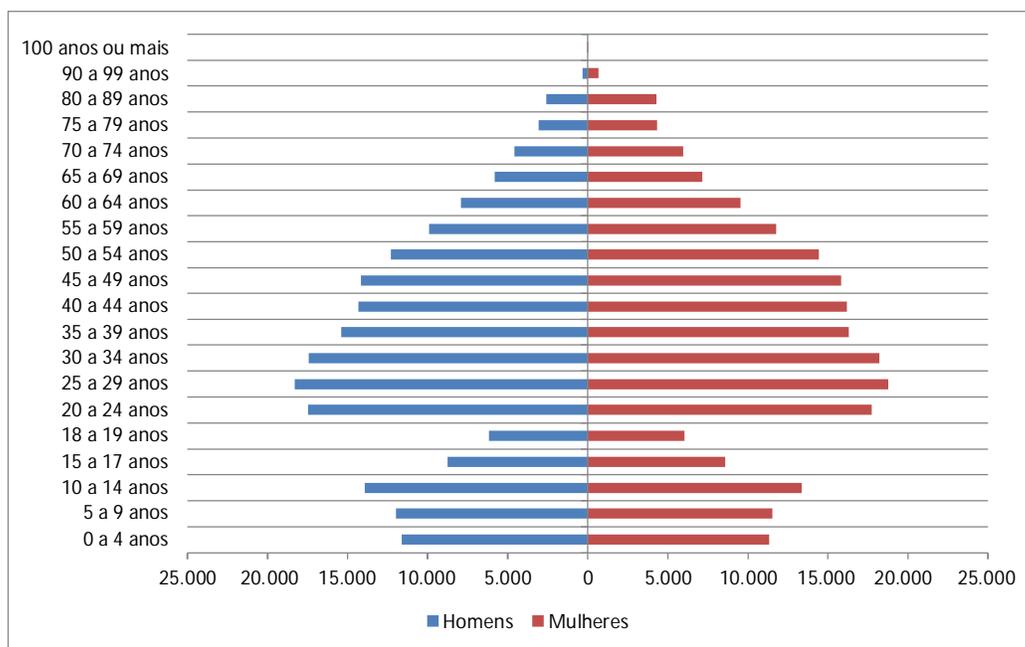
Ano	População Total (habitantes)	População Urbana (habitantes)	População Rural (habitantes)
1970	122.134	110.175	11.959
1980	188.599	178.970	9.629
1991	283.761	275.450	8.311
2000	358.523	337.096	21.427
2010	408.258	383.490	24.768

Fonte: Censos IBGE.

Analisando a pirâmide etária de São José do Rio Preto (Figura 7), verifica-se que o maior grupo é de adultos (20 a 59 anos) com 60,9%, seguido dos jovens (0 a 19 anos) com 25,3% e velhos (acima de 60 anos) com 13,8%. Nota-se também que está havendo um estreitamento da base da pirâmide, indicando tendência de aumento da população mais velha.

Quanto à distribuição por sexo, há certa predominância feminina, com uma população formada por 48,0% de homens e 52,0% de mulheres. A faixa etária com maior número de homens é de 25 a 29 anos, o mesmo ocorrendo com as mulheres.

Figura 7 Pirâmide etária de São José do Rio Preto – 2010.



Fonte: Elaborado a partir de IBGE (2010).

2.3.3 Economia

O Produto Interno Bruto (PIB) de Rio Preto é o 61º maior do Brasil, destaca-se a área da prestação de serviços. De acordo com dados do IBGE relativos a 2010, o PIB do município era de R\$ 8.981,999 milhões. O PIB per capita é de R\$ 21.991,26.

A agricultura é o setor menos relevante da economia de São José do Rio Preto. De todo o PIB da cidade, 23.397 mil reais é o valor adicionado bruto da agropecuária.

Segundo o IBGE, em 2009, o município possuía um rebanho de 23.200 bovinos, 1 600 equinos, 3 000 suínos, 400 caprinos, 40 bufalinos, dez asinos, 35 muares, 1.720 ovinos, 400 coelhos e 500.000 aves, dentre estas 50.000 galinhas e 450.000 galos, frangos e pintinhos.

Em 2009 a cidade produziu 3,562 milhões de litros de leite de 5.086 vacas. Foram produzidos 779.000 dúzias de ovos de galinha e 9.500 quilos de mel-de-abelha. Na lavoura temporária são produzidos principalmente a cana-de-açúcar (594.000 toneladas), o milho (840 toneladas) e o tomate (150 toneladas) (Quadro 8).

Quadro 8 Informações da produção agrícola.

Produto	Área colhida (Hectares)	Produção (Tonelada)
Cana-de-açúcar	6 600	594 000
Milho	200	840
Tomate	5	150

Fonte: IBGE (2007).

A indústria, atualmente, é o segundo setor mais relevante para a economia do município. 1.386.439 reais do PIB municipal são do valor adicionado bruto da indústria (setor secundário). Grande parte da renda oriunda do setor secundário é original do seu distrito industrial, que é composto em geral por micro, pequenas e médias empresas.

Também possui relevante participação na área industrial da cidade o chamado Setor de Minidistritos e Centro Incubador de Empresas. Foi elaborado pela Secretaria Municipal de Planejamento e Gestão Estratégica, no final de 1983, quando foi detectada a existência de vários micros e pequenos empreendedores mal-instalados ou que desejavam iniciar suas atividades em local próprio. Hoje, o programa conta com 12 minidistritos industriais, onde estão instaladas 743 empresas, que geram 3.536 empregos diretos. O tamanho dos lotes varia de 200 a 1.000 m². De acordo com a Lei n° 4.468 de 1988, que regulamenta o Programa de Minidistrito, a área mínima a ser construída é de 40% do espaço total do lote.

A prestação de serviços rende 6.555.812 reais ao PIB municipal. O setor terciário atualmente é a maior fonte geradora do PIB rio-pretense. De acordo com o IBGE, a cidade possuía, no ano de 2008, 21.604 unidades locais, 20.955 empresas e estabelecimentos comerciais atuantes e 256.797 trabalhadores, sendo 142.536 pessoais ocupados no total e 114.261 ocupados assalariados.

Salários juntamente com outras remunerações somavam 1.714.087 reais e o salário médio mensal de todo município era de 2,9 salários mínimos. Um dos principais pontos comerciais da cidade é o Rio Preto Shopping Center, inaugurado em 1989. Hoje, recebe mensalmente cerca de 1.500.000 de consumidores e é o maior centro de compras e lazer de uma região que abrange 250 municípios com população de 2,5 milhões de habitantes, nos estados de São Paulo, Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Paraná. Alguns dos principais centros comerciais são o Plaza Avenida Shopping e o Praça Shopping.

2.3.4 Uso e ocupação do solo e Erosões.

No estudo para Delimitação de Áreas de Restrição e Controle de Captação e Uso de Águas Subterrâneas no município de São José do Rio Preto (SERVMAR, 2007) foram mapeados o uso e ocupação do solo. A Figura 8 ilustra o resultado. Podem-se observar poucas áreas de matas, extensa ocupação urbana, desmatamento próximo de nascentes e no entorno dos córregos e rios.

O uso e ocupação do solo incidem diretamente nas principais causas de erosões. Em área urbana, a erosão é provocada pela concentração das águas pluviais e a falta de um escoamento eficiente dessas águas; e em área rural o

fenômeno é causado pelo desmatamento, principalmente na retirada da mata ciliar e no manejo inadequado das terras para fins agrícolas.

A degradação da vegetação natural é uma consequência da ocupação territorial, sendo variável nas diversas áreas em função da dinâmica das atividades econômicas. Apesar da ênfase nos recursos hídricos, não se deve esquecer o impacto do uso e ocupação do solo sobre a disponibilidade e qualidade das águas. Dentre os problemas resultantes das atividades industriais e agrícolas, da mineração e da urbanização na Bacia, destacam-se a remoção da vegetação nativa e a aceleração do processo de erosão e assoreamento.

A erosão hídrica consiste no desprendimento e transporte de partículas do solo, causados pela ação do escoamento superficial. Esse processo é composto por três fases: desagregação, transporte e deposição, sendo a primeira causada pelo impacto das gotas de chuva sobre o solo, a segunda, pela ocorrência do escoamento superficial, e a terceira, pela diminuição da velocidade da água escoada. Desta forma, o controle do uso e ocupação do solo e a manutenção de áreas verdes, principalmente nas áreas urbanas, são importantes para favorecer o processo de infiltração da água das chuvas e consequente recarga do aquífero, minimizando assim os efeitos do escoamento superficial.

Segundo o Plano de Bacia (IPT, 2008), não existe um cadastro sistematizado das ocorrências de erosões nos municípios. As erosões normalmente apresentam-se de médio à grande porte, sendo um grande problema ambiental na UGRHI 15. A Figura 9 ilustra a suscetibilidade a processos erosivos na bacia do Turvo/Grande, com destaque para a região do município de São José do Rio Preto.

De acordo com o Relatório 0 do Plano de Bacia (IPT, 1999), 61,9% da área do município apresenta alta suscetibilidade a processos erosivos e 38,1% classifica-se como muito alta. Ao todo foram identificadas 33 ocorrências de erosão em São José do Rio Preto, 29 em área urbana e 4 em área rural.

Figura 8 Uso e ocupação do solo no município de São José do Rio Preto.

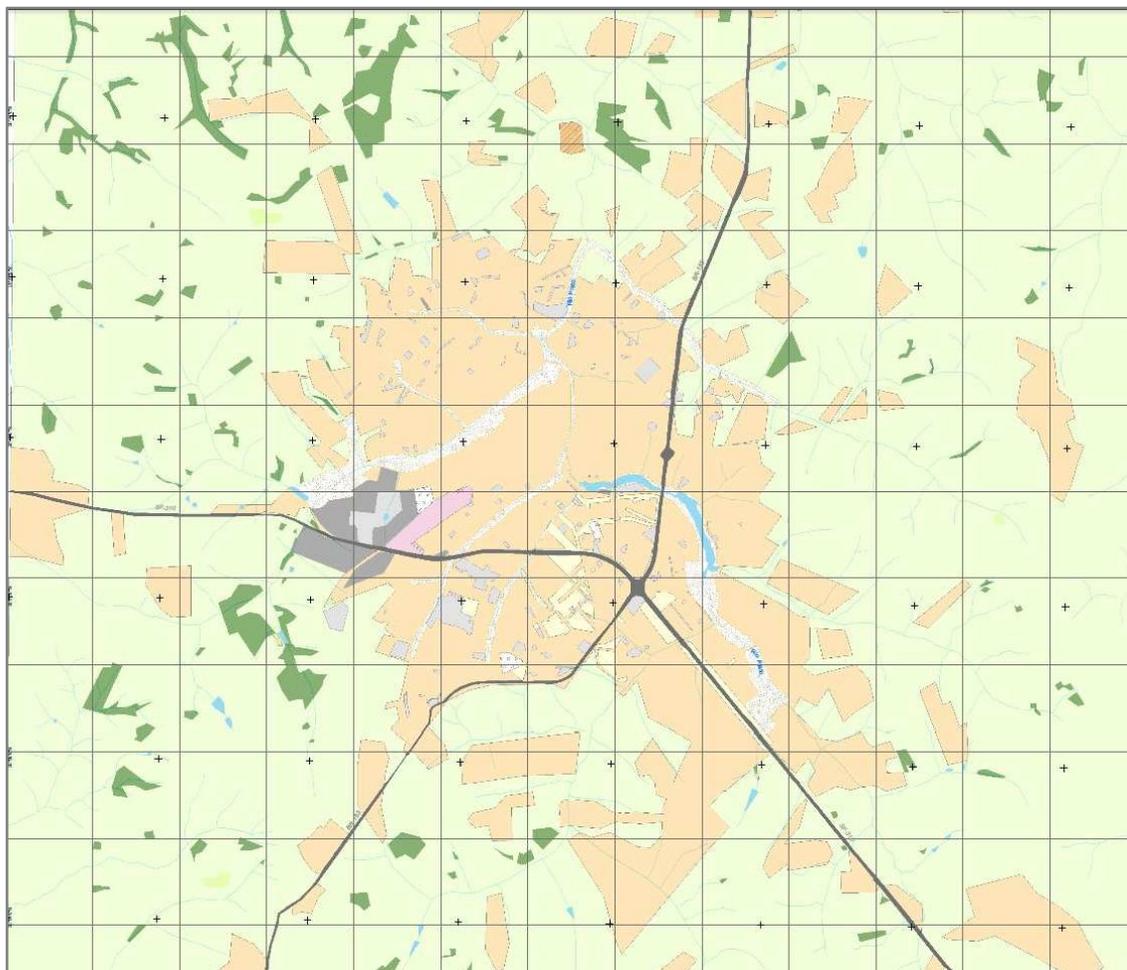
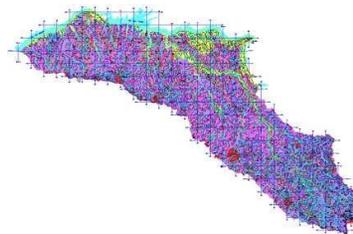
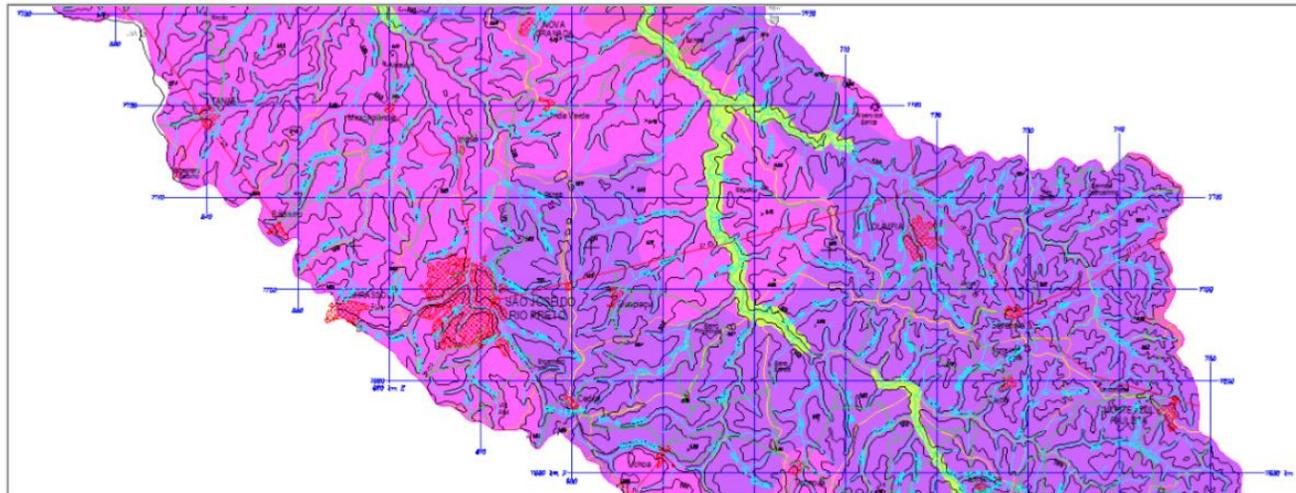


Figura 9 Mapa de suscetibilidade à erosão.



FONTE: Adaptado de IPT (1999)

2.3.4.1 EROSÕES URBANAS

As erosões urbanas ganham uma atenção especial no contexto da problemática do planejamento urbano, pois ocorrem em áreas de grande adensamento populacional e onde as atividades humanas encontram-se justapostas entre si. Assim, mesmo que em pequena escala, os impactos gerados podem provocar grandes prejuízos materiais e até a perda de vidas ou propriedades.

A erosão é um processo que se traduz na desagregação, transporte e deposição do solo, subsolo e rocha em decomposição, pelas águas, ventos ou geleiras. Percebe-se que a erosão inicia seu trabalho na parte superficial, aprofundando-se até encontrar rocha ou camada consolidada de solo.

Embora também possam manifestar-se de forma natural, as erosões são intensificadas pelas práticas humanas e tornam-se, muitas vezes, um problema de ordem ambiental para o desenvolvimento das sociedades.

Os tipos de erosões podem ser classificados quanto à origem dos processos que podem ser: Geológica ou Normal e Antrópica ou Acelerada, ou quanto aos agentes causadores como: Hídrica, Eólica, Glacial, Marinha, Fluvial, Biológica e Antrópica.

Dentro os tipos de erosão a mais comum é a erosão hídrica, que ocorre em regiões tropicais como no Brasil, devido aos elevados índices de chuvas (pluviométricos) que atingem a superfície dos terrenos e podem causar enxurradas cujo atrito pode escavá-lo, principalmente se os terrenos estão desprotegidos de cobertura vegetal.

A região do município de São José do Rio Preto caracterizada pela classe de clima úmido, tropical quente e temperado, com inverno seco e verão chuvoso, respectivamente, tende a ser mais atingidas pela erosão.

A extensão da erosão, e conseqüentemente a quantidade de sedimentos produzidos numa bacia, depende, sobretudo das propriedades do solo, clima, vegetação, topografia e de outras condições:

Chuva (Erosibilidade) - Volume, Intensidade, Duração e Frequência.

Cobertura Vegetal - Ausência, densidade insuficiente e desmatamento indiscriminado (descumprimento da legislação ambiental).

Relevo – Declividades acentuadas, rampas longas e desnível acentuado.

Solos (Erodibilidade) – Estruturas, mineralogia, espessuras e estabilidade.

Ações Antrópicas – Descumprimento das Leis Ambientais (APP, conservação do solo), desmatamento indiscriminado, implantação de arruamentos, aterros, loteamentos e tubulações em desacordo com as normas técnicas e ocupação de áreas de risco em desacordo com normas técnicas e ou planos diretores.

Além dos impactos no âmbito das áreas residenciais e comerciais, as erosões também afetam o fluxo dos rios que passam pelas cidades, uma vez que aumentam a deposição de sedimentos sobre os seus leitos. Assim, formam-se os bancos de areia em seus cursos, amplia-se o alargamento de suas margens e provoca-se, ora a extinção desses rios, ora o seu transbordamento e as conseqüentes enchentes em tempos de cheia.

Principais causas são; impermeabilização do solo, urbano-falta de microdrenagem, falta de manutenção da rede de microdrenagem, disposição inadequada de lotes e arruamentos, lixos clandestinos ou aterros sanitários mal situados ou mal manejados, localização inadequada de cemitérios e ocupação das áreas de risco.

Dentre suas consequências podemos citar; degradação da paisagem e dos ecossistemas, perda parcial/total de lotes, perda de infraestrutura, poluição; riscos à saúde pública e altos custos para correção.

Quanto ao diagnóstico, prognóstico e controle de erosão, observa-se estudos básicos dos condicionantes do meio físico, do uso e ocupação, mapas temáticos de serviço para áreas de geologia, geomorfologia, pedologia, uso e ocupação e de distribuição de focos, mapas temáticos de síntese de zoneamento, erosividade, erodibilidade, sustentabilidade, riscos e seleção de áreas/setores para estudos de detalhe e monitoramento. Além de estudos detalhados das áreas atingidas ou com alto risco.

Para estudos detalhados deverão ser elaborados; cadastramento diagnóstico dos focos, ensaios em campo (infiltração, resistência, etc), coleta de amostras, monitoramento de chuvas e de nível freático e ensaios de laboratório.

Do planejamento de controle preventivo e corretivo, deverão ser elaborados; diretrizes gerais de uso e ocupação, concepção de projetos preventivos e concepção de projetos corretivos.

PROPOSTAS E AÇÕES PARA ÁREA RURAL

Adoção por microbacia hidrográfica como unidade geográfica de planejamento e execução das ações em manejo e conservação de solo e água	<ul style="list-style-type: none">- estimular a organização dos produtores para a solução de problemas comuns;- estimular a participação dos produtores na elaboração do diagnóstico e plano de ação da microbacia e da propriedade;- reduzir gastos operacionais quando da implantação de práticas conservacionistas comuns;

<p>Controle e prevenção de erosão rural</p>	<ul style="list-style-type: none"> - recuperação de estradas rurais intervenção nas práticas de controle no interior das voçorocas existentes; - implantar sistema de estabilização de áreas afetadas por processos de voçorocamento, recomenda-se, inicialmente, conduzir adequadamente as águas provenientes do escoamento superficial na área à montante, de forma a reduzir sua velocidade e aumentar sua infiltração
<p>Ampliar o uso de modelos sustentáveis de produção (lavoura-pecuária-floresta, plantio direto)</p>	<p>Cadastrar propriedades que sejam modelos à produção sustentável e disseminar a vivência prática para outras propriedades, respeitando a aptidão de uso e condições financeiras do produtor rural.</p>
<p>Treinamento</p>	<ul style="list-style-type: none"> - capacitação para técnicos e operadores que estão à frente das manutenções das estradas rurais - capacitação técnica para manejo integrado e conservação do solo e água que envolva os produtores rurais, técnicos, integrantes de Cooperativas e Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural; - capacitação técnica para Elaboração de Projetos para obtenção de recursos oriundos do governo Federal e Estadual em consonância aos Programas

	disponibilizados pelos governos;
Educação Ambiental	<p>Produção e difusão de material técnico/educativo para o produtor rural;</p> <ul style="list-style-type: none"> - divulgar a legislação ambiental pertinente às propriedades rurais como instrumento para a conservação dos recursos naturais; - discutir práticas agrícolas sustentáveis, destacando as agroecológicas; - identificar e demonstrar a importância da participação nos órgãos de gestão ambiental locais; - incentivar a utilização racional da água no meio rural; -destacar o papel da mata ciliar e de outras áreas de preservação permanente, da reserva legal e ainda, a importância do manejo adequado dos agrotóxicos.

Cronograma preliminar do Plano de Ação de Controle de Erosões:

2017	2018	2019	2020
Aprovação PMSB	Estudos e Diagnósticos das Erosões nas Áreas Urbanas	Elaboração de Mapas de Riscos de Erosividade e Erodibilidade. Obras de	Execução de medidas não estruturais e estruturais de contenção de processos

		Contenções dos pontos críticos.	erosivos. E implantação plano de monitoramento.
--	--	---------------------------------	--

Concluimos que a compreensão dos fenômenos associados à formação de erosões é de vital importância para se estabelecerem medidas de prevenção e controle, como também no estabelecimento de técnicas compatíveis ao combate do problema.

A prevenção depende da identificação dos terrenos envolvidos e da determinação de sua suscetibilidade ao desenvolvimento de erosões.

A determinação dos fatores condicionantes predisponentes geológico-geomorfológicos é decisiva na racionalização da ocupação territorial.

O município de São José do Rio Preto já conta com medidas de controle, como a Lei nº 10.290 de 24 de Dezembro de 2008, que trata de retenção das águas pluviais excedentes geradas com impermeabilização das áreas ocupadas e também com o projeto de combate a enchente nos principais talwegues do município. Contudo ainda apresenta problemas principalmente com a urbanização de áreas a montante das rodovias que cortam o perímetro urbano.

Na bacia do Turvo/Grande a maioria das erosões das áreas urbanas é causada pelo lançamento direto de água de chuva e também pelo escoamento superficial, dependendo do desenho urbano da cidade (topografia, características dos terrenos, infraestrutura existente e arruamento) (IPT, 2008).

É comum ocorrer nas cidades o assoreamento de mananciais, resultante do aporte de sedimentos provenientes da erosão do solo, como também do lançamento de efluentes domésticos e industriais, e resíduos sólidos indevidamente dispostos nos terrenos. Nesse caso, há a diminuição das calhas

de escoamento e dos volumes de armazenamento de água por causa do assoreamento, que, associada ao aumento dos volumes escoados em consequência da impermeabilização dos solos, resulta em problemas de inundações, gerando prejuízos econômicos, sociais e ambientais aos municípios. Há o comprometimento da qualidade e quantidade dos recursos hídricos, com destruição dos habitats aquáticos; e no caso de reservatórios, aumento do custo com tratamento das águas utilizadas para o abastecimento público (IPT, 2008).

Segundo Relatório do Plano de Bacia (IPT, 2008), todos os córregos do município de São José do Rio Preto encontram-se assoreados. Além disso, foram registrados 17 pontos de ocorrência de inundação. As áreas afetadas referem-se a várzeas imprópriamente ocupadas, e a locais onde se verifica o transbordamento de rios e córregos que, apesar de bem encaixados, apresentam insuficiência de escoamento por causa de assoreamentos, estrangulamentos de seções, declividades insuficientes e sinuosidade com curvas de pequeno raio, dentre outros problemas.

3. DIAGNÓSTICO E AVALIAÇÃO DA PRESTAÇÃO DO SERVIÇO DE DRENAGEM URBANA

A drenagem urbana é composta por um conjunto de obras que visam coletar, transportar e dar destino final às águas de chuva, que em excesso, sejam indesejáveis. Seu objetivo é essencialmente a prevenção a inundações, principalmente em áreas mais baixas, sujeitas a alagamentos, como também nas áreas marginais a cursos de água naturais. Também tem por objetivo evitar empocamento de água, pois a água “parada” torna-se foco de várias doenças, como a dengue.

Para que seja operado de forma adequada, o sistema de drenagem requer além de unidades físicas em si, de procedimentos de controle e gestão cada vez mais elaborados, sempre buscando a correta prestação dos serviços e a universalização do atendimento. O diagnóstico aqui apresentado visa mostrar como o serviço de drenagem urbana de águas pluviais é prestado no município de São José do rio Preto analisando suas características.

Inicialmente são apresentadas as informações quanto os aspectos institucionais e financeiros, sendo no capítulo a seguir, expostas as informações quanto à infraestrutura existente.

3.1 ASPECTOS INSTITUCIONAIS

Diferentemente de outros serviços que compõe o denominado saneamento básico, isto é, água, esgotos e resíduos sólidos, o manejo das águas pluviais, também conhecida por drenagem urbana é corriqueiramente gerida pela administração direta do município, logo a Prefeitura Municipal, não ocorrendo a concessão do mesmo. Em geral, a Secretaria de Obras responde por todas as atividades previstas na Lei 11.445/07, isto é, planejamento, regulação, fiscalização e operação.

Em São José do Rio Preto essa condição se confirma, o serviço é gerido pela administração direta do município, sendo executado por diferentes secretarias. A implantação da drenagem urbana fica a encargo da secretaria de obras, seja pela implantação direta ou pela fiscalização de novos loteamentos e empreendimentos, enquanto que a limpeza de bocas-de-lobo e galerias, da Secretaria de Serviços Gerais. Portanto, não há uma única secretaria ou órgão municipal que cuide somente da drenagem urbana, como é comum em outros municípios. Essa prática corriqueira dificulta a operação e a manutenção das estruturas existentes, bem como o estabelecimento de um orçamento anual que consiga responder às necessidades reais do município.

A própria Prefeitura responde pelo planejamento havendo legislação municipal voltada à drenagem urbana e Estudo de Macrodrenagem realizado em 2003. Deve-se notar que o município nas últimas décadas vem sofrendo com enchentes frequentes, que resultaram em perdas materiais e de vidas.

Como forma de controlar o crescente volume de escoamento das águas pluviais pela impermeabilização do solo na área urbana, que favorece os eventos de cheia, foi sancionada a Lei n.º 10.290, de 24 de dezembro de 2008. Esse dispositivo cria o “Programa Permanente de Gestão das Águas Superficiais (PGAS) da Bacia Hidrográfica do Rio Preto” que visa à implementação de Planos de Ação de Combate às Enchentes no município.

Os objetivos do PGAS são definidos no artigo 2.º:

- I - garantir água para o abastecimento urbano através da continuidade do aproveitamento e uso das águas do Rio Preto, dentro dos limites ambientais e hidrológicos que as condições climatológicas da região e as leis ambientais permitam;

II - realizar obras e serviços de saneamento do solo e da água, que resultem em benefício para toda a população do município, através de ações compatíveis com a sustentabilidade ambiental a serem por estas obras viabilizadas;

III - viabilizar a realização das melhorias de interesse da sociedade, visando o controle das cheias, de modo a minimizar situações de riscos ambientais, econômicos, sociais e humanos delas decorrentes, em função da situação atual e da tendência futura da ocupação do solo dessa bacia; e,

IV - estabelecer as condições de monitoramento, de controle e de conservação ambiental dessa bacia que permitam o permanente acompanhamento desses objetivos.

A Lei Municipal n.º 10.290/08 definiu ainda a obrigatoriedade de que toda edificação, com mais de 100 metros quadrados de superfície impermeável, no caso de construção, e acima 150 metros quadrados, em se tratando de reforma, tenha dispositivos de retenção ou detenção de águas pluviais.

Esses dispositivos são construídos com qualquer material ou formato, ser de infiltração no próprio terreno ou com escoamento para a rede pública. Além disso, retardam o escoamento das águas pluviais para a rede pública de drenagem, com previsão de vazão máxima específica igual a 13 L/h.m². A vazão máxima de saída é calculada multiplicando a vazão máxima específica pela área total do terreno no qual se insere a edificação.

As construções desses dispositivos de retenção permitem que a água da chuva seja “armazenada” por um determinado período, retardando o seu despejo direto nas ruas e encaminhamento para os córregos, reduzindo a vazão de pico de cheia. Os dispositivos serão sempre, após a ocorrência de cada chuva, esvaziados naturalmente por gravidade ou por bombeamento (GUIMARÃES, 2011).

Nos casos dos novos loteamentos, é exigida a construção de lagoas de retenção que atendam toda a área do empreendimento. Estas lagoas são dimensionadas de tal forma que as unidades - lotes ou casas - não precisem construir dispositivos de retenção (GUIMARÃES, 2011).

Os locais descobertos para estacionamento ou guarda de veículos para fins comerciais deverão ter trinta por cento de sua área com piso drenante ou com área naturalmente permeável.

Além de legislação para o controle da impermeabilização do solo e o favorecimento dos processos de infiltração foram também executadas obras no município para evitar as enchentes.

A primeira etapa, iniciada em 2010 e já concluída, envolveu o alargamento da calha do rio Preto (aumentando a vazão de água de 80 para 320 m³/s) e a construção do Parque do rio Preto. Trata-se da maior obra anti-enchente da história da cidade, cujo investimento foi de cerca de R\$ 40 milhões (SECRETARIA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL, 2013).

No início de 2013 foi licitada a segunda etapa das obras que prevê intervenções nas avenidas Andaló/José Munia, Bady Bassitt/Juscelino, Brasilusa e Romeu Strazzi, com obras de microdrenagem, como galerias e bueiros, e macrodrenagem, como a construção de piscinões e caixas de retenção, canalização dos leitos dos córregos Borá e Canela e uma grande galeria na avenida Bady Bassitt, com intervenções em 50 bairros. A obra tem custo estimado de R\$ 135.785.621,89 milhões, com recursos da União, parte a fundo perdido e parte financiada, além de recursos da Prefeitura (SECRETARIA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL, 2013).

Apesar de já existir estudos e projetos específicos de drenagem, não há Plano Municipal elaborado, com ações em curto, médio e longo prazo. O município espera a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico para que tenha condições de ampliar e sistematizar o serviço prestado em drenagem urbana.

3.2 Aspectos Orçamentário e Financeiro

Em consulta a Lei n.º 11.405, de 28 de novembro de 2013, que estima a receita e fixa a despesa do município de São José do Rio Preto para o exercício de 2014, verificou-se a previsão de despesas para execução de serviços voltados a drenagem urbana. O Quadro a seguir apresenta essas previsões para o exercício de 2014.

Quadro 9 Despesas orçadas para o exercício de 2014.

Classificação Orçamentária	Descrição do Projeto/Atividade	Unidade Orçamentária	Unidade Executora	Orçado
10.001.1545100041.00544905101000000	Construção/ correção de obras para combate a enchentes	Secr. Mun. de Obras	Gabinete da Secretaria	600.000,00
10.001.1751200041.00644905101000000	Obras de galerias pluviais, drenagem e canalizações de córregos e rios	Secr. Mun. de Obras	Gabinete da Secretaria	3.500.000,00
10.001.1751200041.00644905105000000	Obras de galerias pluviais, drenagem e canalizações de córregos e rios	Secr. Mun. de Obras	Gabinete da Secretaria	36.100.000,00
10.001.1751200041.00644905107000000	Obras de galerias pluviais, drenagem e canalizações de córregos e rios	Secr. Mun. de Obras	Gabinete da Secretaria	39.000.000,00
10.003.1545100041.00644905103000000	Obras de galerias pluviais, drenagem e canalizações de córregos e rios	Secr. Mun. de Obras	Fundo Municipal de Desenvolvimento Sustentável	1.025.000,00
05.03.17.512.0020.1.047.4.4.90.51.04.000000	Drenagem urbana	SEMAE	Gerência de Planejamento, projetos e obras	1.000,00
TOTAL				80.226.000,00

Fonte: Elaborado a partir da Lei Municipal n.º 11.405/2013.

Apesar de haver previsão de investimentos em drenagem urbana para 2014 não foi possível identificar detalhes das atividades e obras, como quantitativos e locais beneficiados.

Verificou-se que a receita prevista com o IPTU é de R\$ 114.000.000,00 (cento e quatorze milhões). Normalmente, uma parcela dos recursos provenientes do IPTU é direcionada para os serviços de drenagem urbana.

4. DIAGNÓSTICO DA INFRAESTRUTURA EXISTENTE

Para o levantamento da infraestrutura existente, foram realizados trabalhos de campo em outubro de 2013, quando foram percorridos diversos pontos no município de São José do Rio Preto. Além disso, procedeu-se a análise de informações disponibilizadas pela Prefeitura em estudos e projetos relacionados à micro e macrodrenagem.

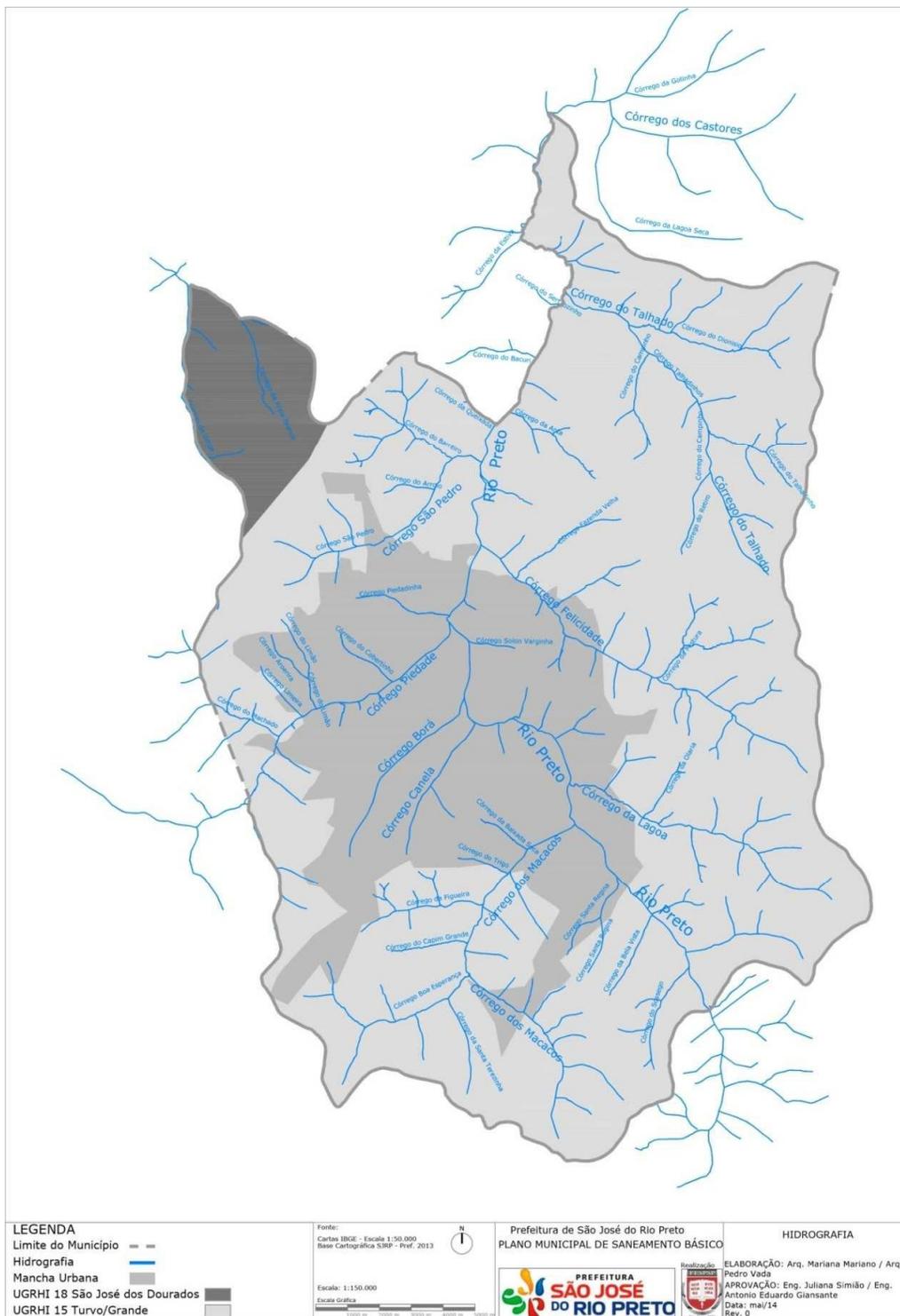
São abordadas a seguir as principais estruturas que compõe o serviço de drenagem e manejo das águas pluviais no município.

4.1 Macrodrenagem

São José do Rio Preto situa-se num sítio com topografia suave, caracterizada por relevo ondulado e drenagem natural formada pelo rio Preto e seus afluentes. O solo presente na região apresenta textura média a arenosa e é suscetível a processos erosivos, principalmente nos locais onde a cobertura vegetal foi removida e onde o processo de urbanização tornou-se mais intenso, como já mencionado em vários pontos deste texto.

Os principais cursos d'água com incidência na área urbana, além do rio Preto, são: córrego dos Macacos, córrego Aterrado, córrego Canela, córrego Borá, córrego Piedade, córrego Piedadinha; córrego da Lagoa, córrego Felicidade e córrego São Pedro e córrego do Talhado. Esses cursos d'água são todos pertencentes a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Turvo/Grande - UGRHI-15. Existe uma pequena parcela do município, a oeste, que se encontra na UGRHI-18. A Figura 10 apresenta a rede hídrica do município.

Figura 10 Principais cursos d'água do município de São José do Rio Preto.



Em função do processo de ocupação urbana, alguns desses córregos tiveram seu leito canalizado. Segundo Zacarin (2010) a partir da década de 60, seguindo um modelo de urbanismo adotado na época, as duas grandes avenidas da cidade, Alberto Andaló e Bady Bassitt, foram implantadas nos talwegues dos córregos Canela e Borá após a canalização fechada dos mesmos. Os canais dos córregos foram executados em etapas de acordo com o crescimento da cidade, que ocorreu de jusante para montante, isto é, do encontro desses dois córregos com o Rio Preto para montante.

Durante o levantamento de campo, foram percorridos os principais cursos d'água do município e verificados os trechos que mantêm características naturais e aqueles com canalização em seção aberta, fechada e em obras. Foram também identificadas bacias de retenção e parques lineares na área urbana do município. Os registros fotográficos do levantamento de campo e algumas fotos do acervo da Prefeitura Municipal são apresentados a seguir.

Na Figura 11 é possível observar a localização das principais estruturas de macrodrenagem identificadas no município.

O rio Preto tem sua nascente no município de Cedral e corta a área urbana do município de São José do Rio Preto. O rio encontra-se canalizado em seção aberta ao longo da Avenida Philadelpho Manoel Gouveia Neto. O início da canalização ocorre após o trecho represado até próximo à foz do córrego Piedade. Como mencionado anteriormente, a calha do rio Preto no trecho canalizado foi alargada, sendo que atualmente tem capacidade para 320 m³/s. As figuras 12 a 19 ilustram a situação em diferentes pontos do rio Preto.

Figura 11 Localização das principais estruturas de macrodrenagem.

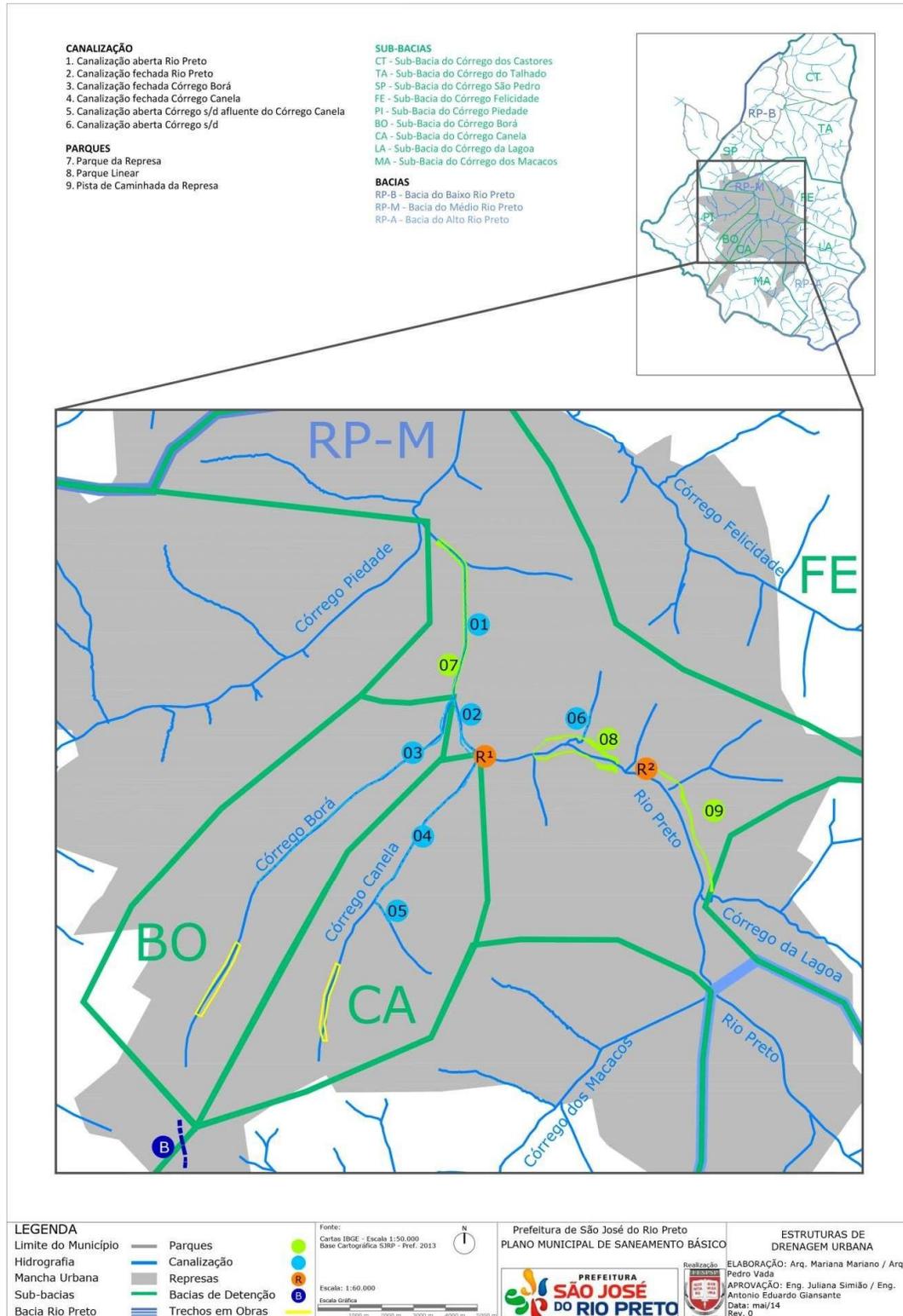


Figura 12 Rio Preto – leito natural –Av. 13 de Maio.



Figura 14 Rio Preto – leito natural –Av. Dr. Antônio Marques dos Santos.



Figura 13 Represa do rio Preto –Av. Nadima Dahma.



Figura 15 Represa do rio Preto – Av. Lino José Seixas.



Figura 16 Parque linear na represa do rio Preto.



Figura 17 Parque linear no trecho canalizado do rio Preto.



Os córregos Canela e Borá, afluentes pela margem esquerda do rio Preto, apresentam densa ocupação urbana em suas bacias, sendo recorrentes eventos de enchentes ao longo de suas margens, principalmente na região central do município. Em campo verificou-se que existem obras em andamento nessas bacias tanto de macro como microdrenagem. As obras de macrodrenagem constituem-se de canalização dos talwegues desses córregos com amortecimento das vazões de pico através de sistema de retenção.

Segundo dados do Projeto (ZACARIN, 2010) o sistema de retenção será implantado “in line” ou “off line”. As lagoas “off line”, fora do talwegue, serão implantadas em áreas previamente escolhidas e disponíveis, atendendo as características topográficas necessárias para implantação do sistema de forma que seu funcionamento seja totalmente por gravidade, ou seja, sem a utilização de bombas de recalque.

Em regiões com grande necessidade de retenção e pouca área disponível, foram projetados poços, com capacidade suficiente para amortecer as vazões de pico e com deságue natural, sem a necessidade de bombeamento. Estes poços terão tampa, de maneira que a área sobre eles sejam plenamente

aproveitadas para qualquer fim que se quiser, por exemplo: praça, estacionamento, etc. (ZACARIN, 2010).

De maneira geral, o sistema de detenção de águas pluviais que está sendo implantado nas bacias dos córregos Borá e Canela será realizado através de pequenas barragens ao longo dos talwegues, reservatórios de concreto, tanques em solo fora dos talwegues e poços profundos revestidos em concreto.

Em campo, também foram observadas bacias de detenção de água pluvial que mitigam e compensam o efeito da impermeabilização do solo pelos pavimentos ou por edificações.

As figuras de 20 a 29 ilustram a situação identificada em campo em ambos os córregos.

Figura 18 – Córrego Canela – trecho em seção fechada – Avenida Alberto Andalo.



Figura 19 – Córrego Canela – trecho em seção aberta – Avenida José Munia.



Figura 20 – Placa de identificação das obras nos córregos.



Figura 21 – Trecho em obras na bacia do córrego Canela.



Figura 22 Córrego Borá – trecho em seção fechada – Av. Bady Bassitt.



Figura 23 Córrego Borá – vista do início do trecho em seção fechada.



Figura 24 – Placa de identificação da obra no córrego Borá.



Figura 25 – Trecho em obras na bacia do córrego Borá.



Figura 26 Bacia de retenção para amortecimento da água da chuva – Bacia do córrego Borá.

Figura 27 Bacia de retenção para amortecimento da água da chuva – Bacia do córrego Borá.

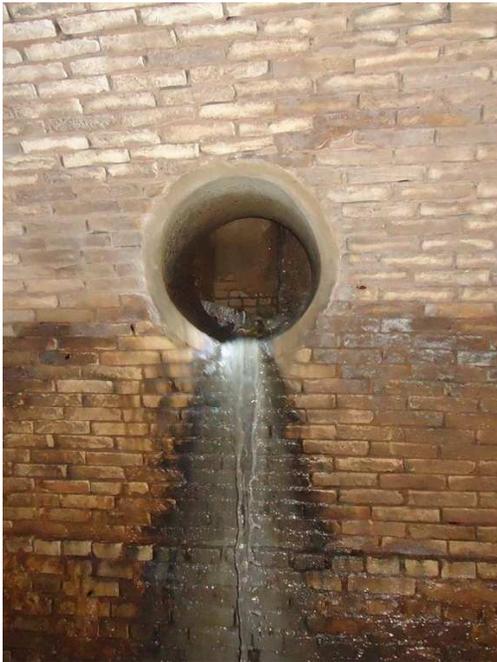


Em levantamento efetuado pela Prefeitura, foi identificado o lançamento indevido de esgoto e resíduos sólidos nas galerias de águas pluviais que

deságuam no córrego Borá (Figuras 30 e 31), situação comum a vários municípios.

Outros afluentes do rio Preto também foram percorridos durante os levantamentos de campo. As figuras 32 a 38 ilustram os demais cursos d'água visitados.

Figura 28 Lançamento indevido de esgoto a partir de galeria oriunda de boca de lobo no córrego Borá.



Fonte: PSJRP, 2013.

Figura 29 Presença de gordura e resíduos na galeria com deságue no córrego Borá.



Fonte: PSJRP, 2013.

Figura 30 Córrego sem denominação
Rua Dr. Antônio T. P. Lima.



Figura 31 Foz do córrego sem denom.
na represa do rio Preto.



Figura 32 Córrego Piedadinha –
afluente pela margem esquerda do rio
Preto.



Figura 33 Córrego Aterrado –
afluente pela margem esquerda do rio
Preto.



Figura 34 Córrego Baixada Seca – **Figura 35** Córrego Cobertinho –
afluente pela margem esquerda do córrego dos Macacos. afluente pela margem esquerda do
córrego Piedade.



Figura 36 Córrego sem denominação – afluente pela margem direita do córrego
Canela.



4.2 Microdrenagem

A área urbana conta com sarjeta, sarjetão, bocas de lobo e galerias nas ruas, sendo as principais estruturas hidráulicas responsáveis pela coleta e destino das águas superficiais provenientes das chuvas. O total dessas unidades não cobre toda a área urbanizada do município, sendo, portanto inexistentes em alguns pontos.

Assim, há, como em outras cidades brasileiras, pouco emprego desse tipo de estrutura hidráulica, principalmente galerias e bocas-de-lobo, com a função de receber, aduzir e destinar as águas pluviais geradas no ambiente urbano. Da mesma forma que em outros municípios, praticamente inexistente cadastro do pouco que há.

Nos locais onde não existem estruturas de microdrenagem ou essas são insuficientes, a água das chuvas tende a escoar exclusivamente sobre as sarjetas existentes ou sobre o leito carroçável, contribuindo com a sua deterioração, além de comprometer a qualidade de vida da população local.

Algumas das estruturas de drenagem observadas em campo são apresentadas nas Figuras 39 a 44.

Verificou-se em campo que algumas bocas de lobo direcionam as águas pluviais até o talvegue ou diretamente nos cursos d'água presentes na área urbana do município. Em alguns pontos, onde a água escoava diretamente sobre o solo até alcançar o curso d'água, nota-se indícios de erosão (Figura 45 e 46).

Foram ainda verificados os seguintes fatos em campo: bocas de lobo danificadas, poços de visita abertos que podem se tornar um risco para a população, vazamento de esgoto afluindo para o sistema de drenagem, locais

com indícios de danos aos passeios e asfalto pelo escoamento das águas das chuvas e resíduos sólidos lançados em área de preservação permanente (APP) de cursos d'água (Figuras 47 a 57).

Figura 37 Sistema de drenagem do loteamento com desague nas piscininhas. **Figura 38** Vista de boca de lobo na Avenida Presidente Juscelino Kubitschek.



Figura 39 Boca de lobo com lançamento no córrego Borá. **Figura 40** Boca de lobo com lançamento no córrego Canela.

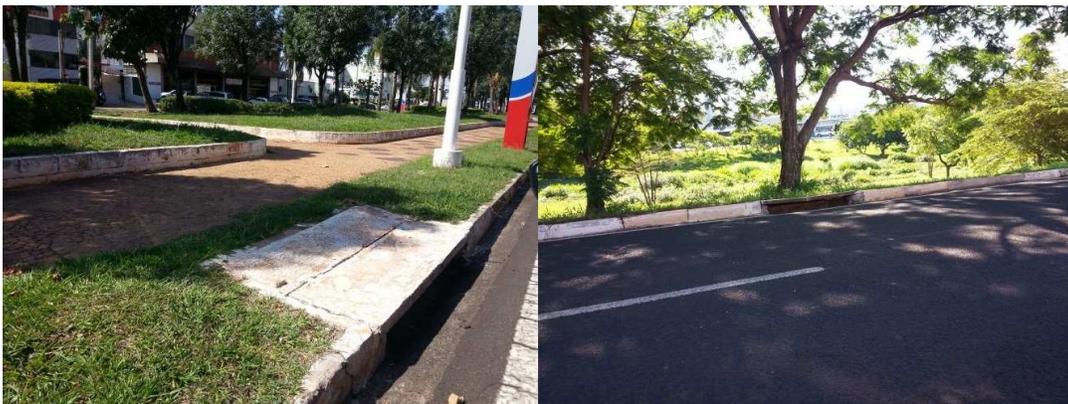


Figura 41 Vista da boca de lobo com lançamento no córrego Aterradinho – Av. Murchid Homsí.



Figura 42 Tubulação de drenagem com lançamento em córrego sem denominação.



Figura 43 Vista frontal da boca de lobo com lançamento no rio Preto.



Figura 44 – Vista posterior da boca de lobo com lançamento no rio Preto.



Figura 45 Boca de lobo com necessidade de reparo – lançamento no córrego Borá.



Figura 46 Boca de lobo com necessidade de reparo – Av. Murchid Homsí.



Figura 47 Vazamento de esgoto para o sistema de drenagem.



Figura 48 Poço de visita do sistema de drenagem aberto.



Figura 49 Poço de visita do sistema de drenagem aberto.



Figura 50 Poço de visita do sistema de drenagem aberto.



Figura 51 Passeios danificados e **Figura 52** Asfalto danificado pela erosão pela água da chuva – Av. água da chuva – Av. Nametallah Nações Unidas.



Figura 53 Resíduos sólidos dispostos na APP do córrego do Tiago.



Figura 54 Resíduos sólidos dispostos na APP do córrego Baixada Seca.



Figura 55 Resíduos sólidos dispostos na APP do córrego Cobertinho.



4.3 Situações Críticas

Como já mencionado na caracterização, o solo de São José do Rio Preto apresenta de alta a muito alta suscetibilidade a erosão. Em campo esse fato foi constatado, pois foram identificados pontos com erosão causados pelo escoamento da água da chuva, além de indícios de transporte de sedimentos e

assoreamento dos cursos d'água. As figuras 58 a 63 ilustram a situação observada em campo.

Figura 56 Córrego Borá com indícios de transporte e deposição de sedimentos. **Figura 57** Foz do córrego sem denominação no rio Preto – presença de sedimentos depositados.



Figura 58 Erosão às margens do rio Preto – Avenida Dr. Antônio Marques dos Santos. **Figura 59** Erosão na APP do córrego do Tiago – afluente do córrego dos Macacos.



Figura 60 Tubulação de drenagem e **Figura 61** Erosão no córrego Cobertinho – solo e rocha (aquífero Bauru) expostos.



Nos levantamentos de campo, foi possível verificar o comportamento da drenagem urbana em duas situações distintas: com e sem a presença de evento chuvoso. No dia 17/10/2013 presenciaram-se os efeitos de uma chuva com duração em torno de 25 minutos. O volume de água escoado no rio Preto, próximo a foz do córrego Borá, apresentou aumento expressivo (Figuras 64 a 67) em relação a um dia sem chuva no mesmo mês (29/10/2013).

Figura 62 Foz do córrego Borá no rio Preto – evento chuvoso.



Figura 63 Foz do córrego Borá no rio Preto – sem chuva.



Figura 64 Rio Preto – evento chuvoso.



Figura 65 Rio Preto – sem a presença de chuva.



No evento chuvoso foi possível constatar pontos de inundação na cidade, principalmente na área central do município, além de estruturas de microdrenagem insuficientes (Figuras 68 a 71).

Figura 66 Inundações na área central – Av. Bady Bassitt c/ rua Penita.



Figura 67 Inundações na área central – Av. Bady Bassitt.



Figura 68 Consequências da falta de estruturas adequadas de microdrenagem.



Figura 69 Consequências da falta de estruturas adequadas de microdrenagem.



O escoamento superficial em área pavimentada e impermeabilizada afluí rapidamente para os cursos d'água urbanos, especificamente os córregos

Canela e Borá. A consequência desse fenômeno é o aparecimento de um pico acentuado de inundação, mesmo para chuvas intensas de duração aproximada de 25 minutos, como a observada no dia 17 de outubro de 2013, por volta das 13 horas.

A falta de boca-de-lobo e respectiva galeria causam escoamento superficial disperso sobre o pavimento, prejudicando o trânsito, bem como danos por erosão (Figura 72). O mesmo problema é encontrado em áreas centrais mais altas, não próximas a curso d'água. Note-se que além do fluxo disperso, mesmo que modesto, a velocidade do escoamento a jusante, parte baixa da cidade, é elevada, causando incômodos devido ao aparecimento das denominadas “corredeiras” (Figura 73).

Figura 70 Escoamento disperso sobre o pavimento.



Figura 71 Formação das corredeiras nas sarjetas.



Verifica-se que ocorrem vários pontos de inundação na confluência do rio Preto com seus afluentes. No entanto, esse estudo não considerou os efeitos positivos da retenção do escoamento superficial por meio de reservatórios domiciliares ou por loteamento, já que é uma lei municipal mais recente.

Em função do uso da represa do rio Preto para abastecimento de água e a necessidade do controle das inundações no município o Estudo de Macrodrenagem definiu áreas de planejamento com características específicas (Figura 75).

Figura 73 Áreas de planejamento definidas no Estudo de Macrodrenagem.



Fonte: FCTH, 2003.

A área a montante das represas, formada pelas bacias do córrego Macaco, rio Preto (até a represa) e córrego da Lagoa, foi caracterizada como área de reposição hídrica (ARH). Sem a retenção das águas nessa área, não há como

garantir o abastecimento urbano e como controlar mais efetivamente as enchentes de jusante.

A área urbana a jusante das represas, formada pelas bacias do ribeirão Piedade, córrego Canela, córrego Borá e córrego Piedadinha, além de trecho crítico do rio Preto com 10,2 km, foi caracterizada como área de controle crítico (ACC). Sem o controle permanente dessa área, não há como reduzir o risco de cheias no trecho já urbanizado do rio Preto.

Essas características, previstas no Estudo de Macrodrenagem (FCTH, 2003), foram mantidas para a formulação de alternativas na etapa de proposições do Plano Municipal de Drenagem de São José do Rio Preto.

4.4 Impactos de Rodovias e Ferrovia

Uma característica importante de São José do Rio Preto relaciona-se diretamente com a passagem hoje pela malha urbana de rodovias importantes como a SP-310, rodovia Washington Luiz, a SP- 425, rodovia Assis Chateaubriand e a rodovia federal Transbrasiliana, BR-153. As rodovias causam normalmente dois tipos de impacto na rede de drenagem:

1. Travessias e bueiros: são as passagens sobre os cursos d'água ou linhas de drenagem que contam com escoamento somente em eventos pluviométricos. Essas travessias, quando não dimensionadas corretamente e mal mantidas, não somente causam retenção a montante, eventualmente inundando áreas ribeirinhas, mas concentram fluxos, aumentando a velocidade do escoamento e ocasionando erosão em solos susceptíveis, como no município, onde há solo silto arenoso em alguns locais. O ente de drenagem do município precisa ter o

cadastro dessas travessias ou bueiros, pois o seu correto desempenho hidráulico e hidrológico é de responsabilidade do operador das rodovias. Assim, eventuais danos provocados ao município e munícipes são de responsabilidade dos operadores. Nas visitas efetuadas, não foram verificados pontos críticos, porém atenção periódica é necessária, bem como manutenção e limpeza.

2. Impermeabilização de aumento do escoamento superficial: o pavimento impermeável aumenta o escoamento superficial, de forma que são necessárias canaletas para o direcionamento da água. Esse fluxo, se concentrado na sua saída dessas canaletas provocaria erosão, caso não sejam tomadas medidas preventivas como as bacias de retenção. Embora ainda sejam pouco aplicadas no país, são frequentes em autoestradas europeias. Atenção deve ser dada no município, tendo em vista a cota mais elevada de rodovias em relação à área mais urbanizada da cidade. O escoamento vindo do alto tende a se acelerar provocando impactos a jusante. Recomenda-se o estudo hidrológico e hidráulico para a aplicação de bacias de retenção do escoamento superficial provocado pelo pavimento das rodovias.

Figura 74 Rodovia Washington Luiz, SP-310.



Fonte: Google Earth.

Figura 75 Rodovia Assis Chateaubriand, SP-425.



Fonte: Google Earth.

O traçado ferroviário atravessa a área urbana mais próximo leito do rio Preto, logo atravessa córregos contribuintes pela margem esquerda. Córregos como o Canela e o Borá possuem maiores bacias de contribuição nas intersecções com a ferrovia do que em relação à SP-310, ocasionando maiores vazões. Não foram detectados problemas relacionados a esses bueiros de travessia da ferrovia, no entanto o operador deve cuidar para mantê-los em condições adequadas para evitar retenções a montante.

Figura 76 Rodovia Transbrasiliana, BR-153.



Fonte: Google Earth.

Figura 77 Vista do Viaduto Jordão Reis – a direita ferrovia.



Fonte: Google Earth.

Figura 78 Ferrovia.



5. DEMANDA DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM URBANA

A função da drenagem urbana é destinar adequadamente as águas pluviais, combatendo as inundações e evitando o empoçamento da água, pois ambos podem causar diversos prejuízos, desde danos físicos, custos de emergência e prejuízos financeiros, até a disseminação de doenças de veiculação hídrica e perda de vidas.

As demandas de drenagem urbana são determinadas de forma diferente dos outros serviços de saneamento, pois não dependem diretamente da população, mas sim da forma como esta ocupa o espaço urbano, das condições climáticas e características físicas das bacias hidrográficas, onde se situa a área ocupada do município. Assim, o escoamento superficial das águas pluviais depende de vários fatores naturais e antrópicos que interagem entre si. A demanda ou o estudo de vazões devem procurar considerá-los todos para que seja adequada.

5.1 Metodologia de determinação das vazões máximas

Na área urbana os escoamentos superficiais classificam-se basicamente em dois tipos: águas dispersas, quando o fluxo encontra-se difuso sobre o terreno, e águas confinadas, quando há um leito definido para o escoamento. Também são classificados quanto à presença de água: perene, quando há escoamento em todas as estações climáticas, e temporários, como as linhas de drenagem, que apresentam água somente durante os eventos climáticos. A infraestrutura urbana de drenagem daria conta de todos esses casos.

Em geral, para o escoamento difuso e temporário, projeta-se a microdrenagem urbana, responsável por coletar, afastar e descarregar as águas pluviais em corpos receptores adequados. Esta estrutura é composta por sarjeta, sarjetão, bocas-de-lobo, poços de visita e galerias, de uma maneira geral, uma atribuição típica do município.

Já os escoamentos perenes em leitos definidos nos fundos de vale possuem as estruturas hidráulicas que compõem a macrodrenagem urbana para dar conta dessas águas. Normalmente, essas estruturas são do tipo canalização, mas outras formas também seriam possivelmente utilizadas como as bacias de retenção. Embora intervenções sejam propostas no âmbito do município com o objetivo de reurbanizar áreas e combater inundações, a ação e a correção geralmente extrapolam seus limites.

As dimensões e a tipologia tanto da micro como da macrodrenagem dependem diretamente da vazão máxima, aquela que acontece a partir de uma determinada chuva intensa, definida em função de um tempo de recorrência. O dimensionamento e os custos das estruturas hidráulicas por onde passam

essas águas dependem do cálculo apurado dessa vazão, que pode ser obtida a partir de dois métodos:

1. Dados de Postos fluviométricos: os grandes rios possuem registros que possibilitam o cálculo das vazões de cheia, como também a consulta a outros trabalhos conduzidos na região de estudo podem servir de fonte para os valores dessas vazões máximas ou da cota de inundação observada em eventos excepcionais.

2. Determinação da vazão máxima a partir de modelos matemáticos. Na literatura específica estes métodos dividem-se em duas categorias: sintéticos e estatísticos. Neste estudo adotou-se exclusivamente o método sintético, pois a ausência de série histórica estatisticamente representativa de dados hidrológicos é particularmente sentida em pequenas bacias hidrográficas. Os métodos sintéticos mais recomendados de cálculo de vazões máximas e desenvolvidos para bacias com áreas de drenagem de diversas ordens de grandeza, bem como os seus limites mais usuais de aplicação são os seguintes:

- Método Racional: Para bacias que não são complexas e tenham até 2 km² de área de drenagem e período de retorno menor ou igual a 50 anos. Este método foi introduzido em 1889 e é largamente utilizado nos Estados Unidos e em outros países. Embora frequentemente esteja sujeito a críticas acadêmicas por sua simplicidade, continua sendo bastante aceito, notadamente para as obras de microdrenagem em bacias pouco complexas. O Método Racional adequadamente aplicado conduz a resultados satisfatórios em projetos de drenagem urbana que tenham estruturas hidráulicas como sarjetas, sarjetões, bocas-de-lobo e galerias, ou ainda para estruturas hidráulicas projetadas em pequenas áreas rurais.

O método pode ser apresentado sob a seguinte fórmula:

$$Q = 166,67 \times C \times A \times I \quad (\text{eq. 1})$$

Onde:

Q = Vazão máxima ou de projeto [L/s]

C = Coeficiente de escoamento superficial, função do uso e ocupação do solo

I = Intensidade de chuva [mm/min]

A = Área da bacia de contribuição [ha]

A equação anterior sintetiza o método, isto é, a partir da chuva intensa, chega-se a uma vazão máxima, considerando características físicas da bacia em questão como área e coeficiente de escoamento superficial ou de deflúvio (C). Este último coeficiente nada mais é que a razão entre o volume que escoou superficialmente e o de precipitação.

O coeficiente de escoamento superficial necessário para os cálculos é determinado em função do uso e ocupação do solo. No cálculo das demandas é realizada uma média ponderada para obtenção do coeficiente em função dos usos existentes na bacia.

- Método I-PAI-WU: Para bacias com área entre 2 e 200 Km². Este método constitui um aprimoramento do Método Racional. Sua aplicação tem sido aceita para bacias com áreas de drenagem de até 200 Km², sem limitações quanto ao período de retorno. O racional, apesar de ser mais utilizado e aceito em bacias pequenas e pouco complexas, permite aperfeiçoamentos efetuados por meio de análise e consideração de diversos fatores intervenientes, como os efetuados pelo I-PAI-WU e os propostos neste estudo. Os fatores adicionais referem-se ao armazenamento na bacia, à distribuição da chuva e à forma da bacia. A

aplicação deste método, levando em conta esses parâmetros adicionais, torna-se mais adequada na medida em que estes exercem um papel importante no desenvolvimento de uma cheia para as bacias de maior área de drenagem e mais complexas.

A equação base para aplicação do método advém do método racional, isto é:

$$Q_p = 0,278 \times C \times I \times A^{0,9} \times k \quad (\text{eq. 2})$$

Onde:

Q_p	=	vazão de pico de cheia	[m ³ /s]
C	=	coeficiente de escoamento superficial	
I	=	intensidade da chuva	[mm/hora]
A	=	área da bacia de contribuição	[Km ²]
k	=	coeficiente de distribuição espacial da chuva	

Sendo:

$$Q = Q_b + Q_p \quad (\text{eq. 3})$$

Mas:

$$Q_b = 0,1 \times Q_p$$

Logo:

$$Q = 1,1 \times Q_p \quad (\text{eq. 4})$$

$$V = (0,278 \times C_2 \times I \times t_c \times 3600 \times A^{0,9} \times k) \times 1,5 \quad (\text{eq. 5})$$

Onde:

V = volume total de escoamento superficial	$[m^3]$
Q_p = vazão de pico de cheia	$[m^3/s]$
Q_b = vazão de base	$[m^3/s]$
Q = vazão de projeto	$[m^3/s]$

A vazão de base (Q_b) de um curso d'água é a correspondente à contribuição exclusiva do solo, sem que haja escoamento superficial direto. Após o início da precipitação, o escoamento superficial direto é o maior responsável pelo acréscimo de vazão, efeito que vai cessando após o término da chuva. O método de I-PAI-WU considera os efeitos mencionados e descritos a seguir na atenuação da vazão de pico de cheia, que é a vazão máxima procurada.

A determinação sintética de vazão máxima nos cursos d'água depende diretamente do cálculo das características físicas das bacias hidrográficas como: área, perímetro, comprimento e declividade do rio principal, bem como do uso e ocupação do solo urbano. Neste trabalho, essas características foram calculadas por meio do uso de Sistema de Informação Geográfica – SIG.

O método racional é adequado nos cálculos hidrológicos para o dimensionamento de estruturas hidráulicas que compõem a microdrenagem, enquanto que o I-PAI-WU, para os mesmos cálculos, porém voltados à macrodrenagem e respectivas obras como canalizações, vertedouros etc. Cabe ainda lembrar que o serviço de microdrenagem, pelo seu alcance, é tipicamente municipal, enquanto que a macrodrenagem seria relativa às bacias maiores, cujo curso d'água principal seria de domínio estadual ou até federal.

Para a macrodrenagem foram calculadas as vazões máximas das bacias com incidência na área urbana do município utilizando o método sintético, pois a ausência de série histórica estatisticamente representativa de dados hidrológicos é particularmente sentida em pequenas bacias hidrográficas, como é o caso em questão.

Para a determinação das chuvas intensas utilizou-se a equação geral de I-D-F (intensidade, duração e frequência), apresentada a seguir.

$$I = \frac{k \times T^a}{(t + b)^c} \quad (\text{eq. 6})$$

Onde:

I = intensidade máxima média (mm/hora)

T = período de retorno (anos)

t = duração da precipitação (minutos)

k, a, b, c = coeficientes.

O período de retorno (T) de uma chuva ou de pico de cheia está diretamente relacionado com o grau de segurança que se deseja proporcionar aos bens protegidos e, portanto, ao dimensionamento das obras. O período de retorno adotado no estudo foi de 100 anos, próprio para o cálculo de estruturas de macrodrenagem.

A duração da precipitação, também conhecida como sendo o tempo de concentração da bacia (t_c), ou seja, o tempo a partir do qual todos os pontos da superfície da bacia estão contribuindo para a vazão no exutório, pode ser calculada por vários métodos.

Neste estudo o tempo de concentração foi obtido a partir da média dos valores calculados pelas seguintes fórmulas:

$$tc_1 = 5,3(L^2/S \times 10^{-3})^{0,333} \quad (\text{eq. 7})$$

$$tc_2 = 52,65(L/S^{1/2})^{0,64} \quad (\text{eq. 8})$$

$$tc_3 = 57(L^2/S)^{0,385} \quad (\text{eq. 9})$$

Onde:

tc = tempo de concentração (min)

L = comprimento do talvegue do curso d'água (Km)

S = declividade média do curso d'água principal (m/Km)

Os coeficientes (K , a , b , e c) foram adotados com base em consulta ao software Pluvio 2.1 desenvolvido pelo Grupo de Pesquisas em Recursos Hídricos (GPRH), vinculado ao Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa (DEA – UFV). Este software permite a estimativa dos coeficientes da equação de chuvas intensas para qualquer localidade no Brasil.

Os coeficientes da equação de I-D-F para São José do Rio Preto são:

k : 1.669,793	a : 0,109	b : 25,000	c : 0,792
-----------------	-------------	--------------	-------------

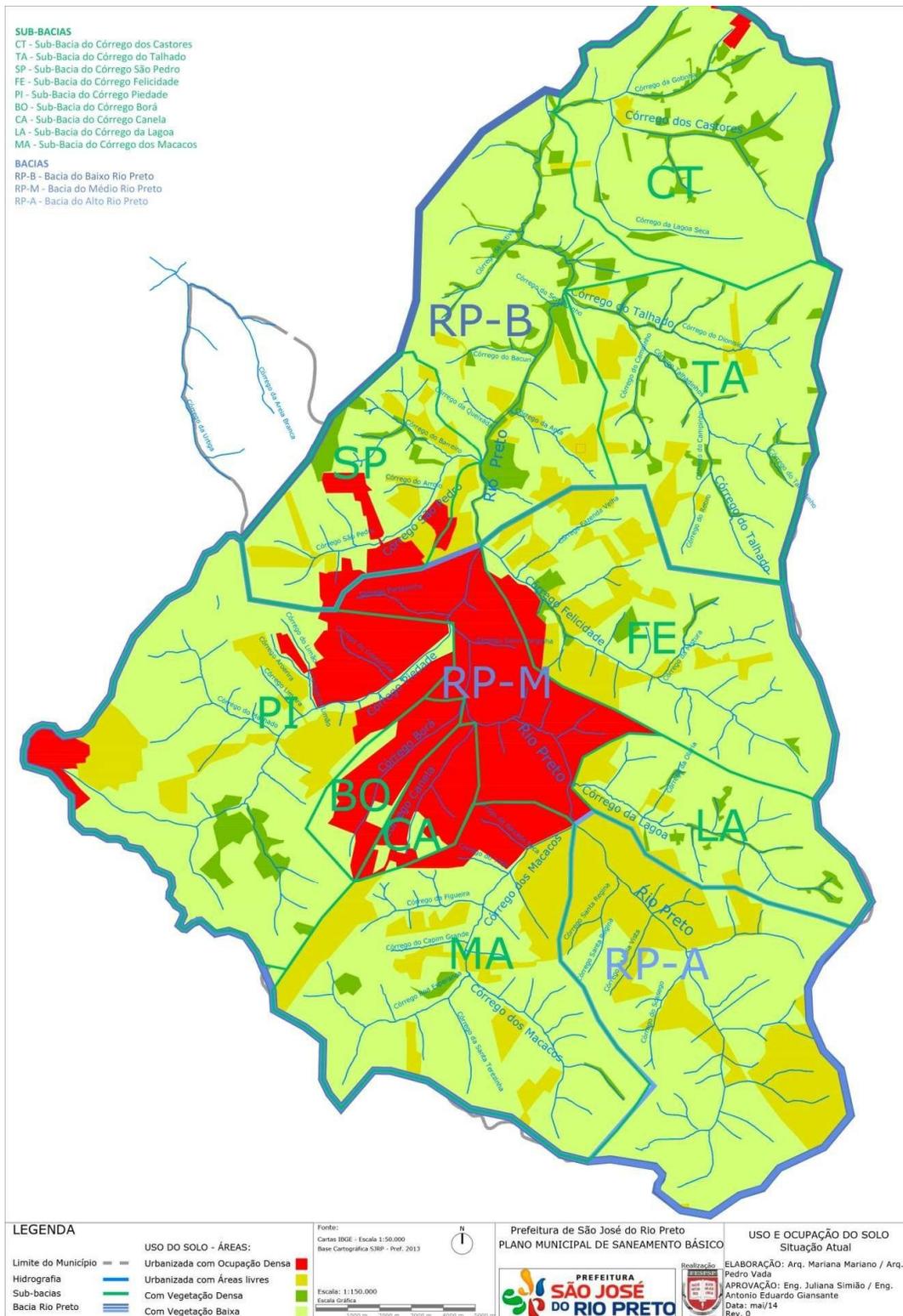
Com objetivo específico de calcular as vazões máximas de drenagem nas sub-bacias com incidência na área urbana do município de São José do Rio Preto, desenvolveu-se um estudo para a determinação do uso e ocupação do solo atual.

Para tanto, foram analisadas e interpretadas imagens de satélite num ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas). Para a classificação do uso do solo foram definidas quatro classes de usos (grupos):

- Área urbanizada com ocupação densa: área urbana com arrumamento e quadras bem definidas, ruas predominantemente de asfalto, com nenhuma ou poucas áreas livres.
- Área urbanizada com presença de áreas livres: área urbana com ruas de asfalto e de terra, com muitas áreas livres. Também se incluem as áreas com solo exposto.
- Área com vegetação baixa: áreas de campo, pastos e com vegetação baixa. Incluem-se ocupações com características rurais como sítios, chácaras e fazendas.
- Área com vegetação densa: áreas com a presença de florestas, matas e vegetação de várzea.

A Figura 81 apresenta o resultado da classificação do uso e ocupação do solo atual.

Figura 79 Uso e Ocupação do solo atual.



Depois de classificada a imagem as áreas de cada classe de uso do solo foram calculadas por sub-bacia de drenagem. Em função da classe de uso atribuíram-se valores para o coeficiente de escoamento superficial, conforme quadro a seguir. Para cada sub-bacia foi calculado o coeficiente de escoamento superficial a partir da média ponderada dos usos observados.

Quadro 10 Coeficiente de escoamento superficial em função do uso e ocupação do solo

Classe de uso	Intervalo do Coeficiente
Área urbanizada com ocupação densa	0,70 a 0,90
Área urbanizada com áreas livres	0,50 a 0,60
Área com vegetação baixa	0,30 a 0,40
Área com vegetação densa	0,10 a 0,20

A seguir, no item 5.2, são apresentados os cálculos de vazão máxima a partir do estudo da situação atual de uso e ocupação do solo. Deve-se notar que para a drenagem urbana, o aumento da vazão de inundação de pontos suscetíveis ou da frequência de ocorrência relaciona-se diretamente com o aumento da área impermeabilizada e a ocupação não criteriosa de várzeas. Assim, em função da crescente impermeabilização, há a evolução das vazões de drenagem urbana.

Para avaliar o comportamento da drenagem urbana no município considerando diferentes configurações de uso e ocupação do solo e emprego de técnicas compensatórias em drenagem, foram realizados ensaios do volume de enchente e cota máxima para as sub-bacias de São José do Rio Preto em ambiente SIG. O resultado desses ensaios é apresentado no item 5.3.

5.2 Determinação das Vazões de Cheia – situação atual

O cálculo da vazão máxima para os dispositivos de micro e macrodrenagem, decorrente dos eventos de cheia considerando a situação atual do município, é apresentado a seguir.

5.2.1 Vazões para a microdrenagem

Foi estimado que o coeficiente de escoamento superficial para a área urbana de São José do Rio Preto seja da ordem de 70%, em função da análise do uso e ocupação do solo atual. Para o período de retorno de 10 anos e chuva com duração de 10 minutos, valores usuais para o dimensionamento de microdrenagem urbana, a intensidade prevista é igual a 128,46 mm/hora.

Assim, cada hectare contribui para uma vazão de escoamento superficial direto igual a 250,0 L/s, de modo que com a declividade dos terrenos de São José do Rio Preto, é possível que seja necessário implantar ao menos duas bocas-de-lobo e respectiva galeria a cada quadra ou adotar técnicas compensatórias que reduzam a necessidade de estruturas hidráulicas convencionais. A microdrenagem vem funcionando de maneira geral, porque ainda existem áreas com capacidade de infiltração na área urbana, mas em eventos mais intensos é possível notar a falta de estruturas em alguns pontos da cidade.

No entanto, nas condições futuras, caso não sejam tomadas medidas preventivas de controle da impermeabilização do solo e emprego de técnicas compensatórias de drenagem urbana é possível que haja maior impermeabilização resultando em aumento da vazão de escoamento para valores da ordem de 300 L/s a 320 L/s por hectare.

Ao empregar técnicas compensatórias, apresentadas adiante, a contribuição superficial, expressa em vazão unitária tende a diminuir, caindo para valores inferiores a 150 L/s por hectare. Se essas estruturas hidráulicas mitigadoras recuperam a infiltração de água e recarregam o aquífero, por outro lado aumentam os custos de implantação e mesmo de operação e manutenção, pois o cuidado em mantê-la funcionando, evitando a colmatção do solo, é necessário. No entanto, esse custo de implantação, operação e manutenção é igual ou inferior àquele de igualmente gasto para as estruturas tradicionais como boca-de-lobo e galeria.

Outra vantagem seria em relação ao impacto no cotidiano da cidade. Ao executar obras lineares extensas, há perturbação pelo próprio movimento da obra, atrapalhando trânsito, comércio e outras atividades. Já as medidas compensatórias são obras de área, como um retângulo e sua perturbação no cotidiano é mais pontual, logo menor impacto.

Também diminui o escoamento superficial a implantação dos denominados “piscininhas”, reservatório que retém a água pluvial, amortecendo a vazão de cheia. Esse dispositivo já foi aprovado legalmente em São José do Rio Preto e, mesmo que ainda não esteja disseminado pela cidade, certamente já evitou o agravamento dos problemas de drenagem urbana. Assim, sua aplicação dever ser incentivada, assim como sua operação e manutenção. Como qualquer obra e principalmente as de drenagem urbana, o motivo da diminuição da eficiência ao longo do tempo está na falta de tradição em operá-las e mantê-las ao longo do tempo.

5.2.2 Vazões para a macrodrenagem

O Quadro 11 sumariza as características gerais das bacias com incidência no município de São José do Rio Preto, o tempo de concentração, a intensidade

de chuva, o uso e ocupação do solo e a vazão máxima, conforme o caso. A Figura 82 apresenta a articulação dessas sub-bacias em relação a área urbana do município.

Quadro 11 Informações gerais das sub-bacias do município de São José do Rio Preto.

Codificação	Sub-bacia	Área (km ²)	Tempo de concentração (min)	Intensidade de chuva (mm/hora)	Vazão máxima (m ³ /s)
RP-A	Alto Rio Preto ¹	70,84	232,86	33,95	132,33
MA	Córrego dos Macacos	74,81	208,95	36,67	153,65
LA	Córrego da Lagoa	29,30	142,64	47,75	76,18
CA	Córrego Canela	8,96	63,63	79,10	95,51
BO	Córrego Borá	11,10	90,36	64,20	90,65
PI	Córrego Piedade	88,08	270,37	30,49	156,18
FE	Córrego Felicidade	59,75	182,27	40,36	133,54
RP-M	Médio Rio Preto ²	371,88	430,66	21,63	404,22
SP	Córrego São Pedro	33,91	115,85	54,81	118,92
TA	Córrego do Talhado	58,58	162,94	43,62	127,12
RP-B	Baixo Rio Preto ³	586,19	718,8	14,67	375,38

Nota:

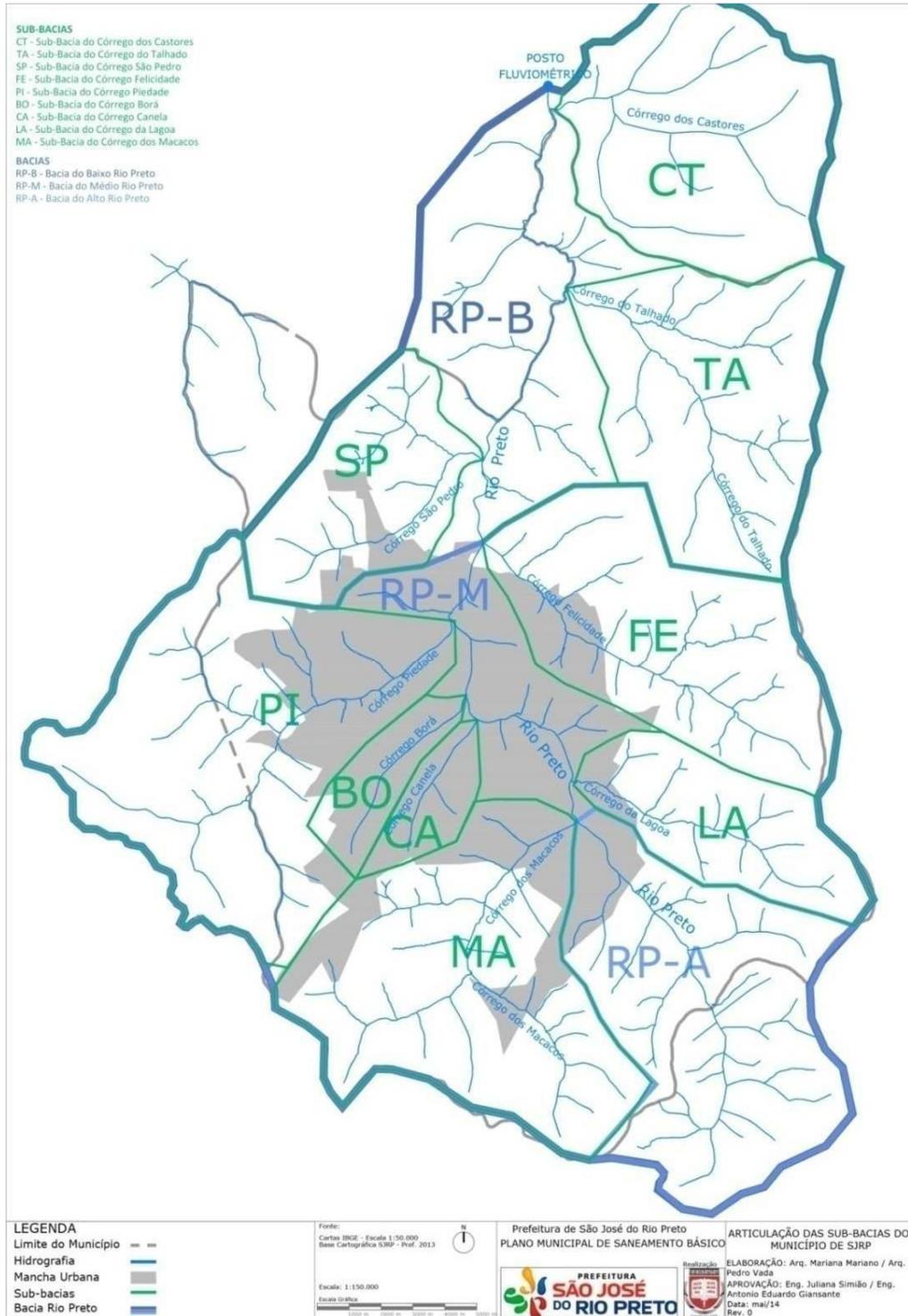
1 – Rio Preto a montante da confluência com o córrego dos Macacos.

2 – Rio Preto na confluência com o córrego Felicidade.

3 – Rio Preto nos limites do município, próximo ao posto fluviométrico do DAEE (6B-011)

O principal curso d'água é o rio Preto, para onde afluem os córregos que cortam a área urbana do município. De forma a melhor avaliar o comportamento do rio Preto, principal sub-bacia do município, foram definidas as vazões máximas em três trechos: a montante da confluência com o córrego dos Macacos, na confluência com o córrego Felicidade e nos limites do município. A área de drenagem em cada um desses trechos é respectivamente: 70,84 km², 371,88 km² e 586,19 km².

Figura 80 Articulação das sub-bacias no município de São José do Rio Preto.



As menores bacias e mais críticas conforme verificado em campo, são as bacias do córrego Canela e Borá, que se encontram na área mais densamente urbanizada do município.

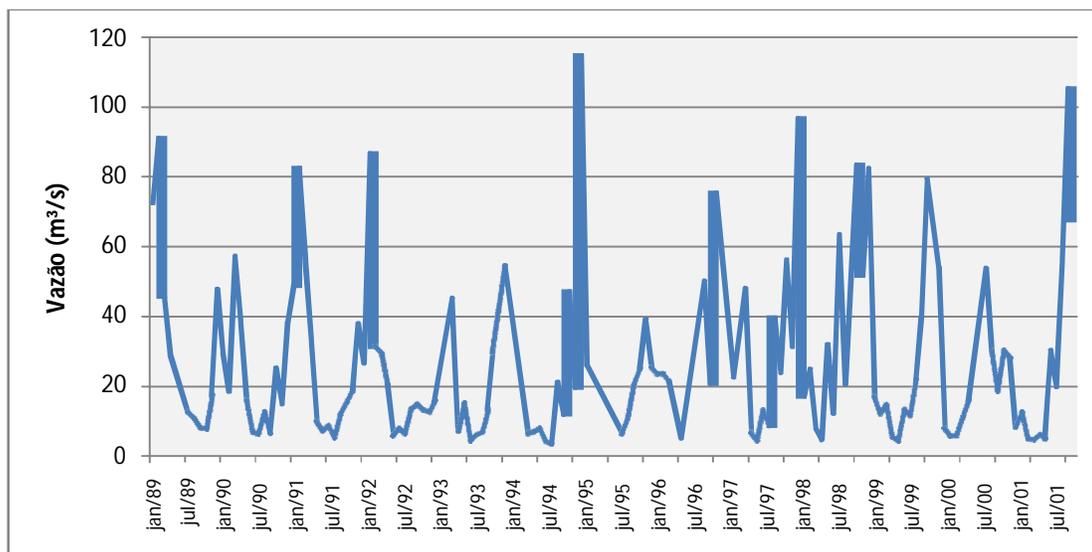
Apesar de localizar-se fora dos limites do município de São José do Rio Preto a sub-bacia do córrego dos Castores foi analisada, pois se encontra a montante do posto fluviométrico do DAEE (6B-011), definido como o ponto exutório para o presente estudo.

A vazão máxima de projeto da bacia RP-B e os dados de vazão máxima do posto fluviométrico 6B-011 foram comparados. Deve-se notar que a série histórica do posto não é muito extensa, mas serve de referência. Apresenta dados de setembro de 1985 até março de 2002, havendo dados inexistentes dentro desse intervalo, por exemplo, não existem dados para os anos de 1987 e 1988, e nos anos 1985 e 1986 há medição em apenas dois meses. Considerando os dados existentes a partir de 1989 elaborou-se o gráfico das vazões máximas registradas no posto fluviométrico (Figura 83).

A maior vazão registrada foi de 114,61 m³/s em fevereiro de 1995. Já os cálculos hidrológicos obtiveram para esse ponto a vazão máxima de projeto de 250,25 m³/s. Deve-se notar que o estudo hidrológico considerou uma chuva com tempo de retorno de 100 anos e a série histórica é de 13 anos.

As informações detalhadas por sub-bacia são colocadas nos quadros a seguir.

Figura 81 Vazões máximas registradas no posto fluviométrico do DAEE (6B-011).



Fonte: Elaborado a partir do SIGRH.

- Sub-bacia RP-A – Alto Rio Preto

A seguir são apresentadas as características e informações referentes à sub-bacia RP-A do município de São José do Rio Preto.

Quadro 12 Características da sub-bacia RP-A.

Características físicas	Unidade	Valor
Área	Km ²	70,84
Perímetro	Km	39,65
Comprimento do Rio Principal	Km	14,14
Comprimento Axial	km	14,53
Declividade Equivalente	m/Km	3,07
Desnível de Talvegue	m	80,00
Análise de forma	Unidade	Valor
Índice de Compacidade	-	1,32
Índice de Conformação	-	0,34
Tendência de Cheia	-	Média

Uso e ocupação do Solo	Unidade	Valor
Uso urbano denso e com áreas livres	%	41
Uso rural, vegetação baixa, áreas cultivadas e de várzea	%	59
Determinação da vazão máxima	Unidade	Valor
Tempo de concentração médio	min	213,36
Tempo de recorrência	anos	100
Intensidade de chuva	mm/hora	33,95
Coeficiente escoamento superficial (ponderado)	-	0,40
Vazão máxima	m³/s	132,33

- Sub-bacia MA – Córrego dos Macacos

A seguir são apresentadas as características e informações referentes à sub-bacia MA do município de São José do Rio Preto.

Quadro 13 Características da sub-bacia MA.

Características físicas	Unidade	Valor
Área	Km ²	74,81
Perímetro	Km	38,53
Comprimento do Rio Principal	Km	13,14
Comprimento Axial	km	12,20
Declividade Equivalente	m/Km	3,61
Desnível de Talvegue	m	68,00
Análise de forma	Unidade	Valor
Índice de Compacidade	-	1,25
Índice de Conformação	-	0,50
Tendência de Cheia	-	Alta
Uso e ocupação do Solo	Unidade	Valor
Uso urbano denso e com áreas livres	%	27
Uso rural, vegetação baixa, áreas cultivadas e de várzea	%	73
Determinação da vazão máxima	Unidade	Valor
Tempo de concentração médio	min	208,95
Tempo de recorrência	anos	100
Intensidade de chuva	mm/hora	36,67

Coeficiente escoamento superficial (ponderado)	-	0,42
Vazão máxima	m ³ /s	153,65

- Sub-bacia LA – Córrego da Lagoa

A seguir são apresentadas as características e informações referentes à sub-bacia LA do município de São José do Rio Preto.

Quadro 14 Características da sub-bacia LA.

Características físicas	Unidade	Valor
Área	Km ²	29,30
Perímetro	Km	23,99
Comprimento do Rio Principal	Km	9,77
Comprimento Axial	km	10,14
Declividade Equivalente	m/Km	5,93
Desnível de Talvegue	m	67,00
Análise de forma	Unidade	Valor
Índice de Compacidade	-	1,24
Índice de Conformação	-	0,29
Tendência de Cheia	-	Alta
Uso e ocupação do Solo	Unidade	Valor
Uso urbano denso e com áreas livres	%	12
Uso rural, vegetação baixa, áreas cultivadas e de várzea	%	88
Determinação da vazão máxima	Unidade	Valor
Tempo de concentração médio	min	142,64
Tempo de recorrência	anos	100
Intensidade de chuva	mm/hora	47,75
Coeficiente escoamento superficial (ponderado)	-	0,36
Vazão máxima	m ³ /s	76,18

- Sub-bacia CA – Córrego Canela

A seguir são apresentadas as características e informações referentes à sub-bacia CA do município de São José do Rio Preto.

Quadro 15 Características da sub-bacia CA.

Características físicas	Unidade	Valor
Área	Km ²	8,96
Perímetro	Km	13,85
Comprimento do Rio Principal	Km	4,81
Comprimento Axial	km	6,28
Declividade Equivalente	m/Km	14,61
Desnível de Talvegue	m	78,00
Análise de forma	Unidade	Valor
Índice de Compacidade	-	1,30
Índice de Conformação	-	0,23
Tendência de Cheia	-	Média
Uso e ocupação do Solo	Unidade	Valor
Uso urbano denso e com áreas livres	%	100
Uso rural, vegetação baixa, áreas cultivadas e de várzea	%	0
Determinação da vazão máxima	Unidade	Valor
Tempo de concentração médio	min	63,63
Tempo de recorrência	anos	100
Intensidade de chuva	mm/hora	79,10
Coeficiente escoamento superficial (ponderado)	-	0,78
Vazão máxima	m ³ /s	95,51

- Sub-bacia BO – Córrego Borá

A seguir são apresentadas as características e informações referentes à sub-bacia BO do município de São José do Rio Preto.

Quadro 16 Características da sub-bacia BO.

Características físicas	Unidade	Valor
Área	Km ²	11,10
Perímetro	Km	16,01
Comprimento do Rio Principal	Km	6,44
Comprimento Axial	km	6,72
Declividade Equivalente	m/Km	9,55
Desnível de Talvegue	m	69,00
Análise de forma	Unidade	Valor
Índice de Compacidade	-	1,35
Índice de Conformação	-	0,25
Tendência de Cheia	-	Média
Uso e ocupação do Solo	Unidade	Valor
Uso urbano denso e com áreas livres	%	100
Uso rural, vegetação baixa, áreas cultivadas e de várzea	%	0
Determinação da vazão máxima	Unidade	Valor
Tempo de concentração médio	min	90,36
Tempo de recorrência	anos	100
Intensidade de chuva	mm/hora	64,20
Coeficiente escoamento superficial (ponderado)	-	0,76
Vazão máxima	m ³ /s	90,65

- Sub-bacia PI – Córrego Piedade

A seguir são apresentadas as características e informações referentes à sub-bacia PI do município de São José do Rio Preto.

Quadro 17 Características da sub-bacia PI.

Características físicas	Unidade	Valor
Área	Km ²	88,08
Perímetro	Km	46,13
Comprimento do Rio Principal	Km	15,95
Comprimento Axial	km	14,53
Declividade Equivalente	m/Km	2,55
Desnível de Talvegue	m	81,00
Análise de forma	Unidade	Valor
Índice de Compacidade	-	1,38
Índice de Conformação	-	0,42
Tendência de Cheia	-	Média
Uso e ocupação do Solo	Unidade	Valor
Uso urbano denso e com áreas livres	%	31
Uso rural, vegetação baixa, áreas cultivadas e de várzea	%	69
Determinação da vazão máxima	Unidade	Valor
Tempo de concentração médio	min	270,37
Tempo de recorrência	anos	100
Intensidade de chuva	mm/hora	30,49
Coeficiente escoamento superficial (ponderado)	-	0,45
Vazão máxima	m ³ /s	156,18

- Sub-bacia FE – Córrego Felicidade

A seguir são apresentadas as características e informações referentes à sub-bacia FE do município de São José do Rio Preto.

Quadro 18 Características da sub-bacia FE.

Características físicas	Unidade	Valor
Área	Km ²	59,75
Perímetro	Km	33,25
Comprimento do Rio Principal	Km	13,07
Comprimento Axial	km	13,15
Declividade Equivalente	m/Km	5,27
Desnível de Talvegue	m	107,00
Análise de forma	Unidade	Valor
Índice de Compacidade	-	1,21
Índice de Conformação	-	0,35
Tendência de Cheia	-	Alta
Uso e ocupação do Solo	Unidade	Valor
Uso urbano denso e com áreas livres	%	27
Uso rural, vegetação baixa, áreas cultivadas e de várzea	%	73
Determinação da vazão máxima	Unidade	Valor
Tempo de concentração médio	min	182,27
Tempo de recorrência	anos	100
Intensidade de chuva	mm/hora	40,36
Coeficiente escoamento superficial (ponderado)	-	0,40
Vazão máxima	m ³ /s	133,54

- Sub-bacia RP-M – Médio Rio Preto

A seguir são apresentadas as características e informações referentes à sub-bacia RP-M do município de São José do Rio Preto.

Quadro 19 Características da sub-bacia RP-M.

Características físicas	Unidade	Valor
Área	Km ²	371,88
Perímetro	Km	88,73
Comprimento do Rio Principal	Km	26,11
Comprimento Axial	km	27,07
Declividade Equivalente	m/Km	1,82
Desnível de Talvegue	m	92,00
Análise de forma	Unidade	Valor
Índice de Compacidade	-	1,29
Índice de Conformação	-	0,51
Tendência de Cheia	-	Média
Uso e ocupação do Solo	Unidade	Valor
Uso urbano denso e com áreas livres	%	38
Uso rural, vegetação baixa, áreas cultivadas e de várzea	%	62
Determinação da vazão máxima	Unidade	Valor
Tempo de concentração médio	min	430,66
Tempo de recorrência	anos	100
Intensidade de chuva	mm/hora	21,63
Coeficiente escoamento superficial (ponderado)	-	0,47
Vazão máxima	m ³ /s	404,22

- Sub-bacia SP – Córrego São Pedro

A seguir são apresentadas as características e informações referentes à sub-bacia SP do município de São José do Rio Preto.

Quadro 20 Características da sub-bacia SP.

Características físicas	Unidade	Valor
Área	Km ²	33,91
Perímetro	Km	24,63
Comprimento do Rio Principal	Km	8,22
Comprimento Axial	km	9,33
Declividade Equivalente	m/Km	7,62
Desnível de Talvegue	m	81,00
Análise de forma	Unidade	Valor
Índice de Compacidade	-	1,18
Índice de Conformação	-	0,39
Tendência de Cheia	-	Alta
Uso e ocupação do Solo	Unidade	Valor
Uso urbano denso e com áreas livres	%	36
Uso rural, vegetação baixa, áreas cultivadas e de várzea	%	64
Determinação da vazão máxima	Unidade	Valor
Tempo de concentração médio	min	115,85
Tempo de recorrência	anos	100
Intensidade de chuva	mm/hora	54,81
Coeficiente escoamento superficial (ponderado)	-	0,44
Vazão máxima	m ³ /s	118,92

- Sub-bacia TA – Córrego do Talhado

A seguir são apresentadas as características e informações referentes à sub-bacia TA do município de São José do Rio Preto.

Quadro 21 Características da sub-bacia TA.

Características físicas	Unidade	Valor
Área	Km ²	58,58
Perímetro	Km	32,95
Comprimento do Rio Principal	Km	12,07
Comprimento Axial	km	11,48
Declividade Equivalente	m/Km	6,19
Desnível de Talvegue	m	101,00
Análise de forma	Unidade	Valor
Índice de Compacidade	-	1,21
Índice de Conformação	-	0,45
Tendência de Cheia	-	Alta
Uso e ocupação do Solo	Unidade	Valor
Uso urbano denso e com áreas livres	%	8
Uso rural, vegetação baixa, áreas cultivadas e de várzea	%	92
Determinação da vazão máxima	Unidade	Valor
Tempo de concentração médio	min	162,94
Tempo de recorrência	anos	100
Intensidade de chuva	mm/hora	43,62
Coeficiente escoamento superficial (ponderado)	-	0,35
Vazão máxima	m ³ /s	127,12

- Sub-bacia CT – Córrego dos Castores

A seguir são apresentadas as características e informações referentes à sub-bacia CT do município de São José do Rio Preto.

Quadro 22 Características da sub-bacia CT.

Características físicas	Unidade	Valor
Área	Km ²	58,48
Perímetro	Km	30,94
Comprimento do Rio Principal	Km	10,03
Comprimento Axial	km	10,33
Declividade Equivalente	m/Km	6,86
Desnível de Talvegue	m	98,00
Análise de forma		
Índice de Compacidade	-	1,13
Índice de Conformação	-	0,55
Tendência de Cheia	-	Alta
Uso e ocupação do Solo		
Uso urbano denso e com áreas livres	%	2,1
Uso rural, vegetação baixa, áreas cultivadas e de várzea	%	97,9
Determinação da vazão máxima		
Tempo de concentração médio	min	138,13
Tempo de recorrência	anos	100
Intensidade de chuva	mm/hora	48,79
Coeficiente escoamento superficial (ponderado) – C ₂	-	0,20
Vazão máxima de projeto	m ³ /s	73,18

- Sub-bacia RP-B – Baixo Rio Preto

A seguir são apresentadas as características e informações referentes à sub-bacia RP-B do município de São José do Rio Preto.

Quadro 23 Características da sub-bacia RP-B.

Características físicas	Unidade	Valor
Área	Km ²	586,19
Perímetro	Km	113,75
Comprimento do Rio Principal	Km	43,99
Comprimento Axial	km	38,71
Declividade Equivalente	m/Km	1,21
Desnível de Talvegue	m	105,00
Análise de forma	Unidade	Valor
Índice de Compacidade	-	1,32
Índice de Conformação	-	0,39
Tendência de Cheia	-	Média
Uso e ocupação do Solo	Unidade	Valor
Uso urbano denso e com áreas livres	%	28
Uso rural, vegetação baixa, áreas cultivadas e de várzea	%	72
Determinação da vazão máxima	Unidade	Valor
Tempo de concentração médio	min	718,80
Tempo de recorrência	anos	100
Intensidade de chuva	mm/hora	14,67
Coeficiente escoamento superficial (ponderado)	-	0,43
Vazão máxima	m ³ /s	375,38

5.3 Determinação de volume de cheia – ensaios da situação atual e futura

O volume de cheia foi determinado a partir da simulação de cenários com o uso de Sistemas de Informação Geográfica. Para a realização dos ensaios em drenagem urbana, foram definidos quatro cenários:

- Cenário 1: Situação atual de uso e ocupação do solo sem considerar a implantação dos dispositivos de retenção/detenção das águas pluviais (“piscinhas”) previstos na Lei Municipal n.º 10.290/08.
- Cenário 2: Situação atual de uso e ocupação do solo considerando a implantação dos dispositivos de retenção/detenção das águas pluviais (“piscinhas”), conforme critérios previstos na Lei n.º 10.290/08.
- Cenário 3: Situação futura de uso e ocupação do solo, seguindo a tendência de expansão urbana do município, com a implantação dos dispositivos de retenção/detenção das águas pluviais (“piscinhas”), conforme critérios previstos na Lei n.º 10.290/08.
- Cenário 4: Situação futura de uso e ocupação do solo, seguindo a tendência de expansão urbana do município, com a implantação dos dispositivos de retenção/detenção das águas pluviais (“piscinhas”), conforme critérios previstos na Lei n.º 10.290/08, além do emprego de técnicas compensatórias.

A hipótese de uso do solo futuro foi realizada a partir da sobreposição das áreas do mapa da Prefeitura de “Zoneamento, Uso e Ocupação” com as áreas dos vazios ao redor das vias do “Plano de Extensão Viária”. Seguindo o Plano Diretor, as áreas de expansão obtidas pela sobreposição foram classificadas como área urbanizada com ocupação densa. A descrição das quatro classes utilizadas para a classificação do uso e ocupação do solo foi apresentada anteriormente no item 5.1.

Tendo em vista a Lei n.º 10.290/08, nas áreas de expansão urbana considerou-se, mesmo havendo ocupação densa, de que haverá sistema de detenção nos lotes, resultando no coeficiente de escoamento de 0,2.

Na hipótese de uso do solo futuro todas as áreas preservação permanente – APP dos cursos d’água, que não se encontravam ocupadas com áreas urbanas na classificação de uso atual, foram classificadas como área com vegetação densa. Considerou-se, portanto, que todas as APPs desmatadas na classificação do uso atual estejam revegetadas na situação futura. A Figura 84 apresenta o resultado da classificação do uso e ocupação do solo futuro.

A simulação foi realizada nas bacias dos córregos Borá e Canela, por apresentarem maior frequência de inundações. Os valores obtidos de volume para essas bacias encontram-se no Quadro 24. A variação dos volumes máximos de cheia para os cenários pode ser visualizada na Figura 85.

Quadro 24 Volumes máximos – ensaios da situação atual e futura.

Cenários	Bacia do córrego Borá	Bacia do córrego Canela
	Volume (m³)	Volume (m³)
1. Uso atual do solo e sem retenção	678.840	550.969
2. Uso atual do solo e com retenção	463.522	364.279
3. Uso futuro do solo e com retenção	563.177	452.274
4. Uso futuro do solo, com retenção e medidas mitigadoras	506.859	407.047

As simulações foram feitas para as duas principais sub-bacias do rio Preto, as mais urbanizadas e com leitos canalizados. Haveria um aumento de cerca de 30% no volume atual de escoamento superficial de cheia caso não existissem as pequenas bacias de retenção, comprovando o seu benefício para o município. Os efeitos das chuvas seriam mais impactantes a jusante.

Figura 82 Uso e Ocupação do solo futuro.

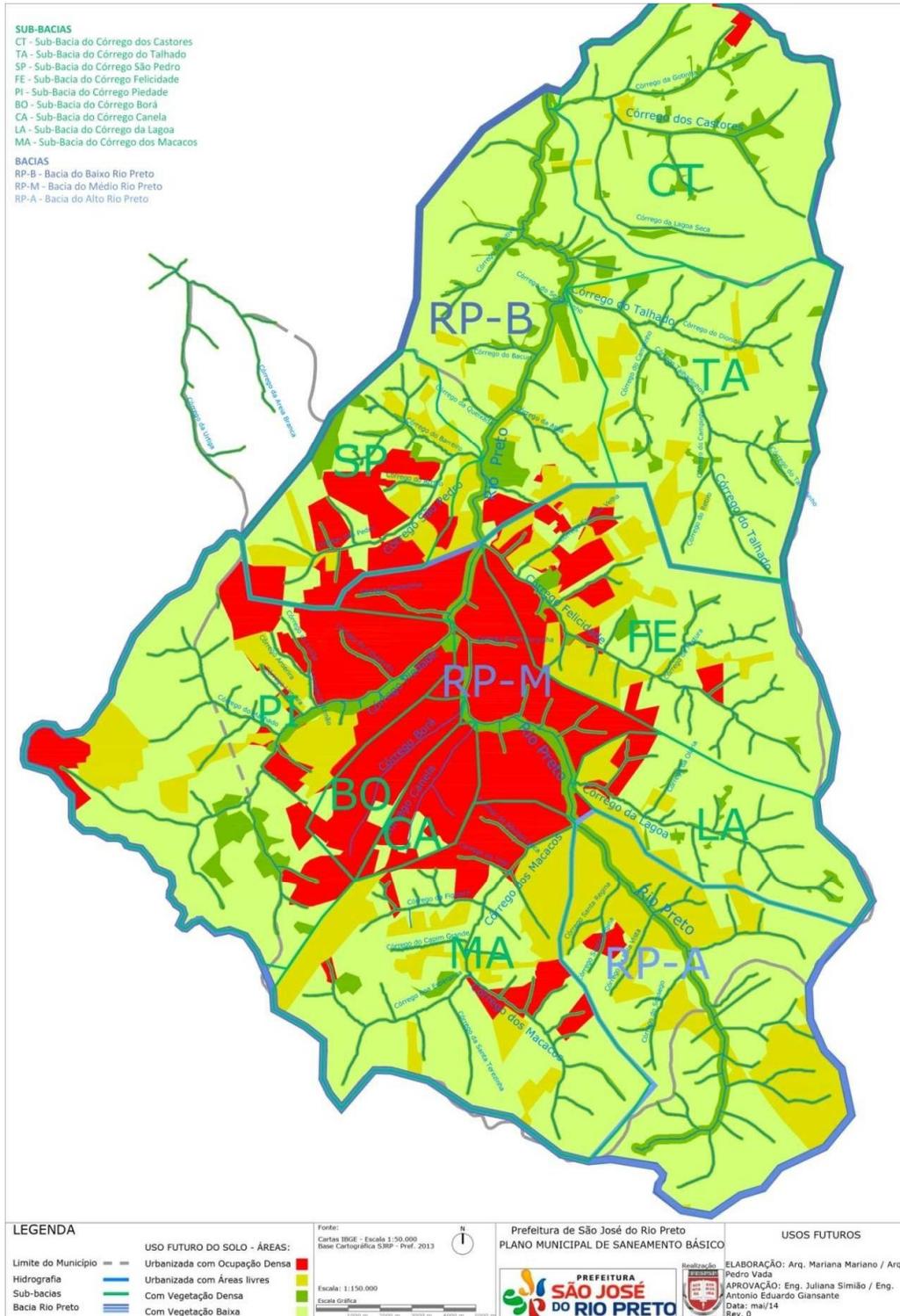
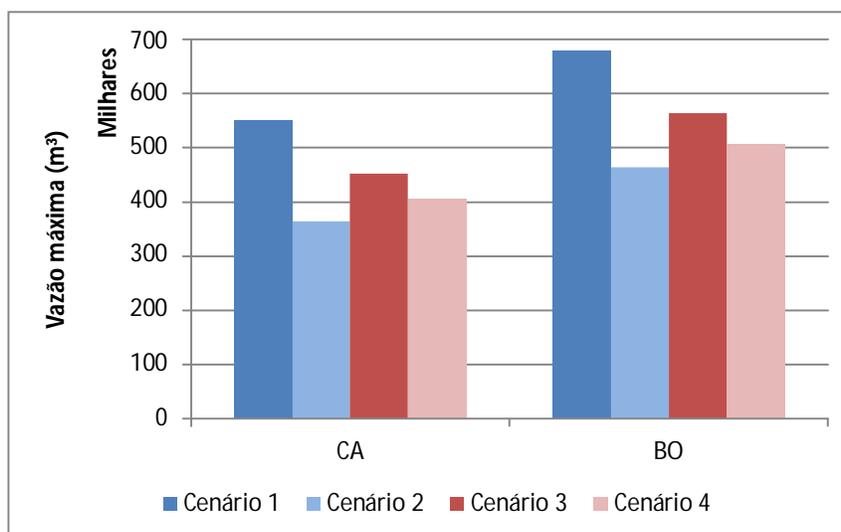


Figura 83 Variação dos volumes máximos nos Cenários – atual e futuro.



Em relação ao cenário futuro, foi considerada uma expansão urbana conforme o Plano Diretor de São José do Rio Preto. Foi feita uma simulação, mantendo a lei das “piscininhas”, verificando que houve um aumento do volume de cheia cerca de 20%. Esse volume seria muito maior, caso não existissem, provavelmente superior a 40%.

Tendo em vista esse aumento de volume de escoamento superficial, mesmo com piscinhas, também compensar esse aumento, foi feita uma simulação considerando medidas compensatórias que visam essencialmente dar um destino local para a água pluvial. Explica-se, em vez de canalizar por qualquer forma e direcionar para jusante, aumentando cada vez mais a vazão e as dimensões da tubulação, logo custos também maiores, procura-se reter e infiltrar a água de chuva no seu local de queda no solo. Assim, maior volume de água é retido a montante no local de queda e infiltrado, quando possível, reduzindo o volume de escoamento superficial.

A simulação apontou a importância de manter a lei municipal das “piscininhas”, a lei 10.290/08, bem como aplicar medidas mitigadoras para a redução do

volume de cheia. A localização, forma e qual tipologia dessas unidades de redução do volume de escoamento superficial dependem de estudos posteriores, como concepção e mesmo projetos de engenharia, documentos sequentes a este plano. As técnicas compensatórias de escoamento superficial são apresentadas adiante no próximo capítulo.

6. CRITÉRIOS PARA A FORMULAÇÃO E SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS TÉCNICAS

O objetivo da infraestrutura urbana em drenagem é efetuar o manejo das águas superficiais, evitando danos à saúde pública e prejuízos às atividades econômicas, causados pelas inundações. Outro objetivo importante é evitar o empoçamento das águas das chuvas, que podem favorecer a disseminação de enfermidades como a dengue, e que já foram responsáveis no Brasil por agravar doenças como a febre amarela. Juntamente com a gestão no âmbito do município, ambas constituem a prestação do serviço de drenagem urbana.

Diferentemente de outras infraestruturas que compõem o saneamento ambiental, anteriormente à ocupação urbana, já existia uma drenagem naturalmente estruturada pelas bacias hidrográficas pertinentes a cada ambiente, nas quais são obrigatoriamente influentes fatores como a rede hídrica, declividade dos terrenos, capacidade de infiltração, fragilidade perante as inundações etc. As cheias de cursos d'água e inundações de terrenos marginais como as várzeas são fenômenos naturais que ocorrem com frequência e intensidade de acordo com o regime de chuvas.

A ocupação urbana e o uso do solo ocorrem dentro desse grande condicionante ambiental, a qual utiliza tipologias e tecnologias por meio de

infraestrutura de micro ou macrodrenagem para dar conta das águas pluviais. Se houver desde o início da urbanização conhecimento e respeito a esses macrocondicionantes naturais, indiscutivelmente, mais simples, menos complexa e cara será a infraestrutura em drenagem urbana, seja micro ou macrodrenagem.

O exemplo mais conhecido está nas várzeas, terrenos submetidos periodicamente a inundações, formados pelas cheias naturais de cursos d'água. Se uma vila ou cidade ocuparam uma várzea de início ou ao longo da sua história mais recente, mesmo tendo disponíveis outros espaços mais adequados, pois menos sujeitos à inundação, problemas recorrentes de inundação são esperados. Uma solução possível é a remoção da população das áreas mais críticas, pois sujeitas à inundação e não somente a mera construção de canais. Outras soluções possíveis compreenderiam a restituição ao menos em parte da capacidade de infiltração e armazenamento de água no solo por meio de técnicas específicas.

6.1 Conceituação para a definição de alternativas

Para o estabelecimento dos cenários futuros quanto ao destino das águas pluviais no município, parte-se das seguintes definições:

- Princípio: causa básica, aquilo de que decorrem todas as outras proposições. Ex.: direito humano a um ambiente saudável, incluindo manejo adequado das águas pluviais no seu ambiente.
- Diretriz: conjunto articulado de instruções ou linha que dirige. Ex.: uso sustentável dos recursos hídricos, o que significa ambiente saudável,

bem como renovação da sua disponibilidade pela recarga da água pluvial no solo, perenizando os rios e amortecendo as cheias.

- Objetivo: ponto concreto que se quer atingir como a universalização dos serviços de drenagem urbana. Em geral, vem de uma diretriz mais ampla, uso sustentável dos recursos hídricos, sendo a implantação do manejo das águas pluviais por um único órgão do município existente ou a ser criado.
- Meta: detalha e especifica como se pretende alcançar o Objetivo, em termos temporais e quantitativos. A meta é específica, exequível e relevante. Além disso, é mensurável e tem um prazo definido. Normalmente se utilizam indicadores para verificar se foram cumpridas nos prazos estabelecidos. Por exemplo, implantar uma taxa de drenagem urbana até 2018, proporcional ao grau de impermeabilização do solo e relativo ao atendimento da Lei Municipal 10290/08, para dar receita ao serviço.
- Ações: definem e estabelecem o que deve ser feito pela administração pública e sociedade para atingir as metas estabelecidas. Por exemplo, elaborar de estudos para viabilizar a cobrança é um passo indispensável para implantá-la até 2018.

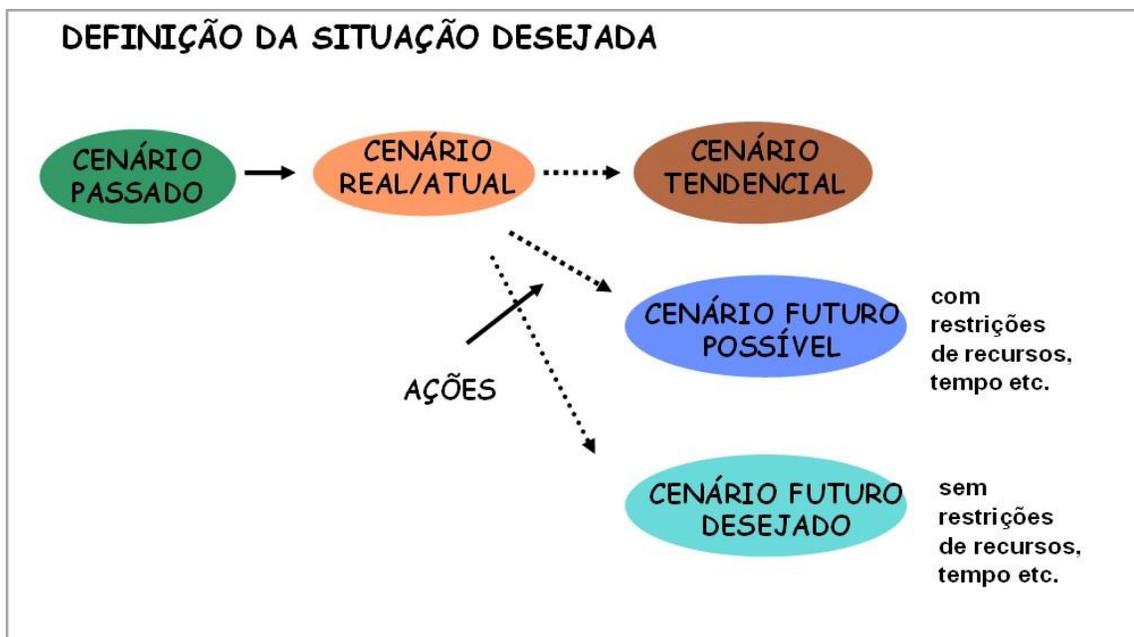
Das ações surgem alternativas para a **Tomada de decisão**, considerando os seguintes aspectos:

- Atendimento das metas.
- Recursos disponíveis.

- Prioridade, tempo de implementação e duração.

As alternativas correspondem aos cenários de trabalho que são exemplificados pela figura a seguir.

Figura 84 Construção dos cenários.



O crescimento demográfico relaciona-se diretamente com a Evolução de Atividades Produtivas, o que leva a modificações dos Padrões de Ocupação do Solo. Assim, quando uma área rural se transforma em urbana, muito motivada pelo aumento de demanda por habitações, por sua vez, causada pelo incremento econômico, há alterações no ciclo hidrológico, afetando o escoamento superficial, por exemplo. Área que antes recarregava ao menos o aquífero freático passa a contribuir para o aumento do escoamento superficial, dada a impermeabilização do solo. Também decorrem outros fenômenos que alteram a qualidade das águas superficiais, pois essas passam a transportar sedimentos e outros componentes decorrentes da expansão urbana. A carga

poluidora difusa chega a ser maior que a carga pontual de um lançamento de esgotos sanitários, nos eventos denominados de primeira chuva intensa.

Assim, nos cenários, há que se considerar o crescimento populacional e seu possível reflexo nas manchas urbanas, afetando tanto qualitativa quanto quantitativamente os recursos hídricos.

6.2 Fatores intervenientes

A proposição de um sistema e de suas unidades depende, então, de como ao longo do tempo a cidade foi se relacionando com seu meio. Além disso, o conhecimento mais detalhado do relevo, por ser um elemento estruturante, é determinante, pois a coleta e afastamento de águas pluviais acontecem predominantemente por meio de escoamento livre.

Se conhecer o relevo é condição básica para propor e viabilizar o escoamento das águas pluviais por gravidade, o tipo de urbanização condiciona as taxas de impermeabilização, logo a quantidade de água que escoam superficialmente. Esses fatores determinam a coleta de águas pluviais de forma que o volume do escoamento superficial no futuro tende a aumentar, caso não se garanta a continuidade da infiltração das águas de chuva no solo ou não se utilizem técnicas compensatórias. Essas constituem uma forma de reduzir uma intervenção estrutural por meio de obras ligadas tanto à micro como à macrodrenagem.

Na proposição de soluções para resolver os problemas de deficiência de drenagem urbana, consideram-se inicialmente fatores ambientais como:

- Clima, regime de chuvas intensas e sazonalidade.

- Rede hídrica, forma, distribuição, regime hídrico e hidráulico.
- Solo, geologia, pedologia e relevo, pois são fatores que condicionam a capacidade de infiltração.

Outros fatores urbanos também são importantes como:

- uso e ocupação do solo e grau de impermeabilização dos terrenos;
- erodibilidade dos terrenos se expostos pela urbanização;
- ocupação marginal dos corpos drenantes e receptores, e
- padrão viário, vias primárias, secundárias etc.

Os aspectos tecnológicos correspondem à tipologia, à dimensão dos dispositivos hidráulicos, ao padrão construtivo e sua adequação às condições locais, incluídas a manutenção e a conservação. São todos esses fatores a considerar na proposição de soluções no tocante à micro e à macrodrenagem. Enfim, quanto ao aspecto Institucional, gestão e instrumentos legais constituem o último fator a propor e a analisar. Todos esses pontos compõem o conjunto de adequação de soluções.

6.3 Princípios

As estruturas de microdrenagem são responsáveis por coletar e dar o destino adequado às águas pluviais em termos de ruas e quadras, enquanto que a macrodrenagem responde pela solução em nível de bacia hidrográfica, ou seja, quanto aos leitos de cursos d'água perenes que são receptores.

Indubitavelmente, a macrodrenagem é composta por estruturas hidráulicas de porte como canais, bacias de retenção etc. mesmo assim há carência de informações cadastrais. A situação da microdrenagem composta por sarjeta, sarjetão, boca-de-lobo e galeria é ainda mais carente, pois as mesmas em geral são construídas pouco amparadas em projeto.

A deficiência encontrada quanto à sistematização de dados cadastrais a cerca das estruturas hidráulicas em drenagem urbana também tem sua causa, em parte, devido à falta de uma norma brasileira que tratasse das mesmas, seja micro ou macrodrenagem. O que se encontra são normas estaduais, diretrizes de órgãos como a Companhia de Desenvolvimento Urbano de São Paulo – CDHU e mesmo normas municipais. Neste trabalho foi utilizada como referência as normas da Companhia de Desenvolvimento Urbano de São Paulo – CDHU.

Na realidade são mencionadas somente normas referentes a tubos de concreto, mas não há uma padronização ou requerimentos mínimos quanto a procedimentos de cálculo, dimensionamento etc. Dessa forma, são encontradas estruturas hidráulicas razoavelmente diferentes, mas que possuem o mesmo objetivo. É o caso, por exemplo, dos muros de ala, responsáveis pela descarga de águas pluviais em galerias ou linhas de drenagem.

Também a concepção e projetos de canais ou travessias aéreas, como pontes, sofrem com essa falta de padronização metodológica, o que leva a resultados bastante díspares. Por exemplo, o bueiro de travessa de uma via teria seu diâmetro variando significativamente dependendo do método adotado no cálculo hidrológico.

As soluções em drenagem urbana ainda refletem esses problemas e muitas vezes são tomadas decisões somente considerando condicionantes locais, o que dificultaria a articulação de ações e empreendimentos em nível de bacia hidrográfica, a unidade territorial mais adequada.

A partir de todos esses condicionantes são analisadas e propostas as medidas estruturais ou não estruturais que visam dar um destino correto às águas pluviais urbanas.

6.4 Tipologia das Alternativas

As proposições de drenagem urbana dividem-se basicamente em dois tipos de medidas: corretivas, objetivam evitar os danos e prejuízos causados pelas inundações e empoçamento das águas ao corrigir pontos críticos; e preventivas, propondo a não ocupação de várzeas quando essas existirem e ainda estiverem não ocupadas. São ainda divididas em medidas: estruturais, quando modificam o sistema fluvial evitando prejuízos decorrentes das enchentes; e não estruturais, quando os prejuízos são reduzidos pela melhor convivência da população com as enchentes.

As alternativas convencionais em geral contemplam obras estruturais, mas atualmente se passou a levar em conta também as compensatórias. Essas reduzem o aumento do volume do escoamento superficial, provocado pela urbanização e respectiva impermeabilização, por meio de detenção das águas pluviais ou infiltração durante ou logo após o evento chuvoso.

Neste plano, as medidas propostas se dividem nessas categorias, corretivas ou preventivas, bem como, estruturais ou não estruturais, lembrando que também são propostas, ainda que pouco utilizadas no Brasil, as estruturas hidráulicas

de infiltração em calçadas ou pavimentos permeáveis, conhecidas como técnicas compensatórias.

6.4.1 Técnicas Convencionais

As propostas dividem-se em micro e macrodrenagem. De uma maneira geral, como não há cadastro da microdrenagem e os problemas mais corriqueiros referem-se à falha dessa estrutura, que atrapalha o cotidiano da cidade, é proposto o cadastramento do que existe, bem como a sua implantação generalizada, iniciando pelas áreas mais críticas.

As áreas críticas, que apresentam falhas em relação à microdrenagem, ocorreriam por causa das chuvas intensas, as quais dependendo da frequência tem frequência de ocorrência igual a uma ou mais vezes por ano; no último caso tornando-se um problema corriqueiro. Nessas condições, a origem estaria na falta de estruturas hidráulicas em si e, quando da sua existência, em sistemas subdimensionados ou precários em questão de limpeza ou manutenção. É corriqueiro pontos inundarem e após a limpeza da galeria, não acontecerem mais, denotando um problema também comum de falta de manutenção.

Como não se observou a existência de registros de pontos de inundação associados com a causa provável, qualquer uma das aqui mencionadas, também se propõe a criação de registro de eventos de inundação, com uma breve descrição do ocorrido e causas observadas “in loco”. Esse procedimento facilitará a revisão futura deste plano ora em elaboração, pois passará a contar com informações recolhidas de forma mais criteriosa.

Outros pontos a considerar são os seguintes:

- **Implantação geral da infraestrutura em drenagem urbana:** de acordo com a expansão urbana em loteamentos ou crescimento vegetativo. Na medida em que as ruas vão sendo pavimentadas, também se implanta a microdrenagem, mas principalmente a superficial, como sarjeta e sarjetão. Às vezes, dependendo do local e da proximidade com cursos d'água, bocas-de-lobo ou estruturas mais simples de captação de águas pluviais são implantadas, mas lançam diretamente as águas das chuvas nestes cursos, sem avaliação prévia da sua capacidade como corpo receptor. Também não se considera a capacidade de assimilação de cargas poluidoras.

- **Localização de boca-de-lobo:** em geral de acordo com as necessidades observadas "in situ" durante as chuvas. Esse cenário somente mudará a partir da elaboração de projetos de microdrenagem nos quais a colocação dessas unidades será proposta a partir de critérios técnicos.

Tendo em vista essa realidade detectada em campo e a falta de cadastro da microdrenagem existente, de uma maneira geral para a área urbana é proposto o cadastro da estrutura existente, para posterior implantação. Os critérios para a implantação da microdrenagem seriam os seguintes, conforme o Manual de Projetos da Companhia de Desenvolvimento Urbano - CDHU (1998) e especificamente a localização de bocas-de-lobo em seção de via pública:

- a) existência de ponto-baixo;

- b) capacidade de escoamento da via inferior a vazão de contribuição;

- c) velocidade do escoamento na sarjeta maior que 3 m/s (ruas com grande declividade);
- d) vazão de contribuição maior que 600 L/s.

Admitem-se as seguintes capacidades para as bocas-de-lobo:

- simples - 60 L/s;
- duplas - 120 L/s;
- triplas - 180 L/s;
- quádruplas - 240 L/s.

Essas vazões são indicativas e seu valor exato seria determinado em documentos posteriores a este plano, como projetos de engenharia, pois na realidade a capacidade das caixas de descarga depende da tipologia (boca-de-lobo, boca-de-leão, com ou sem rebaixo etc.), das declividades longitudinal e transversal das ruas e sarjetas, formas destas, entre outros fatores. A faixa usual de variação de capacidade das caixas de descarga varia entre 17 e até 180 L/s, dependendo de todos esses condicionantes.

O posicionamento da boca-de-lobo é chave, porque é a partir da primeira que se inicia a galeria, aumentando o custo da microdrenagem, a qual deixa de ter escoamento somente superficial e passa ter escoamento das águas pluviais por meio de tubos enterrados.

Como detalhado no item 5.2.1 a quantidade necessária de bocas-de-lobo por quadra foi determinada a partir da aplicação do método racional, adotando uma chuva de 10 anos de período de retorno e equação geral de chuva intensa.

6.4.2 Técnicas Compensatórias

Técnicas compensatórias de drenagem urbana são aplicadas com a função de manter a capacidade de infiltração do solo ou recuperá-la. O objetivo é reduzir o escoamento superficial de áreas urbanas, cujo aumento é causado pela crescente impermeabilização do solo. Nesse sentido, bacias de retenção/detecção também seriam utilizadas, pois amortecem as vazões de pico de cheia, logo também tem a função de restabelecer a infiltração no solo. O Quadro 25 a seguir sintetiza as técnicas disponíveis, com suas funções, vantagens e desvantagens.

Quadro 25 Síntese das Técnicas Compensatórias Disponíveis, com suas Funções, Vantagens e Desvantagens

Característica geométrica	Técnica	Variável de Dimensionamento	Aplicação	Função	Vantagens	Desvantagens
Área ocupada	Bacia de detenção	Volume de cheia a amortecer	Macro drenagem	Deter o volume excessivo de cheia para que não haja pico de vazão em trecho urbano de rios	- Execução em área fora da cidade, logo menos cara.	- Custos de implantação, reparação e manutenção. - Sedimentação de materiais grosseiros e lixo.
Área ocupada	Bacia de infiltração	Volume a infiltrar e permeabilidade do solo	Micro drenagem	Infiltrar parte do volume de chuva	- Execução em parques ou áreas afins no ambiente urbano	- Encontrar sítio adequado. - Comatação com o tempo e necessidade de recuperação com troca de materiais.
Comprimento	Trincheira de detenção	Volume a infiltrar e permeabilidade do solo	Micro drenagem	Infiltrar parte do volume de chuva	- Execução em parques, canteiros do sistema viário, calçadas ou áreas afins no ambiente urbano	- Encontrar sítio adequado. - Comatação com o tempo e necessidade de recuperação com troca de materiais.
Comprimento	Trincheira de infiltração	Volume a infiltrar e permeabilidade do solo	Micro drenagem	Infiltrar parte do volume de chuva	- Execução em parques, canteiros do sistema viário, calçadas ou áreas afins no ambiente urbano	- Encontrar sítio adequado. - Comatação com o tempo e necessidade de recuperação com troca de materiais.
Comprimento	Vala de detenção	Volume a infiltrar e permeabilidade do solo	Micro drenagem	Infiltrar parte do volume de chuva	- Execução em parques, canteiros do sistema viário, calçadas ou áreas afins no ambiente urbano	- Encontrar sítio adequado. - Comatação com o tempo e necessidade de recuperação com troca de materiais. - Menor capacidade.
Comprimento	Vala de infiltração	Volume a infiltrar e permeabilidade do solo	Micro drenagem	Infiltrar parte do volume de chuva	- Execução em parques, canteiros do sistema viário, calçadas ou áreas afins no ambiente urbano	- Encontrar sítio adequado. - Comatação com o tempo e necessidade de recuperação com troca de materiais. - Menor capacidade.

Fonte: adaptado de BAPTISTA, M et. all. (2005)

Para o controle e amortecimento de cheias em nível de bacia hidrográfica, somente a bacia de detenção/ retenção (vulgo “piscinão”) se adequaria, já que é dimensionada para receber, deter e liberar aos poucos o volume de escoamento superficial de uma cheia. A unidade se situaria na área urbana ou fora desta a montante, evitando que o pico de cheia a atravessasse, causando danos à população. Divide-se como diretamente construída no curso d’água (on line) ou em um reservatório construído paralelo (off line). Em alguns casos, é empregada uma estrutura de recalque para retornar as águas para o rio, passado o evento de cheia. Conforme Baptista (2005), o custo de implantação variaria de R\$ 30,00 a R\$ 120,00 por metro cúbico retido. A variação se origina no material empregado na construção, respectivamente de grama a concreto armado.

Tanto a trincheira quanto à vala de detenção mostram uma aplicação em microdrenagem, podendo ocorrer dispersas na área urbana. A primeira é de porte maior, sendo aplicada em canteiros de vias e calçadas, enquanto que a vala é de dimensões mais modestas, aplicada em estacionamento, por exemplo. A função é somente reter a água da chuva durante sua ocorrência e depois liberá-la aos poucos, reduzindo o volume do escoamento superficial. Cuidados são tomados para evitar o empoçamento das águas pós às chuvas, por causa da possibilidade de vetores como mosquitos.

A trincheira e a vala de infiltração objetivam manter a capacidade de infiltração do solo, logo reduzir o volume do escoamento superficial, e não simplesmente abatê-lo. A desvantagem é que exigem restauração da sua capacidade, pois com o tempo ocorreria a colmatação. Este tipo de unidade somente é dimensionado quando se faz ensaios de permeabilidade do solo. O poço de infiltração teria a mesma função da trincheira, só que em vez de ser linear ao longo de uma via, teria aplicação pontual, com as mesmas vantagens e desvantagens.

Outras medidas seriam utilizadas como o pavimento permeável principalmente em vias de tráfego secundário ou mesmo em estacionamentos. O pavimento por bloquete ou paralelepípedo é mais permeável que o concreto asfáltico. Nas vias asfaltadas, trincheiras de retenção ou infiltração seriam aplicadas como medida compensatória.

Enfim, medidas domiciliares seriam empregadas como reservatórios ou telhados armazenadores, os quais dependem do incentivo público para que sejam empregados. Nesse caso, programa de fiscalização das unidades constituiria um elemento chave para que se evitasse o armazenamento indevido das águas da chuva ou seu uso domiciliar inadequado. Esta seria uma medida de caráter disperso na área urbana, porém com um potencial de dar bom resultado.

As técnicas são aqui mencionadas com a função de mostrar que existem alternativas além das mais usualmente conhecidas, porém sua aplicação deve ocorrer já em nível de projeto básico, pois neste ter-se-ia condições de determinar a permeabilidade do solo, a localização em vias ou passeios públicos etc. Em relação à microdrenagem, podem reduzir o custo de implantação dessa infraestrutura.

6.5 Macrodrenagem

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. O enfoque tradicional desses sistemas é o aumento da condutividade hidráulica para o controle do escoamento superficial direto, sendo que as tendências mais modernas passam a dar ênfase para o armazenamento das águas por estruturas de retenção ou retenção.

Na canalização de cursos d'água projetam-se canais abertos ou fechados (galerias de grandes dimensões). Os canais abertos apresentam as seguintes vantagens (RAMOS et. al., 1999):

- possibilidade de veiculação de vazões superiores à de projeto mesmo com prejuízo da borda livre;
- facilidade de manutenção e limpeza;
- possibilidade de adoção de seção transversal de configuração mista com maior economia de investimentos;
- possibilidade de integração paisagística com valorização das áreas ribeirinhas, quando há espaço disponível;
- maior facilidade para ampliações futuras caso seja necessário.

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

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

No caso das áreas densamente urbanizadas, devido principalmente a limitação de espaço e das restrições impostas pelo sistema viário, uma alternativa é a utilização das galerias de grandes dimensões.

A galeria de grandes dimensões apresenta algumas limitações a avaliar no momento do projeto (RAMOS et. al., 1999):

- tem capacidade de escoamento limitada ao seu raio hidráulico relativo à seção plena, que é inferior à sua capacidade máxima em regime livre. Em outras palavras, a galeria ao passar a operar em carga, sofre uma redução de capacidade que, muitas vezes, está aquém das necessidades do projeto;
- apresenta, por ser fechada, condições de manutenção mais difíceis que os canais abertos, sendo relativamente grande a probabilidade de ocorrência de problemas de assoreamento e deposição de detritos, que resultam sempre em perda de eficiência hidráulica;
- exige, em determinadas circunstâncias, a adoção de seção transversal de células múltiplas. Apesar dessa configuração de seção transversal apresentar vantagens sob o ponto de vista estrutural, em termos de desempenho hidráulico e de manutenção é bastante problemática.

Como mencionado anteriormente, a tendência atual é dar ênfase a projetos de drenagem com dispositivos de armazenamento local de águas pluviais. A função básica é de retardar a chegada das águas precipitadas sobre uma dada área a jusante, de modo a contribuir para a redução das vazões de pico de cheias e diminuir os danos prováveis.

Os dispositivos de armazenamento compreendem dois tipos distintos que são os de controle na fonte e os de controle a jusante. Os dispositivos de controle na fonte são instalações de pequeno porte colocadas próximas ao local de origem do escoamento superficial de modo a permitir uma utilização mais eficiente da rede de drenagem a jusante.

Os dispositivos de controle a jusante, ao contrário do anterior, envolvem um menor número de locais de armazenamento. As obras de armazenamento podem, por exemplo, estar localizadas no extremo de jusante de uma bacia de drenagem de porte apreciável ou mesmo numa sub-bacia de porte também expressivo.

É necessário destacar que não há uma distinção clara entre os dois tipos de dispositivos mencionados, existindo dispositivos que se enquadram em ambos os tipos. O Quadro 26 dá uma visão geral dos diferentes tipos normalmente utilizados.

Quadro 26 Classificação dos dispositivos de armazenamento ou retenção

Controle na fonte	Disposição local	- Leitões de infiltração - Bacias de percolação - Pavimentos porosos
	Controle de entrada	- Telhados - Estacionamentos
	Detenção na origem	- Valas - Depressões secas - Lagos escavados - Reservatórios de concreto - Reservatório tubular
Controle a jusante	Detenção em linha	- Rede de galerias - Reservatório tubular - Reservatórios de concreto - Túnel em rocha - Reservatório aberto
	Detenção lateral	- Reservatórios laterais

Fonte: Ramos et. al., 1999.

6.5 Sistema de Alerta

As chuvas são fenômenos de ocorrência aleatória, logo suas variáveis como intensidade, frequência e altura pluviométrica são analisadas por meio de métodos estatísticos. Para tanto, quanto mais se conhecem os fenômenos locais, mais condições ter-se-iam para prever as consequências nas bacias hidrográficas de interesse, reduzindo os riscos à população. A finalidade de um sistema de alerta é justamente evitar ou reduzir ao máximo os riscos civis decorrentes de eventos climáticos extremos.

O sistema é composto por um programa de alerta de inundações em articulação com a defesa civil. O programa se divide nas seguintes etapas:

- monitoramento, em tempo real dos cursos d'água e das bacias por meio de dados coletados de precipitação e vazão ao longo do tempo;
- sistema operacional de recebimento de dados e previsão com modelos matemáticos hidrológicos (associado a banco de dados);
- transferência das previsões à Secretaria da Defesa Civil para alerta e redução dos impactos resultantes de inundações.

Um programa dessa natureza envolve, dependendo do domínio do curso d'água, a esfera federal em conjunto com outras estaduais e municipais. Em nível federal, atualmente a Defesa Civil se encontra dentro do Ministério de Integração Nacional e o monitoramento em tempo real de parte da precipitação e do escoamento é realizado pela Agência Nacional de Água - ANA, enquanto o Instituto Nacional de Meteorologia faz o monitoramento de estações climatológicas (precipitação). Atualmente, os dados monitorados não são

utilizados em conjunto com modelos hidrológicos para previsão antecipada de inundações.

No estado de São Paulo, o DAEE seria o responsável pela coleta de dados pluviométricos e fluviométricos. O radar meteorológico é um importante instrumento de apoio para o alerta de possibilidade de precipitações intensas.

No nível do município, o programa envolveria as entidades de monitoramento e de Defesa Civil para o estabelecimento de um programa de alerta para a população ribeirinha.

Com os dados das leituras da altura pluviométrica, obtidas pelos pluviômetros instalados no município, seria possível estabelecer uma relação com as áreas inundadas durante os eventos críticos. Desta forma a Defesa Civil municipal ganharia agilidade ao conhecer com alguma antecedência os pontos críticos possíveis conforme a chuva.

As bacias de maior interesse inicial seriam os córregos Borá e Canela, bem como o rio Preto, aos quais afluem. A estruturação de um ente municipal de drenagem urbana, ampliando a atual condição, cuidaria dessa rede de monitoramento de forma que a previsão ao longo do tempo possibilitaria uma ação cada vez mais preventiva do que corretiva e emergencial. Importante ainda seria monitorar e instrumentar os barramentos existentes no rio Preto, hoje em plena área urbana. A manutenção dessas estruturas hidráulicas é muito importante para evitar qualquer risco, incluindo um pouco provável colapso estrutural.

7. PROPOSIÇÕES

O plano municipal de drenagem urbana deve propor além de medidas que visem prestar o serviço, organizá-lo e universalizá-lo, outras ainda para as situações de eventos naturais mais raros. Também faz parte do seu escopo, propor um órgão municipal que passaria a responder especificamente pela drenagem urbana.

Entenda-se prestar adequada e consistentemente o serviço de drenagem urbana, exercer atividades que compreendam o pleno conhecimento cadastral da infraestrutura existente, o acompanhamento do crescimento vegetativo e cadastramento dessas novas áreas e unidades, o planejamento, a operação e a manutenção. Fora desse âmbito e de acordo com a lei 11.445/2007, a regulação por uma agência seja qual for, municipal, estadual ou regional, também é uma atividade necessária.

A drenagem urbana como técnica que procura atenuar os efeitos das águas pluviais, diferentemente de outros serviços em saneamento, tem um alcance de atendimento até certo ponto, além do qual, outras instituições seriam acionadas. Atualmente, os projetos de macrodrenagem como canalizações ou até barragens de retenção (piscinão) são projetadas para chuvas com 100 anos de período de retorno, no entanto, nada impede que aconteçam chuvas menos frequentes ainda e a obra falhe, o que é condição admitida de risco ao fazer o projeto. Nessas situações, falha da obra por condições naturais extremas, outros órgãos interviriam, como a Defesa Civil, mas que precisaria estar devidamente estruturada para responder ao desafio.

Esse cenário seria o concebido como a prestação de serviço adequado quanto à drenagem urbana, seja macro ou microdrenagem. No entanto, pelo exposto,

mesmo nessas condições é possível que aconteçam eventos naturais tão raros que a infraestrutura organizada, institucionalizada e monitorada falhe, condição na qual outros órgãos interviriam como a Defesa Civil.

As proposições aqui colocadas levam em conta o já exposto quanto à tipologia de medidas: corretivas (estruturais ou não) e preventivas (estruturais ou não).

Em Rio Preto, foi observada uma falta de infraestrutura de microdrenagem urbana, principalmente das unidades enterradas como boca-de-lobo e galeria, bem como da aplicação de técnicas compensatórias. Isso leva à ocorrência de pontos críticos perante o empoçamento de água e enxurradas, tendo em vista o relevo da cidade, de modo que foi proposta a implantação da infraestrutura urbana em toda área da sede do município. No entanto, essa implantação obedece a uma sequência conforme a explicada a seguir e ainda acompanha o crescimento vegetativo da área urbana.

Especial destaque seria dado à drenagem da infraestrutura viária, notadamente para as ruas e avenidas de maior importância e fluxo na cidade. As proposições aqui feitas para a microdrenagem abrangem a área urbana como um todo, transformando-a paulatinamente de fato numa infraestrutura conhecida, mantida e operada por um serviço estabelecido e gerido por um ente municipal. Por isso, foi proposto o cadastro de bocas-de-lobo, galerias e poços de visitas, hoje inexistente. Assim, a implantação e correção dessa infraestrutura foram propostas como um todo, mas ocorrendo num sentido do centro consolidado para os bairros mais afastados, porém a correção de problemas pontuais e críticos dependem de documentos mais focados e específicos, como projetos de engenharia. Nas proposições, foi prevista a elaboração desses documentos, sendo que sua aplicação mais imediata depende da definição de quais áreas são mais críticas por parte da administração municipal.

Em relação às intervenções de macrodrenagem, estas acarretam consequências para jusante, de forma que foram tratadas no âmbito de bacia hidrográfica. Exceção é feita somente nos casos de intervenções em bacias muito pequenas, com cursos d'água de vazão de cheia também pequena com consequência desprezível para jusante. São intervenções com caráter mais urbanístico que de combate às cheias, caso de revestimento de leito e sua definição, que drenam bacias com interesse praticamente local.

7.1. Ações Emergenciais (imediatas)

São arroladas a seguir as ações corretivas a efetuar na microdrenagem devido à ocorrência de empoçamentos, enxurradas ou inundações causadas por chuvas frequentes, aqui admitidas com periodicidade anual. Assim, trata-se de pontos em vias em áreas urbanas que inundam ao menos uma vez ao ano, 100% de probabilidade de ocorrência, que necessitam de correção urgente pelo transtorno rotineiro que causam.

Para esse período as ações são as seguintes:

- estabelecimento de metodologia de registro dos pontos urbanos de empoçamento de água por meio de fotografias, contendo outras informações como localização, altura d'água, frequência de ocorrência e causa provável. A falta de limpeza seria um dos motivos que causam inundações em certos pontos nos quais poderiam não ocorrer após efetuá-la;
- início do cadastramento da infraestrutura existente, principalmente dos pontos mais críticos. Esse cadastro seria aproveitado para elaborar os seguintes projetos de engenharia para a correção, principalmente das

ruas e avenidas que sofrem maiores impactos. Assim, haveria correção dos pontos urbanos em vias que constantemente são inundadas ou sofrem com enxurradas durante as chuvas, procurando determinar objetivamente sua causa e se é de resolução mais simples, como a limpeza, o reparo e mesmo a implantação de microdrenagem convencional e por meio de medidas compensatórias. A atual falta de cadastro e registros impede o diagnóstico exato da causa de modo que em sequência seriam elaborados projetos de engenharia, inclusive aqueles que visam a aplicação de medidas compensatórias de escoamento superficial, conforme o quadro 25, notadamente na área urbana mais consolidada, situada nas bacias hidrográficas dos córregos Borá e Canela;

- definição do ente municipal de drenagem urbana, responsável pela gestão de informações hidrológicas e da infraestrutura física, planejamento, operação e manutenção. Um estudo específico seria feito com a finalidade de aproveitamento e adequação dos recursos físicos e técnicos já existentes. A experiência já acumulada pela atual estrutura é base para avançar e aprimorar a gestão do serviço público de drenagem urbana;
- articulação com operadores e concessionárias das rodovias e ferrovia que atravessam a área urbana, verificando as atuais condições operacionais e de manutenção. Importante obter o cadastro dessas travessias e bueiros, visando determinar efetivamente sua capacidade hidráulica, definindo intervenções posteriores pelos responsáveis pelas rodovias e ferrovias.

As ações emergenciais estruturais relativas à macrodrenagem se iniciam pelo cadastramento das atuais estruturas hidráulicas de macrodrenagem, bem como

a criação de um banco de dados onde constassem inclusive os atuais projetos em execução é outra ação imediata para a macrodrenagem. Com essas informações, é possível verificar se a sua capacidade hidráulica é adequada às vazões aqui calculadas nos exutórios das sub-bacias definidas ou em outras seções de interesse. A partir dessas verificações, seriam elaborados projetos de engenharia.

Ainda quanto à macrodrenagem, tendo em vista as inundações de áreas urbanas consolidadas junto ao rio Preto, também são propostas medidas não estruturais, como a implantação de um sistema de alerta mesmo que inicial e limitado, visando acompanhar a evolução de cheias dos principais cursos d'água urbanos, notadamente os contribuintes pela margem esquerda do rio Preto, como o córrego Canela e o Borá. Informações disponibilizadas no sítio do PCJ, p.ex., mostram em tempo real os eventos hidrológicos da bacia, o que seria adequado para o rio Preto, mas é necessário ter um sistema de réguas automatizado que possibilite acompanhar o caminhamento da onda de cheia.

Um ente municipal dedicado à drenagem urbana também teria a função de acompanhar em tempo real essas informações disponibilizadas de forma a tomar medidas preventivas. O registro dos dados dos postos pluviométricos das principais bacias urbanas também contribuiria para o alerta da população situada a jusante nas áreas mais baixas, pois ao medir determinada altura pluviométrica, o município já iria acompanhando o aumento de riscos e acionaria preventivamente a Defesa Civil para atuar nos pontos críticos já pré-determinados.

O acompanhamento do deslocamento de frentes frias ou de grandes massas de nuvens também é possível por meio do radar meteorológico do DAEE. Essas informações também ficariam disponibilizadas desde que a prefeitura fizesse um convênio de colaboração com o DAEE. Assim, seria possível saber

com alguma antecedência a probabilidade de ocorrência de chuvas excepcionais em sub-bacias do rio Preto, cujos cursos d'água atravessam a área urbana.

7.2. Ações em Curto Prazo (até 2020)

Para as ações de curto prazo estabeleceu-se um misto entre medidas corretivas e preventivas, sendo as seguintes:

- **Microdrenagem:** avanço no cadastro, diagnóstico e projeto executivo. Implantação da rede nos locais apontados pelo projeto executivo, conforme etapas e prioridades. Definição e aplicação de técnicas compensatórias de drenagem urbana. Estabelecimento de programa municipal de limpeza e manutenção, e sua implantação.

- **Macro-drenagem:** levantamento topográfico e batimétrico das canalizações e travessias existentes e dos rios da área urbana, diagnóstico com verificação das suas capacidades reais de escoamento, recuperação e limpeza. Urbanização de cursos d'água, regularizando suas seções e o espaço urbano no seu entorno, procurando sempre que possível realocar a população de locais mais críticos perante a inundação. Construção de bacias de retenção de cheias a montante da área urbana nas bacias dos córregos Borá e Canela, além de outros possíveis como o dos Macacos. Não permitir a ocupação por parte da população de áreas críticas como várzeas. Proposição de um parque linear e seus afluentes na área urbana do rio Preto, além das existentes. Consolidação do programa municipal de alerta perante inundações com participação da Defesa Civil.

- Ente municipal de drenagem: implantação e entrada em operação com abrangência municipal, cuidando inclusive de estradas vicinais, importantes eixos de expansão urbana. De acordo com a lei federal 11.445/07, esse ente cuidaria do planejamento, gestão de informações e dados, construção, operação e manutenção. A fiscalização e a regulação da prestação desses serviços seriam feitas por meio de um órgão a ser definido, pois essas ações ainda são pouco definidas para a drenagem urbana no país. Uma agência regional teria maior alcance em relação a uma exclusivamente municipal, inclusive pela diminuição dos seus custos de funcionamento.

- Implantação de fonte de receita para a drenagem urbana, gerida pelo ente municipal. Já existe em município brasileiro a cobrança pelo serviço de drenagem urbana por meio de uma taxa em geral diretamente proporcional ao grau de impermeabilização do lote urbano. Essa taxa é reduzida se um lote, p.ex., adotar medidas mitigadoras de redução de escoamento superficial, caso das piscininhas, conforme a lei municipal 10.290/08, ou outras conforme o quadro 25. Essa implantação seria efetuada por meio de estudo contratado e dirigido pelo ente municipal de drenagem urbana.

- Revisão da lei municipal 10.290/08 para aprimorar seus efeitos, ampliando sua ação às mais variadas situações de drenagem urbana encontradas no município de São José do Rio Preto. Essa revisão passa por instâncias de participação social, conforme prevê a lei 11.445/07 e mesmo a referida lei municipal no seu Artigo 4º, parágrafo 2º que define que a mesma será acompanhada e fiscalizada por um núcleo permanente de gestão, composto por representantes de várias secretarias municipais, sindicatos, órgãos estaduais, entre outros.

7.3. Ações em Médio Prazo (2021 a 2030)

Em médio prazo, coincidindo com a Lei 11.445/07 que determina a revisão dos Planos a cada quatro anos, o Plano Municipal de Saneamento será atualizado. No caso da drenagem, a revisão do plano contará com informações mais consistentes e consolidadas, tendo em vista que a infraestrutura de macro e microdrenagem já contará com registros de eventos, ação esta executada previamente, durante as ações de curto prazo (2010 a 2014).

Para este período as ações são as seguintes:

- Micro e macrodrenagem: elaborar o novo Plano Municipal de Drenagem Urbana levando em conta os dados coletados nos moldes dos registros aqui propostos.
- Microdrenagem: implantação da rede nos locais apontados pelo projeto executivo conforme etapas e prioridades. Ampliação da cobertura para atender o crescimento vegetativo. Revisão em função das novas proposições ou revisões do plano de drenagem urbana.
- Macrodrenagem: implantação das medidas não-estruturais. Acompanhamento do regime hidrológico por meio de registros de vazão, altura pluviométrica, etc.. Revisão em função das novas proposições do plano de drenagem urbana. Construção de bacias de retenção de cheias a montante da área urbana. Limpeza e desassoreamento dos lagos existentes na área urbana e criação de procedimentos de gestão. Manutenção de parque linear ao longo das várzeas e fiscalização para não permitir sua ocupação. Avanço na consolidação do programa municipal de alerta em colaboração com a defesa civil por meio de

coletas de dados e estabelecimento de rotinas emergenciais cada vez mais elaboradas.

- Ente municipal de drenagem urbana: consolidação e aprimoramento das suas ações.

As ações nesse período teriam um caráter preventivo já bem mais acentuado, pois a correção principal já se efetuaria no anterior. As medidas corretivas aconteceriam em pontos mais localizados, corrigindo alguns problemas singulares e não disseminados.

7.4. Ações de Longo Prazo (2031 a 2044)

As ações de longo prazo caracterizar-se-iam basicamente por serem preventivas, logo resultado de planejamento. São as seguintes:

- Micro e macrodrenagem: elaborar ou revisar o Plano Municipal de Drenagem Urbana em vigor com a periodicidade de quatro anos, levando em conta os dados coletados nos registros, expansão urbana, realidade operacional e capacidade efetiva das estruturas hidráulicas, entre outros pontos.
- Microdrenagem: implantação da rede nos locais apontados pelo projeto executivo conforme etapas e prioridades, caso necessário. Ampliação da cobertura para atender o crescimento vegetativo.
- Macrodrenagem: manutenção das medidas não-estruturais apontadas e manutenção de parque linear ao longo das várzeas. Proibição da ocupação de várzeas. Consolidação do programa municipal de alerta em colaboração com a defesa civil por meio de coletas de dados e

estabelecimento de rotinas emergenciais cada vez mais elaboradas, contando com equipamentos automatizados e veículos de apoio.

- Ente municipal de drenagem urbana: consolidação e aprimoramento das suas ações.

7.5. Ações Municipais

As proposições deste plano não se limitam a ações e empreendimentos, mas também procedimentos e planejamento que visam evitar a repetição de problemas do passado, como a ocupação de várzeas. A condição ideal de uso do solo numa área urbana seria aquela em que as várzeas não fossem ocupadas, devido as suas características de inundação periódica. Para essas áreas, um parque linear é a solução recomendada, pois além de ser uma área de lazer para a população de Rio Preto, também contribuiria para manter o clima ameno.

É possível a proposição de intervenções estruturais, como as canalizações projetadas no trecho urbano nas regiões onde as margens dos cursos d'água estejam ocupadas e consolidadas. No entanto, mais eficiente para o futuro é priorizar a adoção de medidas preventivas não-estruturais, como a não ocupação das planícies aluvionais. Atualmente, no próprio perímetro urbano de Rio Preto, existem terrenos mais favoráveis, não sujeitos às inundações periódicas como as várzeas.

A municipalidade, dentro da sua atribuição, buscaria o controle da ocupação na várzea dos córregos, leito maior e submetido periodicamente à inundação, bem como evitar a excessiva impermeabilização que causa um excedente de escoamento superficial. Trata-se de medidas preventivas que evitam

problemas futuros de inundação, principalmente quanto às várzeas do rio Preto onde ainda não foram ocupadas, a grande maioria de sua área no município.

A manutenção ou acréscimo limitado do grau de impermeabilização do solo, também seria recomendável, pois evitaria o escoamento superficial e favoreceria a recarga do aquífero freático. Do contrário, com a impermeabilização do solo, há aumento do escoamento superficial, que chegaria mais rapidamente à rede hídrica, aumentando a frequência de cheia e possibilidade de inundações. Observe-se que a área urbana alta de Rio Preto tende a contribuir cada vez com mais vazão para baixo caso não se controle a impermeabilização ou se adotem técnicas compensatórias.

Uma medida é aumentar a fiscalização na forma do uso e ocupação do solo, bem como da taxa de ocupação dos imóveis, com impermeabilização excessiva. Isso seria solucionado por meio da associação entre os instrumentos de planejamento urbano e a drenagem. A elaboração do Plano Municipal de Drenagem Urbana, integrando a micro e a macrodrenagem, contemplando proposição de zoneamento e suas restrições apoiam a tarefa de controle e fiscalização da evolução urbana. O planejamento e restrições de uso reduzem a probabilidade de ocorrências de inundação em função do controle do aumento da vazão do escoamento superficial, já que se evitará a impermeabilização excessiva.

Existem experiências consolidadas em outros países que cobram uma taxa de drenagem urbana diretamente proporcional ao grau de impermeabilização de um lote e da existência de medidas compensatórias de drenagem para diminuir o escoamento superficial. O montante arrecadado mantém os serviços urbanos de drenagem, bem como a estrutura municipal de gestão.

Outra possibilidade é a adoção de preventivas e compensatórias nos novos empreendimentos como loteamentos ou indústrias que se instalem no município. Esses empreendimentos em geral causam aumento do escoamento superficial, provocando ao menos potencialmente aumento de vazão de águas pluviais para jusante. Os empreendedores teriam que adotar técnicas compensatórias que reduzissem esse acréscimo de vazão, pois caso não o façam, acaba sendo a prefeitura que a responsável, absorvendo esse custo causado por terceiros. A legislação municipal deveria prever esse tipo de empreendimento, inclusive o contemplando nos condicionantes do Plano Diretor Municipal.

O Plano Diretor Municipal e suas proposições precisam levar em conta os pontos aqui colocados que visam uma gestão mais apurada das águas pluviais urbanas. É possível propor adensamento urbano sem o aumento significativo da taxa de impermeabilização ou do volume do escoamento superficial, desde que sejam adotadas as mencionadas técnicas compensatórias de drenagem.

Cabe, enfim, ao município zelar pela não ocupação de áreas potencialmente inundáveis como as várzeas, evitar a impermeabilização desnecessária, implantar técnicas compensatórias de drenagem urbana, como valas de infiltração, “piscininhas” e principalmente cuidar da microdrenagem. É possível também propor urbanizações que levem à alteração de leito de curso d’água existente ou mesmo projetar canalizações, mas seriam mais próximas à exceção que a regra. Seria pela prevenção por meio da não ocupação de várzeas e implantação de técnicas compensatórias que a ação do município seria principalmente pautada, evitando sempre que possível as canalizações, as quais seriam propostas somente para situações muito críticas em áreas urbanas consolidadas sem espaço.

8. ESTIMATIVA DE CUSTOS DAS ALTERNATIVAS

O Plano Municipal de Saneamento Ambiental contempla os quatro setores: abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos por meio da limpeza pública e a drenagem urbana. Entre esses, mesmo em nível nacional, é a drenagem urbana que dispõe de menos informações consolidadas, mostrando as carências dessa infraestrutura tão essencial para a manutenção do ambiente urbano salubre. Apesar da sua importância, a drenagem não vem recebendo ao longo dos anos a devida atenção, exceto nos momentos de precipitações intensas que ocasionam inundações.

A falta de informação sobre drenagem se origina nos municípios, pois raros são os que possuem cadastro das estruturas hidráulicas que a compõem. Mesmo sendo divididas em micro e macrodrenagem, ambas em geral carecem de informações cadastrais, sendo este o motivo que se prevê o levantamento topográfico cadastral. Esse é um fato histórico das ocupações urbanas no país. Conseqüentemente, uma das primeiras atividades previstas em qualquer plano é efetuar cadastro do que existe que tem um custo, aos quais se seguem outros, sempre com o objetivo de universalizar a prestação do serviço de drenagem urbana.

Os custos estimados referem-se à micro e à macrodrenagem. Foram obtidos por tipologia de medidas estruturais, a partir de projetos existentes. Dentre os consultados, destacam-se os Planos Diretores de Drenagem de outros municípios, onde várias tipologias de intervenções estruturais foram encontradas. Fontes bibliográficas e outros projetos de micro e macrodrenagem foram ainda consultados desde que compatíveis com as condições locais.

Os custos de microdrenagem foram determinados por unidade de área considerada, pois a falta de cadastro da rede atual impede a verificação quanto a sua capacidade de modo que se propôs a implantação em toda a mancha urbana. Assim, se obtêm o custo máximo, o qual seria reduzido na medida em que o cadastro de bocas-de-lobo, poços-de-visita e galerias fosse efetuado, possibilitando a verificação das suas condições operacionais efetivas. A partir do cadastro se verifica a necessidade de alterações, como por exemplo, aumento da cobertura do sistema atual para universalização do atendimento, a implantação de mais estruturas hidráulicas em razão da deficiência do atendimento ou pela existência de pontos de inundação, etc.

Na composição de custos de unidades como bocas-de-lobo, poços-de-visita e galerias, estão incluídos materiais como tubos de concreto, equipamentos, movimento de terra, métodos construtivos e mão-de-obra, entre outros itens. Procurou-se apropriar todos os itens que compõem a construção das unidades da microdrenagem.

No caso da macrodrenagem, são colocados os custos médios de manutenção, que incluem ações de desassoreamento e limpeza das canalizações, manutenção e conservação dos gramados em áreas planas e de talude. Foram ainda levantados os investimentos para recomposição de mata ciliar.

Como alternativa em macrodrenagem e a título de comparação, verifica-se que, em geral, custa menos realocar moradias e restituir as várzeas do que construir grandes obras de canalização em concreto ou barramentos em áreas urbanas consolidadas.

8.1 Custos envolvidos na implantação

Os custos consideram os métodos construtivos e materiais, todos na modalidade convencional. Foram consideradas várias fontes como a tabela da Prefeitura Municipal de São Paulo – PMSP (setembro/2013), a tabela SINAPI (março/2014) e os Preços Referenciais SABESP (fevereiro/2013). Para eventualmente atualizar algum custo não contemplado por esses instrumentos, efetuou-se consulta à Tabela de Composição de Preços e Orçamentos – TCPO 13ª Edição - PINI. De forma a ajustar todos os dados para uma mesma data de referência, alguns custos foram atualizados pelo Índice Nacional da Construção – INCC da Fundação Getúlio Vargas. Sendo assim os custos utilizados para a estimativa são referentes a março de 2014.

8.1.1 Microdrenagem

Na consideração dos custos da microdrenagem, as seguintes variáveis foram contempladas:

- Área Urbana do Município: onde a urbanização se mostra consolidada, com arruamentos definidos, boa parte já pavimentada etc. A base cartográfica fornecida pelo município com a delimitação do perímetro urbano foi utilizada como referência.

- Tipo de Relevo: definido em função das unidades geomorfológicas observadas e para efeito de estimativa de serviço de microdrenagem prestado de acordo com padrão que garanta o benefício da população. As áreas urbanas dividem-se basicamente em três categorias de relevo: serra, superfície ondulada com pequenas planícies aluvionais ou mesmo ausência destas; plano, característica marcante das áreas urbanas situadas nas planícies

litorâneas e misto, onde não há predominância clara nem de superfície ondulada, constituída por morrotes e nem de planícies aluvionais. Essas feições são importantes, porque condicionam a estrutura pela qual o serviço de microdrenagem é prestado. Por exemplo, no relevo plano, a quantidade de bocas-de-lobo é maior, porque a velocidade de escoamento é menor, logo também mais galerias e poços-de-visita são encontrados. Como referência, foi adotada a diretriz da Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro, indicando 4 bocas-de-lobo por quadra, aqui adotada com área igual a 1,0 ha. Para os municípios com relevo ondulado, adota-se uma boca-de-lobo por quadra e para o misto, duas. Assim, proporcionalmente se obtém o comprimento médio de galeria e respectivos poços-de-visita.

Em suma, o quadro 27 apresenta os critérios adotados para o investimento em microdrenagem:

Quadro 27 Critérios adotados para o investimento em microdrenagem.

Parâmetros de Investimento	Custos*		Perfil Topográfico			Observação
			Ondulado	Misto	Plano	
Construção de Boca de Lobo dupla	R\$ 1.953,00	/un	1	2	4	un/ha
Construção de Galerias - Diâmetro variável	R\$ 346,00	/m	35	55	75	m/ha
Construção de Poços de Visita	R\$ 3.247,00	/un	1	1	1	un/100 m de galeria
Construção de sarjeta em concreto	R\$ 33,00	/m	400	400	400	m/ha

Fonte: *PMSP, 2013; SINAPI, 2014, PINI, 2010 – valores corrigidos para março/2014.

A estimativa e levantamento de custos consideraram uma ponderação para obter o valor médio aproximado que representasse as condições gerais apresentadas nas urbanizações no tocante à implantação de microdrenagem (boca-de-lobo, galeria e poço-de-visita), tanto nas especificações de diâmetros de tubos e sua proporcionalidade. Foram considerados tubos de 300, 400, 500,

600, 800, 1000, 1200 e 1500 mm, e poços-de-visita e bocas-de-lobo. Mesmo que as dimensões de projeto no futuro não contemplem todos esses diâmetros, o custo unitário vale em termos de valores médios, pois estão incluídos os materiais básicos, os serviços de implantação e a mão de obra para obras de microdrenagem.

Para os projetos estimou-se um custo de 3% do valor da obra.

O custo de realização do cadastro das estruturas existentes foi estimado em função do perfil topográfico. O serviço compreende o cadastro e amarração de boca de lobo, poço de visita e galeria e levantamento de sarjetas.

O custo médio por unidade de área é igual a R\$ 1.084,00 (um mil e oitenta e quatro reais) por hectare no perfil ondulado; R\$ 1.155,00 (um mil cento e cinquenta e cinco reais) por hectare no perfil misto e R\$ 1.258,00 (um mil duzentos e cinquenta e oito reais) por hectare no perfil plano.

Além dos custos de cadastro e investimento na implantação de infraestrutura de drenagem, também foram realizadas estimativas de valores referentes à manutenção, operação e gestão do sistema. Os custos unitários de manutenção e operação, que incluem reforma e limpeza das unidades são apresentados no Quadro 28. Já os parâmetros adotados para estimar os custos de gestão do serviço de microdrenagem urbana pelo município, apoiado por serviços de consultoria de terceiros são apresentados no Quadro 29.

Quadro 28 Parâmetros e custos de manutenção e operação.

Parâmetros de Manutenção	Custo		Perfil Topográfico			Observação
			Ondulado	Misto	Plano	
Reforma de Boca de Lobo dupla	R\$ 544,00	/un	20%	20%	20%	reformada/ano
Reforma de Galerias	R\$ 104,00	/m	5%	5%	5%	reformada/ano

Parâmetros de Manutenção	Custo		Perfil Topográfico			Observação
			Ondulado	Misto	Plano	
Reforma de Poços de Visita	R\$ 974,00	/un	5%	5%	5%	reformado/ano
Reforma de sarjeta e sarjetão	R\$ 10,00	/m	1%	1%	1%	reformada/ano
Limpeza do Sistema*	R\$ 56,00	/m ³	2	4	6	m ³ /ano

Nota: *Considerando a limpeza das bocas de lobo a cada três meses.

Quadro 29 Parâmetros e custos de gestão do serviço de microdrenagem urbana.

Parâmetros de Gestão	Custo		Área (hectares)				hectares
			0<150	150<300	300<400	>400	
Pessoal Próprio (Engenheiro Pleno)	R\$ 120,00	hora c/ Enc.	40	80	120	160	horas/mês
Serviços de Terceiros/Consultorias	R\$ 289,00	hora HH	160	320	480	480	horas/ano

A área urbana de São José do Rio Preto foi classificada com um relevo do tipo misto, de forma que se estima a necessidade por hectare de 2 bocas-de-lobo, 55 m de galeria e 1 poço-de-visita.

Com base nestas considerações e na área urbana do município de 13.450,07 ha, obtida pelos mapeamentos aqui efetuados, foram realizadas as estimativas para a implantação da microdrenagem, ao longo do horizonte de planejamento de 30 anos. Como não existe cadastro das estruturas de drenagem não é possível avaliar a quantidade real de unidades, além de sua eficiência e eficácia. Desta forma, estimou-se que o município disponha de 10% das unidades necessárias, operando de acordo com os critérios técnicos. A medida que o cadastro for efetuado e avaliada a eficiência e eficácia dos dispositivos existentes deverá ser realizado novo estudo de demanda.

De imediato prevê-se a realização do cadastro e do projeto das unidades necessárias para a universalização do serviço. Quanto a execução das obras

para universalização foram elaborados dois Cenários. O primeiro tem como meta a universalização da infraestrutura até o ano de 2020, ou seja, no curto prazo; já no segundo a meta é de universalizar até 2030 (médio prazo). O que determina a escolha do primeiro ou do segundo cenário é a disponibilidade de recursos para a execução das obras.

Além das obras para universalização do serviço de drenagem, o presente plano também prevê a implantação da infraestrutura para acompanhar a expansão urbana do município ao longo do horizonte de planejamento.

Quanto a manutenção e operação do sistema são previstos os custos ano a ano para a realização das reformas, limpezas e para o controle operacional.

A demanda pelo serviço de microdrenagem e a estimativa de investimento para os Cenários 1 e 2 são apresentadas nos quadros a seguir.

Quadro 30 Demandas da microdrenagem – Cenário 1.

Prazo	Ano	CARACTERÍSTICA				ESTIMATIVA INFR. EXIST.			DEMANDA												
		Pop. Urbana	Densidade pop. (hab/ha)	Taxa de adensamento	Área urbana selec. (ha)	Bocas de lobo (und)	Galeria (m)	Poço de visita (und)	Bocas de lobo (und)			Galeria de águas pluviais (m)			Poços de visita (und)			Formação de resíduo (m³)			
									Universalizar	Expansão	Reforma	Universalizar	Expansão	Reforma	Universalizar	Expansão	Reforma				
Imediato	2015	423.125	9,451	1,014	13.450,07	2.690	73.975	740													10.760
	2016	430.205	9,582	1,014	13.636,65																
Curto	2017	437.040	9,715	1,014	13.825,82				6.146	378	921	169.010	10.404	12.669	1.690	104	127				36.857
	2018	443.613	9,850	1,014	14.017,62				6.146	384	1.574	169.010	10.549	21.647	1.690	105	216				62.974
	2019	449.909	9,987	1,014	14.212,07				6.146	389	2.228	169.010	10.695	30.633	1.690	107	306				89.113
	2020	455.910	10,125	1,014	14.409,23				6.146	394	2.882	169.010	10.843	39.625	1.690	108	396				115.274
	2021	461.697	10,266	1,014	14.609,11					400	2.922		10.994	40.175		110	402				116.873
Médio	2022	467.259	10,408	1,014	14.811,77					405	2.962		11.146	40.732		111	407				118.494
	2023	472.729	10,552	1,014	15.017,22					411	3.003		11.301	41.297		113	413				120.138
	2024	477.957	10,699	1,014	15.225,57					417	3.045		11.458	41.870		115	419				121.805
	2025	482.931	10,847	1,014	15.436,78					422	3.087		11.617	42.451		116	425				123.494
	2026	487.280	10,998	1,014	15.650,92					428	3.130		11.778	43.040		118	430				125.207
	2027	491.378	11,150	1,014	15.868,03					434	3.174		11.941	43.637		119	436				126.944
	2028	495.214	11,305	1,014	16.088,16					440	3.218		12.107	44.242		121	442				128.705
	2029	498.785	11,462	1,014	16.311,34					446	3.262		12.275	44.856		123	449				130.491
	2030	502.079	11,621	1,014	16.537,61					453	3.308		12.445	45.478		124	455				132.301
	2031	505.189	11,782	1,014	16.767,02					459	3.353		12.618	46.109		126	461				134.136
Longo	2032	508.111	11,945	1,014	16.999,62					465	3.400	META	12.793	46.749		128	467				135.997
	2033	511.091	12,111	1,014	17.235,44					472	3.447		12.970	47.397		130	474				137.884
	2034	513.877	12,279	1,014	17.474,53					478	3.495		13.150	48.055		132	481				139.796
	2035	516.464	12,450	1,014	17.716,94					485	3.543		13.333	48.722		133	487				141.736
	2036	518.850	12,622	1,014	17.962,72					492	3.593		13.518	49.397		135	494				143.702
	2037	521.031	12,797	1,014	18.211,90					498	3.642		13.705	50.083		137	501				145.695
	2038	523.005	12,975	1,014	18.464,54					505	3.693		13.895	50.777		139	508				147.716
	2039	524.768	13,155	1,014	18.720,68					512	3.744		14.088	51.482		141	515				149.765
	2040	526.318	13,337	1,014	18.980,38					519	3.796		14.283	52.196		143	522				151.843
	2041	527.718	13,522	1,014	19.243,68					527	3.849		14.481	52.920		145	529				153.949
	2042	528.966	13,710	1,014	19.510,63					534	3.902		14.682	53.654		147	537				156.085
	2043	530.061	13,900	1,014	19.781,28					541	3.956		14.886	54.399		149	544				158.250
	2044	531.158	14,093	1,014	20.055,69					549	4.011		15.093	55.153		151	552				160.446

Quadro 31 – Estimativa dos investimentos para a microdrenagem – Cenário 1.

Prazo	Ano	INVESTIMENTO NO SISTEMA								DESPESAS OPERACIONAIS					CONTROLE DA OPERAÇÃO		TOTAL DE DESPESAS			
		Cadastro (R\$)	Projeto (R\$)	Bocas de lobo (R\$)		Galeria de águas pluviais (R\$)		Poços de visita (R\$)		Reforma de sarjeta e sarjetão	Reforma de boca de lobo	Reforma de galeria	Reforma de poço de visita	Limpeza do sistema	Pessoal próprio	Serviços de terceiros	INVESTIMENTO (R\$)	OPERAÇÃO (R\$)	CONTROLE (R\$)	TOTAL GERAL DESPESAS (R\$)
				Universalizar	Expansão	Universalizar	Expansão	Universalizar	Expansão											
Imediato	2015	7.768.000,00	4.559.000,00										585.000,00	231.000,00	139.000,00	12.327.000,00	585.000,00	370.000,00	13.282.000,00	
	2016	7.768.000,00	4.559.000,00										585.000,00	231.000,00	139.000,00	12.327.000,00	585.000,00	370.000,00	13.282.000,00	
Curto	2017		574.000,00	12.003.000,00	739.000,00	58.478.000,00	3.600.000,00	5.488.000,00	338.000,00	554.000,00	490.000,00	1.286.000,00	121.000,00	2.004.000,00	231.000,00	139.000,00	81.220.000,00	4.455.000,00	370.000,00	86.045.000,00
	2018			12.003.000,00	750.000,00	58.478.000,00	3.650.000,00	5.488.000,00	343.000,00	561.000,00	837.000,00	2.196.000,00	207.000,00	3.424.000,00	231.000,00	139.000,00	80.712.000,00	7.225.000,00	370.000,00	88.307.000,00
	2019			12.003.000,00	760.000,00	58.478.000,00	3.701.000,00	5.488.000,00	348.000,00	569.000,00	1.184.000,00	3.108.000,00	292.000,00	4.845.000,00	231.000,00	139.000,00	80.778.000,00	9.998.000,00	370.000,00	91.146.000,00
	2020			12.003.000,00	771.000,00	58.478.000,00	3.752.000,00	5.488.000,00	353.000,00	577.000,00	1.532.000,00	4.020.000,00	378.000,00	6.267.000,00	231.000,00	139.000,00	80.845.000,00	12.774.000,00	370.000,00	93.989.000,00
Médio	2021		1.579.000,00		781.000,00		3.804.000,00		357.000,00	585.000,00	1.553.000,00	4.076.000,00	383.000,00	6.354.000,00	231.000,00	139.000,00	6.521.000,00	12.951.000,00	370.000,00	19.842.000,00
	2022				792.000,00		3.857.000,00		362.000,00	593.000,00	1.575.000,00	4.132.000,00	389.000,00	6.442.000,00	231.000,00	139.000,00	5.011.000,00	13.131.000,00	370.000,00	18.512.000,00
	2023				803.000,00		3.911.000,00		367.000,00	601.000,00	1.596.000,00	4.190.000,00	394.000,00	6.531.000,00	231.000,00	139.000,00	5.081.000,00	13.312.000,00	370.000,00	18.763.000,00
	2024				814.000,00		3.965.000,00		373.000,00	610.000,00	1.619.000,00	4.248.000,00	400.000,00	6.622.000,00	231.000,00	139.000,00	5.152.000,00	13.499.000,00	370.000,00	19.021.000,00
	2025				825.000,00		4.020.000,00		378.000,00	618.000,00	1.641.000,00	4.307.000,00	405.000,00	6.714.000,00	231.000,00	139.000,00	5.223.000,00	13.685.000,00	370.000,00	19.278.000,00
	2026				837.000,00		4.076.000,00		383.000,00	627.000,00	1.664.000,00	4.366.000,00	411.000,00	6.807.000,00	231.000,00	139.000,00	5.296.000,00	13.875.000,00	370.000,00	19.541.000,00
	2027				849.000,00		4.132.000,00		388.000,00	635.000,00	1.687.000,00	4.427.000,00	416.000,00	6.901.000,00	231.000,00	139.000,00	5.369.000,00	14.066.000,00	370.000,00	19.805.000,00
	2028				860.000,00		4.189.000,00		394.000,00	644.000,00	1.710.000,00	4.488.000,00	422.000,00	6.997.000,00	231.000,00	139.000,00	5.443.000,00	14.261.000,00	370.000,00	20.074.000,00
	2029				872.000,00		4.248.000,00		399.000,00	653.000,00	1.734.000,00	4.551.000,00	428.000,00	7.094.000,00	231.000,00	139.000,00	5.519.000,00	14.460.000,00	370.000,00	20.349.000,00
	2030				884.000,00		4.306.000,00		405.000,00	662.000,00	1.758.000,00	4.614.000,00	434.000,00	7.192.000,00	231.000,00	139.000,00	5.595.000,00	14.660.000,00	370.000,00	20.625.000,00
Longo	2031		2.610.000,00		897.000,00		4.366.000,00		410.000,00	671.000,00	1.782.000,00	4.678.000,00	440.000,00	7.292.000,00	231.000,00	139.000,00	8.283.000,00	14.863.000,00	370.000,00	23.516.000,00
	2032				909.000,00		4.427.000,00		416.000,00	680.000,00	1.807.000,00	4.743.000,00	446.000,00	7.393.000,00	231.000,00	139.000,00	5.752.000,00	15.069.000,00	370.000,00	21.191.000,00
	2033				922.000,00		4.488.000,00		422.000,00	690.000,00	1.832.000,00	4.808.000,00	452.000,00	7.496.000,00	231.000,00	139.000,00	5.832.000,00	15.278.000,00	370.000,00	21.480.000,00
	2034				934.000,00		4.550.000,00		427.000,00	699.000,00	1.858.000,00	4.875.000,00	458.000,00	7.600.000,00	231.000,00	139.000,00	5.911.000,00	15.490.000,00	370.000,00	21.771.000,00
	2035				947.000,00		4.614.000,00		433.000,00	709.000,00	1.883.000,00	4.943.000,00	465.000,00	7.705.000,00	231.000,00	139.000,00	5.994.000,00	15.705.000,00	370.000,00	22.069.000,00
	2036				960.000,00		4.678.000,00		439.000,00	719.000,00	1.909.000,00	5.011.000,00	471.000,00	7.812.000,00	231.000,00	139.000,00	6.077.000,00	15.922.000,00	370.000,00	22.369.000,00
	2037				974.000,00		4.742.000,00		446.000,00	729.000,00	1.936.000,00	5.081.000,00	478.000,00	7.920.000,00	231.000,00	139.000,00	6.162.000,00	16.144.000,00	370.000,00	22.676.000,00
	2038				987.000,00		4.808.000,00		452.000,00	739.000,00	1.963.000,00	5.151.000,00	484.000,00	8.030.000,00	231.000,00	139.000,00	6.247.000,00	16.367.000,00	370.000,00	22.984.000,00
	2039				1.001.000,00		4.875.000,00		458.000,00	749.000,00	1.990.000,00	5.223.000,00	491.000,00	8.142.000,00	231.000,00	139.000,00	6.334.000,00	16.595.000,00	370.000,00	23.299.000,00
	2040				1.015.000,00		4.943.000,00		464.000,00	760.000,00	2.018.000,00	5.295.000,00	498.000,00	8.255.000,00	231.000,00	139.000,00	6.422.000,00	16.826.000,00	370.000,00	23.618.000,00
	2041				1.029.000,00		5.011.000,00		471.000,00	770.000,00	2.046.000,00	5.369.000,00	505.000,00	8.369.000,00	231.000,00	139.000,00	6.511.000,00	17.059.000,00	370.000,00	23.940.000,00
	2042				1.043.000,00		5.081.000,00		477.000,00	781.000,00	2.074.000,00	5.443.000,00	512.000,00	8.485.000,00	231.000,00	139.000,00	6.601.000,00	17.295.000,00	370.000,00	24.266.000,00
	2043				1.058.000,00		5.151.000,00		484.000,00	792.000,00	2.103.000,00	5.519.000,00	519.000,00	8.603.000,00	231.000,00	139.000,00	6.693.000,00	17.536.000,00	370.000,00	24.599.000,00
	2044				1.072.000,00		5.223.000,00		491.000,00	803.000,00	2.132.000,00	5.595.000,00	526.000,00	8.722.000,00	231.000,00	139.000,00	6.786.000,00	17.778.000,00	370.000,00	24.934.000,00

Quadro 32 Demandas da microdrenagem – Cenário 2.

Prazo	Ano	CARACTERÍSTICA				ESTIMATIVA INFR. EXIST.			DEMANDA														
		Pop. Urbana	Densidade pop. (hab/ha)	Taxa de adensamento	Área urbana selec. (ha)	Bocas de lobo (und)	Galeria (m)	Poço de visita (und)	Bocas de lobo (und)			Galeria de águas pluviais (m)			Poços de visita (und)			Formação de resíduo (m³)					
									Universalizar	Expansão	Reforma	Universalizar	Expansão	Reforma	Universalizar	Expansão	Reforma						
Imediato	2015	423.125	9,451	1,014	13.450,07	2.690	73.975	740													10.760		
	2016	430.205	9,582	1,014	13.636,65																	10.760	
Curto	2017	437.040	9,715	1,014	13.825,82				1.756	378	482	48.289	10.404	6.633	483	104	66					19.297	
	2018	443.613	9,850	1,014	14.017,62				1.756	384	696	48.289	10.549	9.575	483	105	96					27.855	
	2019	449.909	9,987	1,014	14.212,07				1.756	389	911	48.289	10.695	12.524	483	107	125					36.435	
	2020	455.910	10,125	1,014	14.409,23				1.756	394	1.126	48.289	10.843	15.481	483	108	155					45.036	
	2021	461.697	10,266	1,014	14.609,11				1.756	400	1.341	48.289	10.994	18.445	483	110	184					53.659	
Médio	2022	467.259	10,408	1,014	14.811,77				1.756	405	1.558	48.289	11.146	21.417	483	111	214					62.304	
	2023	472.729	10,552	1,014	15.017,24				1.756	411	1.774	48.289	11.301	24.396	483	113	244					70.971	
	2024	477.957	10,699	1,014	15.225,57				1.756	417	1.992	48.289	11.458	27.384	483	115	274					79.662	
	2025	482.931	10,847	1,014	15.436,78				1.756	422	2.209	48.289	11.617	30.379	483	116	304					88.375	
	2026	487.280	10,998	1,014	15.650,92				1.756	428	2.428	48.289	11.778	33.382	483	118	334					97.112	
	2027	491.378	11,150	1,014	15.868,03				1.756	434	2.647	48.289	11.941	36.394	483	119	364					105.873	
	2028	495.214	11,305	1,014	16.088,16				1.756	440	2.866	48.289	12.107	39.414	483	121	394					114.658	
	2029	498.785	11,462	1,014	16.311,34				1.756	446	3.087	48.289	12.275	42.442	483	123	424					123.467	
	2030	502.079	11,621	1,014	16.537,61				1.756	453	3.308	48.289	12.445	45.478	483	124	455					132.301	
	Longo	2031	505.189	11,782	1,014	16.767,02					459	3.353		12.618	46.109		126	461					134.136
		2032	508.111	11,945	1,014	16.999,62					465	3.400		12.793	46.749		128	467					135.997
		2033	511.091	12,111	1,014	17.235,44					472	3.447		12.970	47.397		130	474					137.884
2034		513.877	12,279	1,014	17.474,53					478	3.495		13.150	48.055		132	481					139.796	
2035		516.464	12,450	1,014	17.716,94					485	3.543		13.333	48.722		133	487					141.736	
2036		518.850	12,622	1,014	17.962,72					492	3.593		13.518	49.397		135	494					143.702	
2037		521.031	12,797	1,014	18.211,90					498	3.642		13.705	50.083		137	501					145.695	
2038		523.005	12,975	1,014	18.464,54					505	3.693		13.895	50.777		139	508					147.716	
2039		524.768	13,155	1,014	18.720,68					512	3.744		14.088	51.482		141	515					149.765	
2040		526.318	13,337	1,014	18.980,38					519	3.796		14.283	52.196		143	522					151.843	
2041		527.718	13,522	1,014	19.243,68					527	3.849		14.481	52.920		145	529					153.949	
2042		528.966	13,710	1,014	19.510,63					534	3.902		14.682	53.654		147	537					156.085	
2043		530.061	13,900	1,014	19.781,28					541	3.956		14.886	54.399		149	544					158.250	
2044		531.158	14,093	1,014	20.055,69					549	4.011		15.093	55.153		151	552					160.446	

Quadro 33 Estimativa dos investimentos para a microdrenagem – Cenário 2.

Prazo	Ano	INVESTIMENTO NO SISTEMA							DESPESAS OPERACIONAIS					CONTROLE DA OPERAÇÃO		TOTAL DE DESPESAS				
		Cadastro (R\$)	Projeto (R\$)	Bocas de lobo (R\$)		Galeria de águas pluviais (R\$)		Poços de visita (R\$)		Reforma de sarjeta e sarjetão	Reforma de boca de lobo	Reforma de galeria	Reforma de poço de visita	Limpeza do sistema	Pessoal próprio	Serviços de terceiros	INVESTIMENTO (R\$)	OPERAÇÃO (R\$)	CONTROLE (R\$)	TOTAL GERAL DESPESAS (R\$)
				Universalizar	Expansão	Universalizar	Expansão	Universalizar	Expansão											
Imediato	2015	7.768.000,00	4.559.000,00										585.000,00	231.000,00	139.000,00	12.327.000,00	585.000,00	370.000,00	13.282.000,00	
	2016	7.768.000,00	4.559.000,00										585.000,00	231.000,00	139.000,00	12.327.000,00	585.000,00	370.000,00	13.282.000,00	
Curto	2017		574.000,00	3.430.000,00	739.000,00	16.708.000,00	3.600.000,00	1.568.000,00	338.000,00	554.000,00	257.000,00	673.000,00	64.000,00	1.049.000,00	231.000,00	139.000,00	26.957.000,00	2.597.000,00	370.000,00	29.924.000,00
	2018			3.430.000,00	750.000,00	16.708.000,00	3.650.000,00	1.568.000,00	343.000,00	561.000,00	371.000,00	972.000,00	92.000,00	1.515.000,00	231.000,00	139.000,00	26.449.000,00	3.511.000,00	370.000,00	30.330.000,00
	2019			3.430.000,00	760.000,00	16.708.000,00	3.701.000,00	1.568.000,00	348.000,00	569.000,00	485.000,00	1.271.000,00	120.000,00	1.981.000,00	231.000,00	139.000,00	26.515.000,00	4.426.000,00	370.000,00	31.311.000,00
	2020			3.430.000,00	771.000,00	16.708.000,00	3.752.000,00	1.568.000,00	353.000,00	577.000,00	599.000,00	1.571.000,00	148.000,00	2.449.000,00	231.000,00	139.000,00	26.582.000,00	5.344.000,00	370.000,00	32.296.000,00
Médio	2021		1.579.000,00	3.430.000,00	781.000,00	16.708.000,00	3.804.000,00	1.568.000,00	357.000,00	585.000,00	713.000,00	1.872.000,00	176.000,00	2.917.000,00	231.000,00	139.000,00	28.227.000,00	6.263.000,00	370.000,00	34.860.000,00
	2022			3.430.000,00	792.000,00	16.708.000,00	3.857.000,00	1.568.000,00	362.000,00	593.000,00	828.000,00	2.173.000,00	205.000,00	3.387.000,00	231.000,00	139.000,00	26.717.000,00	7.186.000,00	370.000,00	34.273.000,00
	2023			3.430.000,00	803.000,00	16.708.000,00	3.911.000,00	1.568.000,00	367.000,00	601.000,00	943.000,00	2.475.000,00	233.000,00	3.859.000,00	231.000,00	139.000,00	26.787.000,00	8.111.000,00	370.000,00	35.268.000,00
	2024			3.430.000,00	814.000,00	16.708.000,00	3.965.000,00	1.568.000,00	373.000,00	610.000,00	1.059.000,00	2.778.000,00	261.000,00	4.331.000,00	231.000,00	139.000,00	26.858.000,00	9.039.000,00	370.000,00	36.267.000,00
	2025			3.430.000,00	825.000,00	16.708.000,00	4.020.000,00	1.568.000,00	378.000,00	618.000,00	1.174.000,00	3.082.000,00	290.000,00	4.805.000,00	231.000,00	139.000,00	26.929.000,00	9.969.000,00	370.000,00	37.268.000,00
	2026			3.430.000,00	837.000,00	16.708.000,00	4.076.000,00	1.568.000,00	383.000,00	627.000,00	1.291.000,00	3.387.000,00	319.000,00	5.280.000,00	231.000,00	139.000,00	27.002.000,00	10.904.000,00	370.000,00	38.276.000,00
	2027			3.430.000,00	849.000,00	16.708.000,00	4.132.000,00	1.568.000,00	388.000,00	635.000,00	1.407.000,00	3.692.000,00	347.000,00	5.756.000,00	231.000,00	139.000,00	27.075.000,00	11.837.000,00	370.000,00	39.282.000,00
	2028			3.430.000,00	860.000,00	16.708.000,00	4.189.000,00	1.568.000,00	394.000,00	644.000,00	1.524.000,00	3.999.000,00	376.000,00	6.233.000,00	231.000,00	139.000,00	27.149.000,00	12.776.000,00	370.000,00	40.295.000,00
	2029			3.430.000,00	872.000,00	16.708.000,00	4.248.000,00	1.568.000,00	399.000,00	653.000,00	1.641.000,00	4.306.000,00	405.000,00	6.712.000,00	231.000,00	139.000,00	27.225.000,00	13.717.000,00	370.000,00	41.312.000,00
	2030			3.430.000,00	884.000,00	16.708.000,00	4.306.000,00	1.568.000,00	405.000,00	662.000,00	1.758.000,00	4.614.000,00	434.000,00	7.192.000,00	231.000,00	139.000,00	27.301.000,00	14.660.000,00	370.000,00	42.331.000,00
Longo	2031		2.610.000,00		897.000,00		4.366.000,00		410.000,00	671.000,00	1.782.000,00	4.678.000,00	440.000,00	7.292.000,00	231.000,00	139.000,00	8.283.000,00	14.863.000,00	370.000,00	23.516.000,00
	2032				909.000,00		4.427.000,00		416.000,00	680.000,00	1.807.000,00	4.743.000,00	446.000,00	7.393.000,00	231.000,00	139.000,00	8.572.000,00	15.069.000,00	370.000,00	21.191.000,00
	2033				922.000,00		4.488.000,00		422.000,00	690.000,00	1.832.000,00	4.808.000,00	452.000,00	7.496.000,00	231.000,00	139.000,00	8.832.000,00	15.278.000,00	370.000,00	21.480.000,00
	2034				934.000,00		4.550.000,00		427.000,00	699.000,00	1.858.000,00	4.875.000,00	458.000,00	7.600.000,00	231.000,00	139.000,00	9.111.000,00	15.490.000,00	370.000,00	21.771.000,00
	2035				947.000,00		4.614.000,00		433.000,00	709.000,00	1.883.000,00	4.943.000,00	465.000,00	7.705.000,00	231.000,00	139.000,00	9.394.000,00	15.705.000,00	370.000,00	22.069.000,00
	2036				960.000,00		4.678.000,00		439.000,00	719.000,00	1.909.000,00	5.011.000,00	471.000,00	7.812.000,00	231.000,00	139.000,00	9.677.000,00	15.922.000,00	370.000,00	22.369.000,00
	2037				974.000,00		4.742.000,00		446.000,00	729.000,00	1.936.000,00	5.081.000,00	478.000,00	7.920.000,00	231.000,00	139.000,00	9.962.000,00	16.144.000,00	370.000,00	22.676.000,00
	2038				987.000,00		4.808.000,00		452.000,00	739.000,00	1.963.000,00	5.151.000,00	484.000,00	8.030.000,00	231.000,00	139.000,00	10.253.000,00	16.367.000,00	370.000,00	22.984.000,00
	2039				1.001.000,00		4.875.000,00		458.000,00	749.000,00	1.990.000,00	5.223.000,00	491.000,00	8.142.000,00	231.000,00	139.000,00	10.544.000,00	16.595.000,00	370.000,00	23.299.000,00
	2040				1.015.000,00		4.943.000,00		464.000,00	760.000,00	2.018.000,00	5.295.000,00	498.000,00	8.255.000,00	231.000,00	139.000,00	10.835.000,00	16.826.000,00	370.000,00	23.618.000,00
	2041				1.029.000,00		5.011.000,00		471.000,00	770.000,00	2.046.000,00	5.369.000,00	505.000,00	8.369.000,00	231.000,00	139.000,00	11.126.000,00	17.059.000,00	370.000,00	23.940.000,00
	2042				1.043.000,00		5.081.000,00		477.000,00	781.000,00	2.074.000,00	5.443.000,00	512.000,00	8.485.000,00	231.000,00	139.000,00	11.417.000,00	17.295.000,00	370.000,00	24.266.000,00
	2043				1.058.000,00		5.151.000,00		484.000,00	792.000,00	2.103.000,00	5.519.000,00	519.000,00	8.603.000,00	231.000,00	139.000,00	11.708.000,00	17.536.000,00	370.000,00	24.599.000,00
	2044				1.072.000,00		5.223.000,00		491.000,00	803.000,00	2.132.000,00	5.595.000,00	526.000,00	8.722.000,00	231.000,00	139.000,00	12.000.000,00	17.778.000,00	370.000,00	24.934.000,00

8.1.2 Macrodrenagem

Normalmente os custos da macrodenagem envolvem obras de canalização, mas para o município de São José do Rio Preto, considerando-se o emprego de técnicas compensatórias na área urbana, há a necessidade apenas da manutenção das estruturas existentes.

Desta forma, os custos referem-se prioritariamente a manutenção. Nesse Plano foram considerados os custos de desassoreamento e limpeza das canalizações, além da manutenção e conservação dos gramados em áreas planas e de talude, ao longo dos cursos d'água e represas. Nas áreas de preservação permanente classificadas com uso e ocupação do solo de área com vegetação baixa foram previstos investimentos para recomposição de mata ciliar. Os parâmetros e custos unitários de manutenção são apresentados no Quadro 34. Deve-se notar que os custos e parâmetros adotados tratam-se de estimativas para auxiliar o município na tomada de decisão.

Quadro 34 Parâmetros e custos de manutenção da macrodrenagem.

Parâmetros de Manutenção	Custo		Perfil Topográfico			Observação
			Ondulado	Misto	Plano	
Desassoreamento, limpeza e remoção de material dos canais*	R\$ 112,00	/m ³	0,20	0,30	0,50	m ³ /m/ano
Corte e manutenção do gramado em taludes	R\$ 0,50	/m ²	2	2	2	cortes/ano
Corte e manutenção do gramado em áreas planas	R\$ 0,40	/m ²	2	2	2	cortes/ano
Recomposição de mata ciliar	R\$ 6.700,00	/ha	-	-	-	-

Nota: *Considerando duas limpezas anuais.

Com base nos levantamentos de campo e análise de imagens de satélite quantificaram-se as canalizações existentes no município (Quadro 35).

Quadro 35 Canalizações de cursos d'água observados no município.

Curso D'água	Trecho canalizado	Seção	Forma	Extensão estimada (m)
Rio Preto	Da ponte da Rua São Paulo até a ponte da Rua General Glicério	Fechada	Retangular	315
Rio Preto	Da ponte da Rua General Glicério até a ponte da Av. Dr. Antonio Marques dos Santos	Aberta	Retangular	2.780
Córrego Borá	Da Av. Arthur Nonato até o desague no rio Preto	Fechada	Semi-circular	3.800
Córrego Canela	Da Rua Brasilusa até a Rua Jorge Tibiriçá	Fechada	Semi-circular	1.750
Córrego Canela	Da Rua Jorge Tibiriçá até o desague no rio Preto	Fechada	Retangular	1.050
Córrego s.d. afl. MD rio Preto	Da Av. Dr. Fernando Costa até o desague na represa do rio Preto	Aberta	Triangular	340
Córrego s.d. afl. MD córrego Canela	Da Av. Romeu Strazzi até o desague no córrego Canela	Aberta	Triangular	370
TOTAL				10.405

Para a estimativa de custo de manutenção das canalizações foi ainda considerada a extensão dos trechos em obras no córrego Bora (1.900 m) e Canela (2.080 m), a montante da Rodovia SP-310.

A estimativa de custo de formação da mata ciliar utilizou como base o estudo de Chabaribery et. al. (2007) que engloba as despesas diretas - sementes/mudas, adubos, corretivos, mão-de-obra, custo de hora-máquina, além de serviços de terceiros e empreitas, e as despesas indiretas, como depreciação de máquinas, seguro agrícola, encargos sociais, seguridade social e encargos financeiros.

Da mesma forma como realizada para a microdrenagem, a estimativa de custos considerou dois cenários. O primeiro tem como meta a recomposição da

mata ciliar até o ano de 2020, ou seja, no curto prazo; já no segundo a meta é de recompor até 2030 (médio prazo). O que determina a escolha do primeiro ou do segundo cenário é a disponibilidade de recursos para a execução da atividade.

A estimativa de investimento na macrodrenagem para os Cenários 1 e 2 são apresentadas nos quadros a seguir.

Quadro 36 Estimativa dos investimentos para a macrodrenagem – Cenário 1.

Prazo	Ano	CARACTERÍSTICA			ESTIMATIVA INFR. EXIST.			INVESTIMENTO	DESPESAS OPERACIONAIS			TOTAL DE DESPESAS		
		Pop. Urbana	Cursos d'água na área urbana (m)	Estimativa de APP desmatada (m²)	Canalizações (m)	Bacias de detenção (m²)	Parques lineares (m²)	Recomposição de mata ciliar (R\$)	Desassoreamento e limpeza das canalizações (R\$)	Manutenção do gramado nos taludes dos cursos d'água (R\$)	Manutenção do gramado em áreas planas* (R\$)	INVESTIMENTO (R\$)	OPERAÇÃO (R\$)	TOTAL GERAL DE DESPESAS
Imediato	2015	423.125	66.866	41.236.449	14.385	39.844	225.449		484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
	2016	430.205							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
Curto	2017	437.040						6.908.000,00	484.000,00	316.000,00	3.422.000	6.908.000,00	4.222.000,00	11.130.000,00
	2018	443.613						6.908.000,00	484.000,00	316.000,00	3.422.000	6.908.000,00	4.222.000,00	11.130.000,00
	2019	449.909						6.908.000,00	484.000,00	316.000,00	3.422.000	6.908.000,00	4.222.000,00	11.130.000,00
	2020	455.910						6.908.000,00	484.000,00	316.000,00	3.422.000	6.908.000,00	4.222.000,00	11.130.000,00
	2021	461.697							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
Médio	2022	467.259							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
	2023	472.729							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
	2024	477.957							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
	2025	482.931							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
	2026	487.280							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
	2027	491.378							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
	2028	495.214							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
	2029	498.785							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
	2030	502.079							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
	Longo	2031	505.189							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00
2032		508.111						META	484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
2033		511.091							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
2034		513.877							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
2035		516.464							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
2036		518.850							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
2037		521.031							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
2038		523.005							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
2039		524.768							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
2040		526.318							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
2041		527.718							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
2042		528.966							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
2043		530.061							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
2044		531.158							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00

Nota: *Na faixa marginal dos cursos d'água, bacias de detenção revestidas em grama e parques lineares.

Quadro 37 Estimativa dos investimentos para a macrodrenagem – Cenário 2.

Prazo	Ano	CARACTERÍSTICA			ESTIMATIVA INFR. EXIST.			INVESTIMENTO	DESPESAS OPERACIONAIS			TOTAL DE DESPESAS		
		Pop. Urbana	Cursos d'água na área urbana (m)	Estimativa de APP desmatada (m²)	Canalizações (m)	Bacias de detenção (m²)	Parques lineares (m²)		Recomposição de mata ciliar (R\$)	Desassoreamento e limpeza das canalizações (R\$)	Manutenção do gramado nos taludes dos cursos d'água (R\$)	Manutenção do gramado em áreas planas* (R\$)	INVESTIMENTO (R\$)	OPERAÇÃO (R\$)
Imediato	2015	423.125	66.866	41.236.449	14.385	39.844	225.449		484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
	2016	430.205							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
Curto	2017	437.040						1.974.000,00	484.000,00	316.000,00	3.422.000	1.974.000,00	4.222.000,00	6.196.000,00
	2018	443.613						1.974.000,00	484.000,00	316.000,00	3.422.000	1.974.000,00	4.222.000,00	6.196.000,00
	2019	449.909						1.974.000,00	484.000,00	316.000,00	3.422.000	1.974.000,00	4.222.000,00	6.196.000,00
	2020	455.910						1.974.000,00	484.000,00	316.000,00	3.422.000	1.974.000,00	4.222.000,00	6.196.000,00
	2021	461.697						1.974.000,00	484.000,00	316.000,00	3.422.000	1.974.000,00	4.222.000,00	6.196.000,00
Médio	2022	467.259						1.974.000,00	484.000,00	316.000,00	3.422.000	1.974.000,00	4.222.000,00	6.196.000,00
	2023	472.729						1.974.000,00	484.000,00	316.000,00	3.422.000	1.974.000,00	4.222.000,00	6.196.000,00
	2024	477.957						1.974.000,00	484.000,00	316.000,00	3.422.000	1.974.000,00	4.222.000,00	6.196.000,00
	2025	482.931						1.974.000,00	484.000,00	316.000,00	3.422.000	1.974.000,00	4.222.000,00	6.196.000,00
	2026	487.280						1.974.000,00	484.000,00	316.000,00	3.422.000	1.974.000,00	4.222.000,00	6.196.000,00
	2027	491.378						1.974.000,00	484.000,00	316.000,00	3.422.000	1.974.000,00	4.222.000,00	6.196.000,00
	2028	495.214						1.974.000,00	484.000,00	316.000,00	3.422.000	1.974.000,00	4.222.000,00	6.196.000,00
	2029	498.785						1.974.000,00	484.000,00	316.000,00	3.422.000	1.974.000,00	4.222.000,00	6.196.000,00
	2030	502.079						1.974.000,00	484.000,00	316.000,00	3.422.000	1.974.000,00	4.222.000,00	6.196.000,00
	Longo	2031	505.189							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00
2032		508.111							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
2033		511.091							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
2034		513.877							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
2035		516.464							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
2036		518.850							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
2037		521.031							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
2038		523.005							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
2039		524.768							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
2040		526.318							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
2041		527.718							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
2042		528.966							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
2043		530.061							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00
2044		531.158							484.000,00	316.000,00	3.422.000		4.222.000,00	4.222.000,00

Nota: *Na faixa marginal dos cursos d'água, bacias de detenção revestidas em grama e parques lineares.

8.2 Estudo de Sustentabilidade

A sustentabilidade econômica dos serviços de drenagem significa, por um lado, ter uma fonte segura de recursos para se deparar com os investimentos necessários, ampliando a oferta do serviço, bem como para a sua operação, manutenção e mesmo a restauração de unidades necessária ao longo do tempo. Por outro lado, as despesas dividem-se em duas: investimento e operação, incluindo a manutenção e a restauração.

As despesas correntes com o sistema de drenagem originam-se normalmente na limpeza das unidades, em geral inserida nos serviços de limpeza urbana, na recuperação dessas ou suas partes, na operação onde é necessária e na restauração da sua capacidade, caso de remoção de material sedimentado em bacias de retenção.

A fonte usual de recursos no município para a drenagem vem do orçamento, embora sejam poucos os casos onde exista uma rubrica específica na dotação orçamentária. O Imposto Predial e Territorial Urbano – IPTU constitui a fonte principal para dar frente às despesas relativas à drenagem urbana, mas se mostra insuficiente para dar conta de maiores investimentos como as obras de macrodrenagem.

Uma fonte potencial de receita para a drenagem urbana é a cobrança por parte da administração municipal de uma taxa associada ao serviço prestado de drenagem urbana. Esta ainda é uma despesa sem uma receita clara para contrapô-lo.

De uma maneira simplificada, a taxa seria diretamente proporcional à porcentagem de solo impermeabilizado dentro do lote, pois quanto maior for, mais água seria lançada nas ruas, aumentando o uso da microdrenagem,

primeira estrutura no imediato a recebê-la e afastá-la. Em grandes áreas urbanas, esse efeito torna-se significativo até mesmo para os corpos receptores que formam a macrodrenagem.

A aplicação de uma taxa de drenagem é uma forma de sinalizar ao usuário a existência de um valor para os serviços de drenagem urbana, pois esses custos variam principalmente de acordo com a impermeabilização do solo (GOMES, BAPTISTA, NASCIMENTO, 2008). Atenuantes ou incentivos são dados para o caso de existirem reservatórios domiciliares que reteriam durante os eventos de chuva ao menos parte desse volume.

Cabe destacar que o município de São José do Rio Preto tem em vigor a Lei Municipal n.º 10.290/08. Essa lei determina que toda construção, com mais de 100 metros quadrados de superfície impermeável, e as obras de reforma, acima 150 metros quadrados, tenha dispositivos de retenção ou detenção de águas pluviais. Esses dispositivos influenciam nos volumes de água escoados durante a chuva, pois retardam o volume das precipitações que chegam ao sistema de drenagem. Desta forma, mesmo as construções que não são obrigadas a possuir esses sistemas podem ser incentivadas a implantá-los para obter benefícios como o abatimento de taxas, caso sejam adotadas.

Existem técnicas que permitem estimar o consumo individual dos serviços de drenagem urbana e ligá-lo a um custo de provisão. De acordo com TUCCI (2002), uma propriedade totalmente impermeabilizada gera 6,33 vezes mais volume de água do que uma propriedade não impermeabilizada, ou seja, uma propriedade impermeabilizada sobrecarregará o sistema de drenagem seis vezes mais que uma não impermeabilizada, com efeitos potenciais na macrodrenagem. Segundo este critério, é prudente considerar que ao proprietário de um lote impermeabilizado seja cobrado o valor mais alto pelos serviços de drenagem do que ao proprietário de uma área não

impermeabilizada, pois o primeiro sobrecarrega mais o sistema de drenagem. Os custos vão variar em função da área de solo impermeabilizada.

A adoção da cobrança proporcional à área impermeabilizada, ponderada por um fator de declividade, gera uma individualização da cobrança, permitindo a associação, por parte do consumidor, a uma efetiva produção de escoamento superficial. Este embasamento físico torna a cobrança mais facilmente perceptível para o consumidor, possibilitando a criação de uma taxa correspondente para cada usuário (BAPTISTA E NASCIMENTO, 2002).

A cobrança através da taxa também promove uma distribuição mais justa dos custos, onerando mais os usuários que mais sobrecarregam o sistema de drenagem (GOMES, BAPTISTA, NASCIMENTO, 2008).

No Brasil ainda não há experiência em larga escala da cobrança de uma taxa associada ao serviço de drenagem. Em outros países é diretamente proporcional ao volume excedente de escoamento superficial gerado pelo lote. Se a implantação da taxa de drenagem não for viável por vários motivos, a receita que desta adviria necessitaria de ser suprida via aumento do IPTU, por exemplo.

Os investimentos constituem outra fonte de despesas, mas no âmbito municipal circunscrevem-se à execução de pequenas unidades, pois aqueles de maior porte dependem de financiamentos externos ao município o que será tratado adiante.

Não há normalmente a rubrica drenagem urbana nos orçamentos municipais, mostrando como a gestão da drenagem urbana ainda é deficiente nas condições brasileiras. Assim, há dificuldade em estimar quanto é o custo médio da operação e manutenção da drenagem, o qual segundo Tucci (2005) situa-se

em torno de 5% do investimento efetuado para executar as unidades. Por outro lado, para áreas urbanas com mais intervenções estruturais e extensa rede hídrica, esse custo chegaria a 20% do capital anualmente investido. É o caso da Prefeitura Municipal de São Paulo (orçamento 2010).

Para este trabalho, os custos de manutenção e operação foram calculados a partir das despesas esperadas com a reforma e limpeza das unidades de microdrenagem; além das despesas com macrodrenagem que incluem o desassoreamento e limpezas das canalizações e manutenção do gramado de taludes e margens de cursos d'água. Mais uma vez, se medidas preventivas não forem tomadas, a tendência é que os gastos anuais com a operação e manutenção da drenagem aumentem, pois cada vez mais medidas estruturais seriam construídas, as quais têm a limpeza e a restauração mais complexas. Os custos totais ano a ano, ao longo do horizonte de planejamento, são apresentados nos quadros a seguir considerando os dois Cenários já apresentados anteriormente.

Apesar de terem sido verificadas despesas previstas para o serviço de drenagem urbana do município de São José do Rio Preto, na Lei n.º 11.405/13, não foi possível constatar a existência de uma rubrica específica para drenagem. Da mesma forma, não se verificou a existência de taxas ou tarifas referente ao serviço. Sendo assim, as colunas referente a rubrica em drenagem e taxas e/ou tarifas não foram preenchidas.

Foi possível calcular os indicadores de custo por habitante e domicílio. Verifica-se que o custo médio anual por habitante no horizonte de planejamento (30 anos) é de R\$ 73,73 no Cenário 1 e de R\$ 68,66 no Cenário 2.

Quadro 38 Resumo dos recursos necessários para o serviço de drenagem urbana – Cenário 1.

Prazo	Ano	CARACTERÍSTICA		DESPESAS			RECEITAS			INDICADORES			
		Pop. Urbana	Domicílios urbanos	Custo microdrenagem (R\$)	Custo macrodrenagem (R\$)	Custo Total (R\$)	Rubrica de drenagem	Taxas e/ou Tarifas	TOTAL RECEITAS (R\$)	Desempenho financeiro %	Diferença entre Receitas e Despesas (R\$)	Custo por habitante (R\$)	Custo por domicílio (R\$)
Imediato	2015	423.125	145.905	13.282.000,00	4.222.000,00	17.504.000,00			0,00	0,0%	-17.504.000,00	41,37	119,97
	2016	430.205	148.347	13.282.000,00	4.222.000,00	17.504.000,00			0,00	0,0%	-17.504.000,00	40,69	117,99
Curto	2017	437.040	150.704	86.045.000,00	11.130.000,00	97.175.000,00			0,00	0,0%	-97.175.000,00	222,35	644,81
	2018	443.613	152.970	88.307.000,00	11.130.000,00	99.437.000,00			0,00	0,0%	-99.437.000,00	224,15	650,04
	2019	449.909	155.141	91.146.000,00	11.130.000,00	102.276.000,00			0,00	0,0%	-102.276.000,00	227,33	659,25
	2020	455.910	162.825	93.989.000,00	11.130.000,00	105.119.000,00			0,00	0,0%	-105.119.000,00	230,57	645,59
	2021	461.697	164.892	19.842.000,00	4.222.000,00	24.064.000,00			0,00	0,0%	-24.064.000,00	52,12	145,94
Médio	2022	467.259	166.878	18.512.000,00	4.222.000,00	22.734.000,00			0,00	0,0%	-22.734.000,00	48,65	136,23
	2023	472.729	168.832	18.763.000,00	4.222.000,00	22.985.000,00			0,00	0,0%	-22.985.000,00	48,62	136,14
	2024	477.957	170.699	19.021.000,00	4.222.000,00	23.243.000,00			0,00	0,0%	-23.243.000,00	48,63	136,16
	2025	482.931	172.475	19.278.000,00	4.222.000,00	23.500.000,00			0,00	0,0%	-23.500.000,00	48,66	136,25
	2026	487.280	174.029	19.541.000,00	4.222.000,00	23.763.000,00			0,00	0,0%	-23.763.000,00	48,77	136,55
	2027	491.378	175.492	19.805.000,00	4.222.000,00	24.027.000,00			0,00	0,0%	-24.027.000,00	48,90	136,91
	2028	495.214	176.862	20.074.000,00	4.222.000,00	24.296.000,00			0,00	0,0%	-24.296.000,00	49,06	137,37
	2029	498.785	178.137	20.349.000,00	4.222.000,00	24.571.000,00			0,00	0,0%	-24.571.000,00	49,26	137,93
	2030	502.079	193.107	20.625.000,00	4.222.000,00	24.847.000,00			0,00	0,0%	-24.847.000,00	49,49	128,67
	Longo	2031	505.189	194.304	23.516.000,00	4.222.000,00	27.738.000,00			0,00	0,0%	-27.738.000,00	54,91
2032		508.111	195.427	21.191.000,00	4.222.000,00	25.413.000,00			0,00	0,0%	-25.413.000,00	50,01	130,04
2033		511.091	196.573	21.480.000,00	4.222.000,00	25.702.000,00			0,00	0,0%	-25.702.000,00	50,29	130,75
2034		513.877	197.645	21.771.000,00	4.222.000,00	25.993.000,00			0,00	0,0%	-25.993.000,00	50,58	131,51
2035		516.464	198.640	22.069.000,00	4.222.000,00	26.291.000,00			0,00	0,0%	-26.291.000,00	50,91	132,36
2036		518.850	199.558	22.369.000,00	4.222.000,00	26.591.000,00			0,00	0,0%	-26.591.000,00	51,25	133,25
2037		521.031	200.396	22.676.000,00	4.222.000,00	26.898.000,00			0,00	0,0%	-26.898.000,00	51,62	134,22
2038		523.005	201.156	22.984.000,00	4.222.000,00	27.206.000,00			0,00	0,0%	-27.206.000,00	52,02	135,25
2039		524.768	201.834	23.299.000,00	4.222.000,00	27.521.000,00			0,00	0,0%	-27.521.000,00	52,44	136,35
2040		526.318	202.430	23.618.000,00	4.222.000,00	27.840.000,00			0,00	0,0%	-27.840.000,00	52,90	137,53
2041		527.718	202.968	23.940.000,00	4.222.000,00	28.162.000,00			0,00	0,0%	-28.162.000,00	53,37	138,75
2042		528.966	203.448	24.266.000,00	4.222.000,00	28.488.000,00			0,00	0,0%	-28.488.000,00	53,86	140,03
2043		530.061	203.870	24.599.000,00	4.222.000,00	28.821.000,00			0,00	0,0%	-28.821.000,00	54,37	141,37
2044		531.158	204.291	24.934.000,00	4.222.000,00	29.156.000,00			0,00	0,0%	-29.156.000,00	54,89	142,72

Quadro 39 Resumo dos recursos necessários para o serviço de drenagem urbana – Cenário 2.

Prazo	Ano	CARACTERÍSTICA		DESPESAS			RECEITAS			INDICADORES			
		Pop. Urbana	Domicílios urbanos	Custo microdrenagem (R\$)	Custo macrodrenagem (R\$)	Custo Total (R\$)	Rubrica de drenagem	Taxas e/ou Tarifas	TOTAL RECEITAS (R\$)	Desempenho financeiro %	Diferença entre Receitas e Despesas (R\$)	Custo por habitante (R\$)	Custo por domicílio (R\$)
Imediato	2015	423.125	145.905	13.282.000,00	4.222.000,00	17.504.000,00			0,00	0,0%	-17.504.000,00	41,37	119,97
	2016	430.205	148.347	13.282.000,00	4.222.000,00	17.504.000,00			0,00	0,0%	-17.504.000,00	40,69	117,99
Curto	2017	437.040	150.704	29.924.000,00	6.196.000,00	36.120.000,00			0,00	0,0%	-36.120.000,00	82,65	239,68
	2018	443.613	152.970	30.330.000,00	6.196.000,00	36.526.000,00			0,00	0,0%	-36.526.000,00	82,34	238,78
	2019	449.909	155.141	31.311.000,00	6.196.000,00	37.507.000,00			0,00	0,0%	-37.507.000,00	83,37	241,76
	2020	455.910	162.825	32.296.000,00	6.196.000,00	38.492.000,00			0,00	0,0%	-38.492.000,00	84,43	236,40
	2021	461.697	164.892	34.860.000,00	6.196.000,00	41.056.000,00			0,00	0,0%	-41.056.000,00	88,92	248,99
Médio	2022	467.259	166.878	34.273.000,00	6.196.000,00	40.469.000,00			0,00	0,0%	-40.469.000,00	86,61	242,51
	2023	472.729	168.832	35.268.000,00	6.196.000,00	41.464.000,00			0,00	0,0%	-41.464.000,00	87,71	245,59
	2024	477.957	170.699	36.267.000,00	6.196.000,00	42.463.000,00			0,00	0,0%	-42.463.000,00	88,84	248,76
	2025	482.931	172.475	37.268.000,00	6.196.000,00	43.464.000,00			0,00	0,0%	-43.464.000,00	90,00	252,00
	2026	487.280	174.029	38.276.000,00	6.196.000,00	44.472.000,00			0,00	0,0%	-44.472.000,00	91,27	255,54
	2027	491.378	175.492	39.282.000,00	6.196.000,00	45.478.000,00			0,00	0,0%	-45.478.000,00	92,55	259,15
	2028	495.214	176.862	40.295.000,00	6.196.000,00	46.491.000,00			0,00	0,0%	-46.491.000,00	93,88	262,87
	2029	498.785	178.137	41.312.000,00	6.196.000,00	47.508.000,00			0,00	0,0%	-47.508.000,00	95,25	266,69
	2030	502.079	193.107	42.331.000,00	6.196.000,00	48.527.000,00			0,00	0,0%	-48.527.000,00	96,65	251,30
	Longo	2031	505.189	194.304	23.516.000,00	4.222.000,00	27.738.000,00			0,00	0,0%	-27.738.000,00	54,91
2032		508.111	195.427	21.191.000,00	4.222.000,00	25.413.000,00			0,00	0,0%	-25.413.000,00	50,01	130,04
2033		511.091	196.573	21.480.000,00	4.222.000,00	25.702.000,00			0,00	0,0%	-25.702.000,00	50,29	130,75
2034		513.877	197.645	21.771.000,00	4.222.000,00	25.993.000,00			0,00	0,0%	-25.993.000,00	50,58	131,51
2035		516.464	198.640	22.069.000,00	4.222.000,00	26.291.000,00			0,00	0,0%	-26.291.000,00	50,91	132,36
2036		518.850	199.558	22.369.000,00	4.222.000,00	26.591.000,00			0,00	0,0%	-26.591.000,00	51,25	133,25
2037		521.031	200.396	22.676.000,00	4.222.000,00	26.898.000,00			0,00	0,0%	-26.898.000,00	51,62	134,22
2038		523.005	201.156	22.984.000,00	4.222.000,00	27.206.000,00			0,00	0,0%	-27.206.000,00	52,02	135,25
2039		524.768	201.834	23.299.000,00	4.222.000,00	27.521.000,00			0,00	0,0%	-27.521.000,00	52,44	136,35
2040		526.318	202.430	23.618.000,00	4.222.000,00	27.840.000,00			0,00	0,0%	-27.840.000,00	52,90	137,53
2041		527.718	202.968	23.940.000,00	4.222.000,00	28.162.000,00			0,00	0,0%	-28.162.000,00	53,37	138,75
2042		528.966	203.448	24.266.000,00	4.222.000,00	28.488.000,00			0,00	0,0%	-28.488.000,00	53,86	140,03
2043		530.061	203.870	24.599.000,00	4.222.000,00	28.821.000,00			0,00	0,0%	-28.821.000,00	54,37	141,37
2044		531.158	204.291	24.934.000,00	4.222.000,00	29.156.000,00			0,00	0,0%	-29.156.000,00	54,89	142,72

9. ARRANJO INSTITUCIONAL PARA AS ALTERNATIVAS

O arranjo foi dividido em duas partes referentes às respectivas atribuições, municipal e superior (estadual ou federal, dependendo do rio), esta última mais referente à gestão dos recursos hídricos em si, logo buscando uma articulação em nível de bacia hidrográfica ou unidade de gestão dos recursos hídricos.

9.1 Município

A vazão de pico de cheia depende diretamente do uso e ocupação do solo, que é de responsabilidade municipal. Apesar da legislação ambiental em vigor ser restritiva quanto à ocupação de áreas de preservação permanente – APP, incluindo as várzeas, áreas de risco quanto às inundações adicionais devem ser estabelecidas, não permitindo a ocupação urbana. Essa medida preventiva de âmbito municipal evitará que no futuro sejam necessárias grandes intervenções estruturais, em geral bem mais caras e de manutenção complexa. Igualmente importante é evitar a excessiva impermeabilização do solo por meio do código de obras municipal, bem como a implantação de técnicas compensatórias de drenagem urbana.

O conjunto de medidas preventivas, constituído pela não ocupação de várzeas e o emprego de técnicas compensatórias, proporcionará ao município custos menores de investimento, operação e manutenção do sistema de drenagem urbana, pois são tomadas em geral medidas estruturais para correção de situações problemáticas. Portanto, medidas preventivas devem ser tomadas o quanto antes.

A partir das visitas a campo e das informações locais, ficou evidenciada a carência de informações relativas ao sistema de drenagem que não permitem

neste primeiro plano de drenagem urbana uma avaliação mais exata da sua eficiência, bem como detecção segura dos pontos críticos perante o empoçamento de água e as inundações. Além disso, as atribuições relevantes encontram-se em diversos órgãos dificultando o gerenciamento, aqui incluindo operação e manutenção.

A falta de um órgão específico no município para a gestão da drenagem urbana e interfaces com os municípios vizinhos que compartilham mesma bacia de contribuição e a mesma Unidade de Gestão dos Recursos Hídricos, bem como de rubrica específica para essa infraestrutura são elementos que dificultam o planejamento e a ação para resolução dos problemas encontrados.

A formação de um Departamento de Drenagem Urbana ou um setor específico para gestão integrada do sistema contribuiria para a melhoria das condições atuais do sistema, desde que possua rubrica orçamentária própria. Esse departamento atuaria apoiado em um Sistema de Informações Geográficas onde as ações estruturais e não estruturais, bem como de planejamento estejam apoiadas e registradas em banco de dados georreferenciados. Nesse ambiente computacional, os registros de inundações, as ações e as obras seriam inseridos, propiciando um avanço consistente na gestão do serviço, bem como uma aplicação mais eficiente dos recursos públicos. Os planos municipais futuros de drenagem já contariam com uma base de informações bem mais rica do que a atualmente disponível, resultando, portanto, numa melhoria significativa no controle dos dados e informações disponíveis.

O departamento atuaria na coleta de dados de drenagem urbana, atualizando-as em tempo adequado. Iniciaria o cadastro topográfico informatizado da rede de drenagem existente, com suporte de banco de dados georreferenciado do sistema de micro e macrodrenagem com registro dos dados de implantação, manutenção e operação com entradas de atualização permanente. Como

resultado, a obtenção de informações confiáveis referentes ao sistema de drenagem existente, subsidiaria a consecução de ações de manutenção corretiva e preventiva em função da natureza e frequência das intervenções realizadas.

Com o departamento, acabaria a falta de padronização dos estudos de planejamento e projetos para a Drenagem Urbana, de forma que os futuros planos municipais para o setor contemplariam mais facilmente a integração da micro e macrodrenagem dentro de uma abordagem de manejo sustentável das águas urbanas.

Outra vantagem é que a limpeza e a manutenção das estruturas hidráulicas passariam a contar com a possibilidade de uso de análise estatística de intervenções, isto é, qual a periodicidade média em que um ponto sofreria uma ação e não mais aleatoriamente. Haveria planejamento nas ações corretivas e de manutenção, logo uma redução de investimentos em manutenção corretiva e incremento das ações preventivas e de educação ambiental.

O departamento atuaria ainda no sentido de localizar em conjunto com a operadora do sistema de esgotos sanitários os pontos de intersecção de forma a se contar efetivamente com um sistema separador absoluto. A identificação dos lançamentos irregulares, a notificação das economias responsáveis e em caso de reincidência aplicação de multas seriam meios concretos de viabilizar esse ponto. Como consequência, haveria a redução do volume de esgotos lançados na rede e a melhoria da qualidade da água dos corpos receptores.

O departamento propiciaria uma maior capacidade de operação da defesa civil no alerta de cheias. A instalação do controle de níveis d'água em estruturas hidráulicas, registradas no SIG, possibilitaria a previsão em tempo real de

ocorrência de precipitação e locais mais prováveis de inundação em função da intensidade de chuva.

Enfim, some-se a implantação da regulação do serviço de forma que o operador, em geral em nível municipal, poderia ser regulado por algum ente em nível “supramunicipal” ou estadual, conforme a opção. O resultado seria um melhor acompanhamento das ações planejadas em conformidade com a sustentabilidade do espaço urbano, bem como possibilidade de avaliação dos serviços prestados. O departamento contribuiria, assim, para criar o parâmetro de eficiência na prestação do serviço de drenagem urbana, hoje prejudicado pela sua inexistência, bem como do agente regulador.

No âmbito municipal, a atuação da Defesa Civil também é importante, porque seria o órgão executivo de ações nos eventos de inundação. Para tanto, deveria contar com um sistema simples de alerta em nível municipal, constituído por um pluviômetro. Com os registros diários de altura pluviométrica, seria possível estabelecer uma correlação mesmo que empírica entre essa altura e os respectivos locais de inundação, o que já ajudaria e focaria a sua ação, tendo mais tempo para remover a população de áreas críticas.

A defesa civil municipal passaria a contar com informação sobre o risco com maior antecedência nos grandes eventos de cheia na bacia do rio Preto como um todo ou mesmo limitada às bacias de seus grandes formadores, desde que fosse implantado o sistema de alerta automatizado. Este dependeria de informações de altura pluviométrica e vazões, a partir do nível medido de água, possibilitando acompanhar a “onda de cheia” e prever as cotas mais prováveis de inundação no tempo.

9.2 Gestão da Drenagem na Bacia Hidrográfica do Rio Preto

No Estado de São Paulo, a gestão dos recursos hídricos é feita pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE/SP responsável por ações como obras pontuais e corretivas, além da emissão das outorgas. Representa a ANA quanto às outorgas no estado de São Paulo e por meio de convênio, a representa em rios federais.

O DAEE vem tendo uma ação reconhecida pelo apoio dado aos municípios, apesar dos seus limites operacionais. Esse apoio constitui-se em fornecimento de máquinas, desassoreamento de cursos d'água, construção de galerias ou pequenas canalizações, entre outros.

O DAEE, como órgão gestor dos recursos hídricos, concede outorgas de usos das águas, incluindo intervenções diretamente nos leitos como desassoreamento, canalizações e travessias. Nesse sentido, o DAEE também teria um apoio a dar na questão da macrodrenagem no município, porém articulando as intervenções não somente em nível municipal, mas também na bacia como todo. Verificaria por exemplo, o efeito de determinada obra de canalização no município mais a jusante. A concessão de outorgas de obras e ações de drenagem passaria a ser contextualizada na bacia hidrográfica como um todo, sendo essa a referência última.

A proposição de vazão de restrição por área urbana é outra ação que se vislumbra para o futuro nos procedimentos do DAEE. Essa vazão máxima seria estabelecida para que se evitassem danos a jusante, provocados por impermeabilização excessiva do solo em áreas urbanas a montante. A gestão de cheias acentuadas por ocupação urbana por meio do estabelecimento de vazões de restrição é uma tendência observada em alguns países e em determinadas bacias. Cada área urbana obedeceria a esse valor limite,

cabendo à autoridade municipal estabelecer por quais meios seria respeitada, empregando, por exemplo, técnicas compensatórias de drenagem, restringindo a impermeabilização do solo e mesmo outros meios, sempre objetivando reduzir o escoamento superficial.

A elaboração e a aprovação dos planos municipais de drenagem urbana permitiriam mudar aos poucos a ação do DAEE, saindo cada vez mais das ações corretivas para as preventivas, o que aumentaria a eficiência da aplicação dos seus recursos.

A implantação e a operação do sistema de alerta também ficaria ao encargo do DAEE, o qual passaria a contar com tempo suficiente para dar alerta nos eventos de cheia e acionar a defesa civil.

A microdrenagem continuaria no âmbito do município, porém como utiliza a rede hídrica como corpo receptor das águas pluviais, sempre se avaliaria a possibilidade técnica desse lançamento nos eventos de cheia para evitar retorno e falha na sua operação. No entanto, o DAEE atuaria tecnicamente ao menos ao apoiar o município na análise e implantação da microdrenagem, tendo em vista que esta tem a finalidade de levar as águas pluviais para os corpos receptores e interfere no seu regime hidrológico com consequências a jusante.

Em suma, os pontos nos quais o DAEE apoiará o município seriam os seguintes:

- assistência técnica em micro e em macrodrenagem, analisando planos, projetos e obras;

- apoio em obras de manutenção e restauração por meio de equipamentos como máquinas de terraplenagem, desassoreamento de cursos d'água, etc.

Para tanto, o DAEE dependeria de se estruturar mais e levar em conta a logística de sua atuação para apoiar o município, ganhando em agilidade. Sua ação seria mais estruturada e paulatinamente se tornando mais preventiva do que corretiva.

10. PROPOSIÇÃO DE INDICADORES

O conjunto de indicadores apresentado neste capítulo tem por objetivo servir de instrumento de avaliação sistemática do serviço de microdrenagem urbana prestado no município, atribuição típica desse ente federativo. Assim, demonstra seu desempenho e deficiências, com vistas à universalização do serviço, além de verificar a eficiência e eficácia das ações e metas programadas no âmbito deste Plano.

Entenda-se serviço de microdrenagem urbana prestado de forma adequada e consistente no município, a situação onde a infraestrutura cadastrada, projetada, operada e mantida por órgão municipal competente foi implantada de acordo com critérios de engenharia em vigor, sendo conhecida, expandida e monitorada segundo esses mesmo critérios.

Segundo essa proposição, a implantação de novos elementos como bocas-de-lobo e galerias seria efetuada após projeto de engenharia onde sua localização e dimensões foram determinadas por critérios técnicos. Quanto à macrodrenagem, além de contar com projeto execução adequados e de acordo com as normas e procedimentos técnicos em vigor, a manutenção e restauração também seriam objeto de programa municipal estruturado. É com

esse cenário relativo à universalização do serviço que os índices foram propostos e parametrizados.

A literatura específica ainda é pobre quanto à proposição de indicadores de maneira que além de utilizar as poucas referências atualmente existentes e estudos desenvolvidos (GIANSANTE & SIMIÃO, 2013), também foram propostos alguns visando acompanhar a implantação do serviço e depois a sua operação e manutenção.

A sequência de implementação do Plano de Saneamento vai possibilitar a melhoria na base de dados a serem coletados e armazenados no Sistema de Informações Geográficas – SIG proposto para o município e, conseqüentemente, a verificação dos aqui propostos. Assim, há possibilidade no futuro de a adoção de outros indicadores para monitoramento do desempenho do plano em relação às metas propostas com o objetivo de universalizar a prestação do serviço de drenagem urbana.

10.1 Indicador da Gestão do Serviço

Foi dividido em dois subitens, cada um com seu respectivo indicador simples, de forma que ao final se obtenha um indicador composto.

A. Gestão

- Indicador simples de rubrica específica de drenagem.

(....) sim ... (....) não

I_{SG}: 0,50. Quando o indicador simples for positivo;

I_{SG}: 0,00. Quando o indicador simples for negativo.

- Indicador simples de existência de ente específico de drenagem com atividades bem definidas, inclusive em lei municipal.

(...) sim ... (...) não

I_{SG}: 0,50. Quando o indicador simples for positivo;

I_{SG}: 0,00. Quando o indicador simples for negativo.

- Indicador composto de gestão dos serviços de drenagem urbana: I_{CGDU}

I_{CGDU}: 1,00. Quando os dois indicadores simples forem positivos;

I_{CGDU}: 0,50. Quando ao menos um indicador simples for positivo;

I_{CGDU}: 0,00. Quando os dois indicadores simples forem nulos.

B. Alcance do cadastro do serviço

- Indicador simples de existência de cadastro atualizado da infraestrutura de drenagem

(...) sim ... (...) não

I_{ECDU}: 0,50. Quando o indicador simples for positivo;

I_{ECDU}: 0,00. Quando o indicador simples for negativo.

- Indicador simples do alcance do cadastro, caso exista, referente à porcentagem da área urbana com cadastro efetuado.

(...) 67% a 100% nota = 0,5

(...) 34% a 66% nota = 0,3

(...) 1% a 33% nota = 0,1

(...) 0% nota = 0,0

- Indicador composto do alcance do cadastro do serviço de microdrenagem urbana: I_{CCDU} (soma dos indicadores simples do alcance do cadastro do serviço).

I_{CCDU} : 1,0. Quando existir cadastro com alcance entre 67% a 100% da área urbana.

I_{CCDU} : 0,8. Quando existir cadastro com alcance entre 34% a 66% da área urbana.

I_{CCDU} : 0,6. Quando existir cadastro com alcance entre 1% a 33% da área urbana.

I_{CCDU} : 0,0. Quando não existir cadastro da infraestrutura de drenagem.

Assim, o indicador composto da gestão do serviço de drenagem urbana seria:

$$I_{PSDU} = I_{CGDU} + I_{CCDU}$$

A avaliação seria da seguinte forma:

$I_{PSDU} = 1,4 - 2,0$. O serviço vem sendo gerido de forma adequada

$I_{PSDU} = 0,7 - 1,3$. O serviço tem algum nível de gestão, mas precisa ser mais avançado;

$I_{PSDU} = 0,0 - 0,6$. A gestão ainda é insuficiente e requer aprimoramento.

10.2 Outros Indicadores de Serviço

À medida que mais informações forem sendo obtidas e o serviço de microdrenagem urbana estruturado, outros indicadores seriam incorporados de

forma a propiciar uma avaliação mais efetiva da prestação do serviço no sentido da universalização.

Note-se que o primeiro passo como colocado no item anterior é efetuar o cadastro, sem o qual não se conhece a infraestrutura e não é possível saber qual a sua capacidade real de prestação do serviço. É bem provável que o serviço venha atualmente funcionando de alguma forma, mas sem o cadastro não se conhece sua eficiência.

No momento, não foi proposto um índice relativo à efetivação dos investimentos, tendo se optado por avaliar os resultados dos mesmos via índices relativos à prestação do serviço. Por exemplo, o índice de eficiência depende diretamente dos investimentos no cadastro e projeto, e depois dos custos relativos à operação e manutenção.

A. Informatização do cadastro da rede de microdrenagem

Efetuada o cadastro, a sua introdução como um conjunto de dados georreferenciados em um sistema de informação geográfica passa a ser avaliada pelo índice a seguir.

$$I_{cad} = \frac{ViasCad}{ViasTotal}$$

Sendo:

I_{cad} : Índice de cadastro informatizado de microdrenagem urbana

ViasCad: Número de Vias com Cadastro Atualizado e Informatizado (microdrenagem superficial e subterrânea).

ViasTotal: Número Total de Vias.

Após o início da implementação do sistema de informação geográfica e inserção do cadastro da rede será possível obter o valor desse indicador.

B. Indicador de cobertura da microdrenagem

$$I_{Micro} = \frac{LVE}{LVT_{Total}}$$

Sendo:

I_{Micro} : Índice de Cobertura de Microdrenagem.

LVE: Extensão das vias na área urbana com infraestrutura de microdrenagem, em km.

LVT_{Total}: Extensão total de vias na área urbana, em km.

Após a implementação do sistema de informação geográfica e inserção do cadastro da rede de microdrenagem será possível obter o valor deste indicador.

Entenda-se cobertura de microdrenagem como sendo a extensão das vias dentro o total da cidade que já passaram por um processo de cadastro das unidades como bocas-de-lobo e galerias, por exemplo, análise das mesmas quanto a sua efetiva capacidade, projeto e implantação conforme critérios técnicos. Somente a partir do conhecimento das mesmas que será possível avaliar em que grau o serviço é prestado.

Alternativamente, esse indicador também poderia ser calculado por área, isto é, qual porcentagem da cidade já teve a sua microdrenagem cadastrada e analisada.

C. Indicador de eficiência do sistema de microdrenagem

$$I_{Micro} = \frac{VA}{V_{Total}}$$

Sendo:

IMicro: Índice de Eficiência de Microdrenagem;

VA: Quantidade de vias que alagam com Precipitação TR < 5 anos;

VTotal: Número total de vias do município.

Após a implementação do sistema de informação geográfica, inserção do cadastro da rede de microdrenagem, monitoramento das precipitações e pontos de alagamento será possível obter o valor deste indicador.

10.3 Mecanismos de Avaliação das Metas

A avaliação das metas no sentido da universalização será realizada através da elaboração de relatórios específicos gerados com base no cálculo e na análise dos indicadores apresentados, comparando-os com a cronologia prevista para implementação das ações propostas. Esses relatórios serão elaborados com objetivo de viabilizar a regulação e fiscalização dos serviços de drenagem urbana.

A seguir, são apresentados os valores calculados dos indicadores propostos dentro do horizonte deste plano municipal, compatibilizados com os investimentos previstos. Note-se que o pressuposto em linhas gerais seria em curto prazo (6 anos) alcançar os valores máximos dos índices e depois mantê-

los por meio de investimentos que acompanhassem o crescimento da área urbana.

A. Gestão do Serviço

A gestão adequada do serviço pressupõe, como exposto, o conhecimento da infraestrutura existente. A meta é colocada a seguir:

Indicador de gestão do serviço - I _{CAD}	
Metas	Consideração da rubrica relativa à microdrenagem urbana e implantação de ente específico com atividades definidas em lei municipal
	Cadastro topográfico digital de: i) localização; ii) características geométricas das unidades

O Quadro 40 apresenta o cálculo dos indicadores para a situação atual de prestação do serviço de drenagem e as metas em curto, médio e longo prazo.

Quadro 40 Cálculo dos indicadores de prestação do serviço de drenagem.

Indicadores gerenciais de drenagem urbana	Intervalo	Situação atual	Cálculo	Metas			
				2016	2020	2030	2044
Rubrica específica de drenagem	0 – 0,5	Não	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5
Existência de ente específico com atividades definidas em lei municipal	0 – 0,5	Não	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5
Indicador de Gestão dos Serviços (ICGDU)	0 – 1,0	-	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Existência de cadastro atualizado da infraestrutura	0 – 0,5	Não	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5
Alcance do cadastro	0 – 0,5	0%	0,0	0,1	0,3	0,5	0,5
Indicador composto do cadastro de microdrenagem urbana (I_{CCDU})	0 – 1,0	-	0,0	0,6	0,8	1,0	1,0
Indicador de Prestação do Serviço (IPSDU = ICGDU + ICCDU)	0 – 2,0	-	0,0	1,6	1,8	2,0	2,0

Verifica-se no Quadro 40 que a gestão atual do serviço de drenagem ainda é insuficiente e requer aprimoramento. O município alcançará um gerenciamento

adequado em curto prazo quando o alcance do cadastro atingir toda a área urbana.

B. Informatização do cadastro da rede de microdrenagem

Após o início da implementação do sistema de informação geográfica e inserção do cadastro da rede será possível obter o valor deste indicador.

Indicador de informatização do cadastro – ICad	
Meta	Implementação do SIG com cadastro topográfico georreferenciado, associado a um banco de dados com registros de: i) características geométricas do sistema; ii) ações temporais de caráter corretivo e preventivo; iii) presença de ligações clandestinas e lançamento de esgotos domésticos; iv) presença de resíduos sólidos e sedimentos.

No horizonte do plano, o índice $I_{cad} = (Vias\ Cad / Vias\ total)$ teria a seguinte distribuição:

Índice de informatização da microdrenagem urbana	Intervalo	Situação atual	Metas			
			2016	2020	2030	2044
CÁLCULO	0 - 1,0	0,0	0,4	1,0	1,0	1,0

Note-se que a informatização deve acompanhar o crescimento da malha viária urbana de forma manter o índice igual a 1,0 ao longo do horizonte do plano.

C. Cobertura da microdrenagem

Após a implementação do sistema de informação geográfica e inserção do cadastro da rede de microdrenagem será possível obter o valor desse indicador.

A meta proposta é a seguinte:

Indicador de cobertura da microdrenagem – ICMicro	
Meta	100% das vias da área urbanizada com estrutura de microdrenagem cadastrada, analisada, operada e mantida.

No horizonte do plano, o índice ICMicro = (LVE/ LVE total) teria a seguinte distribuição:

Índice de cobertura da microdrenagem urbana	Intervalo	Situação atual	Metas			
			2016	2020	2030	2044
CÁLCULO	0 - 1,0	0,0	0,5	1,0	1,0	1,0

D. Eficiência do sistema de microdrenagem

Após a implementação do sistema de informação geográfica e inserção do cadastro da rede de microdrenagem e monitoramento da precipitação será possível obter o valor deste indicador.

Indicador de eficiência do sistema de microdrenagem – IMicro	
Meta	Proporcionar o escoamento por meio da rede de microdrenagem até os corpos receptores de 100% do volume gerado pela ocorrência de uma precipitação de TR = 5 anos.

No horizonte do plano, o índice IMicro = (VA/ VTotal) teria a seguinte distribuição:

Índice de eficiência da microdrenagem urbana	Intervalo	Situação atual	Metas			
			2016	2020	2030	2044
CÁLCULO	0 - 1,0	0,0	0,5	1,0	1,0	1,0

11. PLANO DE CONTINGÊNCIA E EMERGÊNCIA

O Plano de Emergências e Contingências objetiva estabelecer os procedimentos de atuação integrada das diversas instituições / órgãos setoriais na ocorrência de enchentes e deslizamentos de encosta, assim como identificar a infraestrutura necessária nas atividades de caráter preventivo e corretivo, de modo a permitir a manutenção da integridade física e moral da população, bem como preservar os patrimônios públicos e privados.

As ações de redução de desastres abrangem os seguintes aspectos globais:

- Prevenção de Desastres.
- Preparação para Emergências e Desastres.
- Resposta aos Desastres (Corretiva).
- Reconstrução.

A seguir são apresentados os principais instrumentos que poderão ser utilizados pelo prestador para as ações previstas que embasam o plano de emergências e contingências do sistema de drenagem urbana.

A – Diagnóstico

Conforme apontado pelo diagnóstico do sistema de drenagem de São José do Rio Preto, há ocorrências de áreas críticas perante a inundação, principalmente na bacia dos córregos Canela e Borá. Já existem obras implantadas e em implantação para o amortecimento das cheias como os reservatórios de

detenção. De qualquer forma, o sistema de gestão precisa ser sempre mais aprimorado, principalmente nos eventos de maior intensidade.

B - Desenvolvimento do plano de contingência

A gestão do manejo de águas pluviais e da drenagem no município de São José do Rio Preto é realizada sob a coordenação da Secretaria de Obras e Secretaria de Serviços.

O presente plano de contingência traça linhas gerais sobre as ações de resposta à ocorrência de enchentes e deslizamentos.

Cada instituição / órgão setorial, dentro de sua esfera de atribuição, deve interagir de maneira integrada para elaborar um planejamento, com foco na sua operacionalização diante do evento.

B.1 – Ações preventivas para contingências

As possíveis situações críticas que exigem ações de contingências podem ser minimizadas através de um conjunto de procedimentos preventivos de operação e manutenção como os listados a seguir.

Ações preventivas de controle operacional:

- Verificação das condições físicas de funcionamento das estruturas que compõem o sistema, como bocas de lobo, poços de visita, canais, redes tubulares, travessias e bueiros (necessidade da existência de um cadastro digital atualizado);

- Monitoramento dos níveis dos canais de macrodrenagem e operacional das comportas;
- Controle do funcionamento dos equipamentos de drenagem ativa, por meio de estações de bombeamento, observando os parâmetros:
 - Horas trabalhadas e consumo de energia;
 - Corrente, tensão, vibração e temperatura;
 - Controle de equipamentos reserva;
 - Qualidade da água de escoamento superficial;
- Prevenção de acidentes nos sistemas: Plano de ação nos casos de quebra de equipamento e estruturas; Plano de ação em caso de falta de energia elétrica; Gestão de riscos ambientais em conjunto com órgãos ambientais e de recursos hídricos.

Ações preventivas de manutenção:

- Programação de limpeza e desassoreamento das bocas de lobo, poços de visita, redes tubulares e canais;
- Plano de manutenção preventiva de equipamentos eletromecânicos, travessias e canais, sobretudo em áreas mais propensas à ocorrência de inundações;
- Cadastro de equipamentos e instalações;

- Programação da manutenção preditiva em equipamentos críticos;
- Registro do histórico das manutenções.

B.2 – Ações corretivas para emergências

As emergências oriundas de situações imprevistas exigem ações imediatas que devem ser enfrentadas através de um conjunto de procedimentos corretivos. As emergências possíveis, suas origens e o plano corretivo emergencial respectivo são os listados a seguir.

Inundação das áreas planas:

Origens possíveis

- Precipitação de intensidade acima da capacidade de escoamento do sistema;
- Quebra de equipamentos eletromecânicos por fadiga ou falta de manutenção;
- Mau funcionamento do sistema por presença de resíduos e entulhos, comprometendo a capacidade de escoamento;
- Ações de vandalismo ou sinistros.

Ações emergenciais

- Comunicação à população, instituições, autoridades e Defesa Civil;

- Reparo das instalações danificadas;
- Comunicação à Polícia.

Enxurradas nas áreas dos morros:

Origens possíveis

- Precipitação de intensidade acima da capacidade de escoamento do sistema;
- Mau funcionamento do sistema por presença de resíduos e entulhos, comprometendo a capacidade de escoamento;
- Ações de vandalismo e/ou sinistros.

Ações emergenciais

- Comunicação à população, instituições, autoridades e Defesa Civil;
- Reparo das instalações danificadas;
- Comunicação à Polícia.

Deslizamento de encostas e movimento do solo:

Origens possíveis

- Precipitação de significativa intensidade em períodos intercalados com precipitações de menor intensidade, e prolongados;

- Desmoronamento de taludes ou paredes de canais
- Erosões de fundos de vale;
- Rompimento de travessias;

Ações emergenciais

- Comunicação aos órgãos de controle ambiental e Defesa Civil;
- Reparo das instalações danificadas;
- Comunicação à Polícia.

C – Atribuições / responsabilidades

Para fins de complementaridade do Plano de Contingência/Emergência se fazem necessárias as seguintes definições:

- Estabelecimento de Mecanismo de Coordenação
- Atribuições e Responsabilidades das Instituições envolvidas:
 - Secretarias e Departamentos Municipais;
 - Corpo de Bombeiros;
 - Coordenadoria de Defesa Civil;

- Determinação de abrigos temporários

D - Restauração da normalidade

Uma vez que tenha passado o efeito danoso da enchente, devem ser realizadas vistorias, a fim de avaliar o comprometimento das estruturas do sistema de drenagem, bem como das edificações e dos potenciais riscos de contaminação da população localizada na área de influência.

Devem ser retirados os entulhos, resíduos acumulados e desobstruídas as vias públicas e redes de drenagem afetadas.

Serão realizadas avaliações de danos em benfeitorias e determinação de áreas de risco de deslizamentos, não sendo liberadas as áreas para uso da população até que se tenha efetiva segurança quanto à ocorrência de novos deslizamentos e inundações.

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 302p.

CENTRO DE PESQUISAS METEOROLÓGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS À AGRICULTURA – CEPAGRI. **Clima dos municípios paulistas**. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br>>. Acesso em: 25 out. 2013.

CHABARIBERY, D et al. Recuperação de Matas Ciliares: sistemas de formação de floresta nativa em propriedades familiares. **Informações Econômicas**. São Paulo, v. 38, n. 6, jun. 2008. p.7-20.

COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA TURVO/ GRANDE – CBH-TG. **Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 2013**. UGRHI 15 – Turvo/Grande. Ano base 2012. São Paulo: CBH-TG, 2013.

COOPERATIVA DE SERVIÇOS E PESQUISAS TECNOLÓGICAS – CPTI. **Fundamentos da Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos dos Usuários Urbanos e Industriais**. São Paulo: CPTI/CBH-TG/FEHIDRO, 2012.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA – FCTH. **Estudo de Macro Drenagem São José do Rio Preto (SP)**. São José do Rio Preto: PSJRP/FCTH, 2003.

GIANSANTE, A. E. **Proposição de Indicadores de Serviço de Drenagem Urbana**. Parte 1. República Dominicana, 2010.

GIANSANTE, A. E.; SIMIÃO, J. Proposição de Indicadores de Prestação de Serviço de Drenagem Urbana. Parte 2. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 27, 2013, Goiânia. **Anais eletrônicos...** Goiânia: ABES, 2013. CD-ROM.

GIANSANTE, A.E. **Determinação de Vazões Máximas por Métodos Sintéticos**, São Paulo, Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2008.

GUIMARÃES, A. Dispositivos de retenção de águas pluviais é tema de reunião. **Portal de Notícias Rio Preto**, São José do Rio Preto, 24 fev. 2011. Disponível em: <<http://www.riopreto.sp.gov.br/PortalGOV/do/noticias?op=viewForm&coConteudo=69850>>. Acesso em: 27 dez. 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades@**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 25 out. 2013.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. **Diagnóstico da situação atual dos Recursos Hídricos e estabelecimento de diretrizes técnicas para a elaboração do Plano da Bacia Hidrográfica do Turvo/Grande – Relatório Final**. Relatório 0. São Paulo: IPT, 1999. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/ARQS/RELATORIO/CRH/CBH-TG/415/r0.html>>. Acesso em: 11 dez. 2013.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. **Plano ambiental para a bacia de contribuição da Represa de abastecimento de São José do Rio Preto**. Caderno 02 – Diagnóstico Sócio-Ambiental. Relatório Técnico n.º 428/09. São José do Rio Preto: CPTI/IPT, 2009.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. **Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Bacia do Turvo/Grande (UGRHI 15)**. São José do Rio Preto: IPT/CBH-TG, 2008.

INSTITUTO FLORESTAL – IF. **Inventário Florestal da Vegetação Natural do Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente/ Instituto Florestal, 2005.

PREFEITURA DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO – PSJRP. **Conjuntura Econômica de São José do Rio Preto**. 28 ed. São José do Rio Preto: Secretaria Municipal de Planejamento Estratégico, Ciência, Tecnologia e Inovação, 2013.

PREFEITURA DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO – PSJRP. **Lei n.º 10.290 de 24 de dezembro de 2008**. Cria no município o Programa Permanente de Gestão das Águas Superficiais (PGAS) da Bacia Hidrográfica do Rio Preto, e dá outras providências.

PREFEITURA DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO – PSJRP. **Lei n.º 11.405 de 28 de novembro de 2013**. Estima a receita e fixa a despesa do Município de São José do Rio Preto para o Exercício de 2014, e dá outras providências.

PREFEITURA DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO – PSJRP. Secretaria de Comunicação Social. Prefeitura dá continuidade à segunda etapa das obras antienchente. **Portal de Notícias Rio Preto**, São José do Rio Preto, 18 jan. 2013. Disponível em: <<http://www.riopreto.sp.gov.br/PortalGOV/do/noticias?op=viewForm&coConteudo=113069>>. Acesso em: 27 dez. 2013.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos. **Sistema de Informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.sigrh.sp.gov.br/>>. Acesso em: 09 mai. 2014.

SERVMAR SERVIÇOS TÉCNICOS AMBIENTAIS. **Delimitação de áreas de restrição e controle de captação e uso de águas subterrâneas no município de São José do Rio Preto – Bloco A: Aquífero Sedimentar**. Relatório 2. São Paulo: SERVMAR/DAEE, 2007.

TUCCI, C. E. M. **Gerenciamento da Drenagem Urbana**. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre: ABRH, vol. 7, nº1. p.5-27, Jan/Mar, 2002.

TUCCI, C. E. M. **Inundações Urbanas**. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007. 393p.

ZACARIN – ENGENHARIA DE FUNDAÇÕES. **Macro e micro drenagem do córrego Canela – Memória de Cálculo**. São José do Rio Preto: PSJRP, 2010.