

PREFEITURA MUNICIPAL DE JACAREÍ
&
SERVIÇO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE JACAREÍ
REVISÃO DO PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE JACAREÍ
2021 - 2040



Fonte: (adapt.): JACAREÍ (2018)

RELATÓRIO PRELIMINAR
PROGNÓSTICO DO MANEJO DE ÁGUA PLUVIAIS

JULHO/2023

COORDENAÇÃO

Engenheiro Civil

Marcelo Malheiros Duclerc Verçosa

CREA-SP 0600416758

ART nº. 28027230200890433

(16) 9.9115.8663

contato@vmengenharia.com.br

Engenheira Civil

Heloísa Kelm Verçosa

CREA-SP 5069696750

ART nº. 28027230200558261

(16) 99251.1472

contato@vmengenharia.com.br

ÍNDICE

COORDENAÇÃO	2
ÍNDICE	3
ÍNDICE DE QUADROS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ABREVIATURA E SIGLAS	9
1. INTRODUÇÃO, CONTEXTUALIZAÇÃO, CONCEITOS E DIRETRIZES DAS AÇÕES NECESSÁRIAS AO MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS	11
1.1. Macro drenagem	11
1.2. Micro drenagem:	17
1.2.1. Dados de um projeto de galerias pluviais	18
1.2.2. Cálculo das vazões - Método Racional:	19
1.2.3. Coeficientes de escoamento superficial:	20
1.2.4. Tempo de Retorno:	20
1.2.5. Tempo de concentração:	21
1.2.6. Dimensionamento dos elementos de micro drenagem:	24
1.2.7. Boca Coletora - Boca de lobo:	28
1.2.8. Galerias	34
1.2.9. Poços de visita	35
1.2.10. Recomendações e restrições de projeto	36
1.3. Ações Mitigatórias	38
1.4. Medidas não estruturais	41
1.4.1. Técnicas Compensatórias – Estruturais - Controle local	43
1.4.2. Trincheiras de Infiltração	43
1.4.3. Planos de infiltração	45
1.4.4. Valos de infiltração	47
1.4.5. Bacias de percolação	47
1.4.6. Pavimentos permeáveis	48
1.4.7. Técnicas compensatórias – Estruturais - Controle de Entrada	51
1.5. Medidas Estruturais	52
1.5.1. Alargamento, Revestimento E Retificação No Sistema De Macro drenagem	53

1.5.2.	Detenção <i>in situ</i>	53
1.5.3.	Bacias de Detenção	54
1.5.4.	Obras de retenção.....	55
1.5.5.	Polderes.....	56
1.6.	Estudo de Alternativas de Dispositivos de Controle de Cheias	56
1.7.	Legislação específica de Jacaré para o Manejo das Águas Pluviais	59
2.	PROJEÇÃO POPULACIONAL.....	65
2.1.	Revisão da Projeção Populacional Adotada	65
3.	REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DOS OBJETIVOS E DAS METAS DE CURTO, MÉDIO E LONGO PRAZO DOS SERVIÇOS DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS	68
3.1.1.	Objetivos E Metas	68
4.	PROJEÇÃO DAS DEMANDAS DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS	71
4.1.	Projeção Das Demandas do SDU	71
4.2.	Demandas Levantados na Macrodrenagem - Travessias Com Deficiência	73
4.2.1.	Bacia Do Rio Comprido	74
4.2.2.	Bacia Do Rio Turi	75
4.2.3.	Córrego Seco	78
4.2.4.	Bacia Do Córrego Do Tanquinho.....	85
4.3.	Soluções Alternativas para os Problemas Pontuados de Inundações e Enchentes.....	91
4.4.	localização e delimitação das bacias estudadas:.....	91
5.	REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DOS PROGRAMAS, DOS PROJETOS E DAS AÇÕES DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM URBANA.....	93
5.1.	Indicações de Ordem Operacional, Manutenção no Sistema de Macrodrenagem	93
5.2.	Estudo Hidrológico E Hidráulico Do Córrego Turi.....	93
5.3.	Programas Propostos	95
5.3.1.	Programa 1 – Drenagem Urbana para Todos.....	96
5.3.2.	Programa 2 – Plano de Contingência.....	97
5.3.2.1.	Locais de alagamento e inundação	98
5.3.2.2.	Locais de deslizamento de terra - risco muito alto:.....	100
5.3.2.3.	Locais de deslizamento de terra - risco alto	100
5.3.2.4.	Estrutura proposta pelo Plano de Contingência para Ações Específicas	102
5.4.	Outros programas sugeridos	102
5.4.1.	Monitoramento de bacias representativas da cidade	103

5.4.2.	Monitoramento de áreas impermeáveis	104
5.4.3.	Monitoramento de resíduos sólidos na drenagem.....	104
5.4.4.	Revisão do cadastro do sistema de drenagem:.....	105
5.5.	Demandas na Macro drenagem – Manutenção de Canais Naturais e Revestidos.....	106
6.	REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DOS ARRANJOS INSTITUCIONAIS PARA GESTÃO DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM URBANA.	108
6.1.	Levantamento do Quadro Institucional.....	108
1.1.1.	Seplan.....	108
1.1.2.	Secretaria de Infraestrutura	109
1.1.3.	Secretaria de Meio Ambiente e Zeladoria Urbana	109
6.2.	Medidas Não Estruturais – Hierarquização	110
6.3.	Ações Sistemáticas.....	110
6.4.	Manual de Diretrizes Básicas.....	111
6.5.	Sistema de Suporte a Decisão	111
7.	PLANO DE INVESTIMENTO.....	116
7.1.	Parâmetros E Custos Utilizados Para Universalização E Manutenção Do Sistema De Microdrenagem.....	117
7.1.1.	Custos	118
7.1.2.	Parâmetros.....	118
7.2.	Estimativa De Custo Para Cadastro Dos Dispositivos De Microdrenagem	119
7.3.	Estimativa De Custo Para Cadastro Dos Dispositivos De Microdrenagem	120
7.4.	Custos E Cronograma Para A Universalização Dos Serviços De Microdrenagem	123
7.5.	Custo Previsto Para A Universalização Dos Dispositivos De Microdrenagem Por Bacia Hidrográfica.....	124
7.6.	Previsão Das Quantidade E Custos Para Manutenção Do Sistema De Microdrenagem	126
8.	PREVISÃO DOS INVESTIMENTOS EM MACRODRENAGEM	132
9.	INDICADORES DE MONITORAMENTO	134
9.1.	Monitoramento De Bacias Representativas Da Cidade	134
9.2.	Monitoramento Das Áreas Impermeáveis	135
9.3.	Monitoramento De Material Sólido Na Drenagem.....	135
10.	REVISÃO DO CADASTRO DO SISTEMA DE DRENAGEM	137
11.	CRITÉRIOS E INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DOS SISTEMA DE GALERIAS PLUVIAIS.....	138
11.1.	Estabelecer A Frequência Para A Execução Da Manutenção Preventiva.....	138

12.	A HIERARQUIZAÇÃO DOS PROGRAMAS DE INTERVENÇÃO PRIORITÁRIOS	140
13.	ANEXO 1.....	141
14.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	146

ÍNDICE DE QUADROS

QUADRO 1 - VALORES MÍNIMOS DE TEMPO DE RETORNO PARA PROJETOS DE CANALIZAÇÕES E TRAVESSIAS	
FONTE: DPO – DAEE - I.T N°11, (2017).....	13
QUADRO 2 - VALORES MÍNIMOS DE TEMPO DE RETORNO PARA PROJETOS DE CANALIZAÇÕES E TRAVESSIAS	
FONTE: DPO – DAEE - I.T N°11, (2017).....	13
QUADRO 3 - VALORES MÍNIMO PARA OS COEFICIENTES RELACIONADOS COM O ESCOAMENTO SUPERFICIAL - - FONTE: DPO - DAEE I.T N°11, (2017).....	14
QUADRO 4 – VALORES MÍNIMOS DE FOLGA SOBRE DIMENSIONAMENTO - I.T. DPO N°11 DO DAEE	16
QUADRO 5 – VALORES RECOMENDADOS PARA O COEFICIENTE DE MANNING – I.T, N° 11 DA DPO - DAEE	17
QUADRO 6 – INSTRUÇÃO TÉCNICA N° 11 DA DPO – DAEE.....	17
QUADRO 7 – VALORES DO COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL - FONTE: DAEE (2006)	20
QUADRO 8 - FATORES DE REDUÇÃO DE ESCOAMENTO EM SARJETAS (DAEE – CETESB 1986).....	27
QUADRO 9 - FATOR DE REDUÇÃO DE ESCOAMENTO PARA BOCA DE LOBO FONTE: DAEE/CETESB (1986)	33
QUADRO 10 - INFORMAÇÕES SOBRE A ESTRUTURA - FONTE: PRINCE GEORGE’S COUNTY	44
QUADRO 11 - INFORMAÇÕES SOBRE A ESTRUTURA - FONTE: PRINCE GEORGE’S COUNTY	49
QUADRO 12 - FORMAS DE REDUÇÃO E RETENÇÃO EM DIFERENTES ÁREAS URBANAS - FONTE: FCTH	59
QUADRO 13 – EVOLUÇÃO DAS TAXAS DE CRESCIMENTO POPULACIONAL DE JACAREÍ.....	65
QUADRO 14 - EVOLUÇÃO POPULACIONAL DE JACAREÍ - 2020 A 2040.....	66
QUADRO 15 - ESTIMATIVA DA QUANTIDADE IDEAL DE EQUIPAMENTOS DE MICRODRENAGEM DE JACAREÍ, POR BACIA ESTUDADA, COM BASE NO PMEDMAP.....	71
QUADRO 16 - PARÂMETROS PARA INFRAESTRUTURA IDEAL DE JACAREÍ – FONTE: PMEDMAP	72
QUADRO 17 - ESTIMATIVA DAS AÇÕES DE MANUTENÇÃO DOS SDU DE JACAREÍ UTILIZANDO AS ESTIMATIVAS DE 2020 E 2040. ADAPTADO DO PMEDMAP.....	72
QUADRO 18 - PARÂMETROS PARA MANUTENÇÃO DOS SDU DE JACAREÍ – FONTE: PMEDMAP	73

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 - EXEMPLO DE SISTEMA DE DRENAGEM	22
FIGURA 2 - ÁBACO PARA DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL - FONTE: DRENAGEM E CONTROLE D EROSÃO URBANA -FENDRICH 1997	23
FIGURA 3 - DECLIVIDADE TRANSVERSAL EM SARJETA DE SEÇÃO TÍPICA	25
FIGURA 4 - DECLIVIDADE TRANSVERSAL EM SARJETÕES.....	26
FIGURA 5 - FATOR DE REDUÇÃO DE CAPACIDADE DAS SARJETAS - FONTE: FERNANDES (2002).....	26
FIGURA 6 - NOMOGRAMA PARA CÁLCULO DA CAPACIDADE DE ENGOLIMENTO DA SARJETA ILUSTRADA CETESB (2006)	30
FIGURA 7 - BOCA DE LOBO COM GRELHA	32
FIGURA 8 - POÇO DE VISITA TRADICIONAL - FONTE: FERNANDES (2002).....	35
FIGURA 9 - POÇO DE VISITA COM POÇO DE QUEDA - FONTE: FERNANDES (2002).....	37
FIGURA 10 - PLANO DE INFILTRAÇÃO – ADAPTAÇÃO VM ENGENHARIA	46
FIGURA 11 - VISTA GERAL DO VALO DE INFILTRAÇÃO - FONTE: URBONAS E STAHRE, 1993	47
FIGURA 12 - EXEMPLE DE BACIA DE PERCOLAÇÃO ADAPTADO DE HOLMSTRAND (1984).....	48
FIGURA 13 - PAVIMENTO POROSO (URBONAS E STAHRE, 1993)	50
FIGURA 14 - PAVIMENTO CELULAR POROSO (URBONAS E STAHRE, 1993).....	50
FIGURA 15 - PAVIMENTO PERMEÁVEL (HOGLAND E NIEMCZYNOWICZ, 1986).....	50
FIGURA 16 - TELHADO VERDE DO CARREFOUR EM VIENA, ÁUSTRIA - FONTE: DRA. CRISTINA BRÁULIO, 2006, PRESIDENTE DA ABRASIP-MINAS GERAIS.....	52
FIGURA 17 - RESERVATÓRIO DE DETENÇÃO.....	55
FIGURA 18 - RESERVATÓRIO DE RETENÇÃO	56
FIGURA 19 - LOCALIZAÇÃO E DELIMITAÇÃO DAS BACIAS ESTUDADAS	92
FIGURA 20 - HIDROGRAMAS DEMONSTRANDO O AMORTECIMENTO DE VAZÃO EM UMA BACIA DE DETENÇÃO (VM ENGENHARIA)	94

ABREVIATURA E SIGLAS

ABRASIP - Associação Brasileira de Sistemas Prediais

EPA – Agência de Proteção Ambiental Americana

CTH – Centro Tecnológico de Hidráulica -

DPO – DAEE - Diretoria de Procedimentos de Outorga e Fiscalização do DAEE

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica

SDU – Sistema de Drenagem Urbana

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE JACAREÍ 2020 - 2040			
RELATÓRIO PRELIMINAR PROGNÓSTICO TÉCNICO E PARTICIPATIVO DO MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS E DRENAGEM			
Elaborado por: VM Engenharia de Recursos Hídricos Ltda. EPP CNPJ nº. 04.257.647/0001-54		Supervisionado por: Prefeitura Municipal de Jacareí Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Jacareí	
Aprovado por: Prefeitura Municipal de Jacareí Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Jacareí		Versão:	Finalidade:
		Original	Para Avaliação
		VM Engenharia de Recursos Hídricos Ltda. EPP R. Jesuíno de Arruda, 2763 - Fundos São Carlos - SP, CEP 13560-642 (16) 9-9115-8663 contato@vmengenharia.com.br	

1. INTRODUÇÃO, CONTEXTUALIZAÇÃO, CONCEITOS E DIRETRIZES DAS AÇÕES NECESSÁRIAS AO MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS

1.1. MACRODRENAGEM

Os sistemas de macrodrenagem são constituídos pela drenagem natural das bacias hidrográficas ocupadas pela urbanização e situados no perímetro urbano. Os fundos dos vales recebem as contribuições das redes de microdrenagem existentes. Os canais naturais já se encontram bastante modificados, com intervenções, tais como: barragens, travessias e canalizações.

Tratando-se de cursos d'água cadastrados nas cartas geográficas do IBGE e que tem escoamento perene, cabe ao DAEE, em primeira instância, a análise e aprovação de qualquer intervenção nesse sistema. Jacareí situa-se na Bacia do Paraíba e Litoral Norte e é atendida por essa autarquia à Praça Santa Luzia, 25, CEP: 12010-510 Taubaté – SP, Telefone: (12) 3632.9133 / 3632.9554, e-mail: bpb@daee.sp.gov.br.

Alguns problemas críticos de macrodrenagem são causados por interferências que não foram adequadamente projetadas. Para que não haja prejuízos à população e a outros empreendimentos próximos às interferências, é mister que a elaboração de projetos desse porte seja cercada de diversos limitantes.

As metodologias e instruções que serão apresentadas nos itens a seguir têm por objetivo orientar a elaboração de projetos de interferências em recursos hídricos e estão todas em consonância com as diretrizes do DAEE.

As publicações básicas utilizadas para elaboração de projetos no âmbito da macrodrenagem devem estar condizentes com os seguintes textos:

- ❖ Guia prático para projetos de pequenas obras hidráulicas, DAEE (2006)
- ❖ Instruções Técnicas DPO N° 08 de 30/05/2007, à Instruções Técnicas DPO N° 15 de 19/10/2018, da Diretoria de Procedimentos de Outorga e Fiscalização do DAEE;

- ❖ Manual de Cálculo das Vazões Máximas, Médias e Mínimas nas Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo, DAEE (1994).

Estudos hidrológicos para a determinação da vazão de projeto

A vazão máxima de projeto para um determinado curso d'água está vinculada à segurança da obra e à probabilidade de ocorrência de um evento na bacia de contribuição da seção em estudo.

Existem duas maneiras de se determinar a vazão de projeto: uma faz uso de série histórica de posto fluviométrico localizado no curso d'água e a outra, por meio de métodos sintéticos, baseados em dados pluviométricos e que são indicados conforme o tamanho da bacia de contribuição.

Caso exista série histórica disponível para determinação da vazão de projeto, e que essa série de dados seja de no mínimo 3 (três) anos, os métodos indicados são:

- ❖ Método CTH: indicado para série histórica com extensão entre 3 a 10 anos;
- ❖ Método Gradex: série histórica com dados de 10 a 25 anos;
- ❖ Método Estatístico: série superior a 25 anos;

Não havendo série histórica disponível de vazões para o local em estudo ou se a existente for inferior a 3 (três) anos de extensão, o DAEE indica a utilização de métodos sintéticos de acordo com o “Manual de Cálculo de Vazões Máximas, Médias e Mínimas nas Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo”, de acordo com a dimensão da bacia:

- ❖ **Método racional:** indicado para área de drenagem inferior a 2 km²;
- ❖ **Método I-Pai-Wu:** área de drenagem entre 2 km² e 200 km²;
- ❖ **Método do Professor Kokei Uehara:** área de drenagem entre 200 km² e 600 km²;
- ❖ **Hidrograma unitário:** Propagação, indicado para locais com área de drenagem superior a 600 km².

Observação:

- ❖ É admitida pelo DAEE a utilização de programas computacionais de auxílio a tomadas de decisões nas bacias complexas, como o CAbc (Software para simulação hidrológica de Bacias Complexas);

- ❖ Quaisquer intervenções em recursos hídricos no Estado de São Paulo deverão ser previamente aprovadas pelo DAEE.

Período de Retorno:

O período de retorno representa o risco que será assumido no dimensionamento das obras e conforme orientações do DAEE. Os valores adotados variam conforme o tipo e a dimensão do empreendimento, como colocado a seguir:

Quadro 1 - Valores mínimos de tempo de retorno para projetos de canalizações e travessias
Fonte: DPO – DAEE - I.T n°11, (2017)

Localização	TR (anos)
Zona rural	25*
Zona urbana ou de expansão urbana	100
* Em projetos de canalizações ou de travessias de maior importância ou porte, independentemente de sua localização, recomenda ser adotado o mínimo de 100 anos para o período de retorno.	

Quadro 2 - Valores mínimos de tempo de retorno para projetos de canalizações e travessias
Fonte: DPO – DAEE - I.T n°11, (2017)

Maior altura do barramento H (m)	TR (anos)	
	Região de influência a jusante	
	Sem risco para habitações ou pessoas	Com risco para habitações ou pessoas
$H \leq 5$	100	500
$5 < H \leq 10$	500	1.000
$H > 10$	1.000	10.000

Escoamento superficial direto:

Os coeficientes relacionados com o escoamento superficial que devem ser considerados nos cálculos da vazão máxima de projeto são os coeficientes de uma condição futura, determinadas após análise da situação atual da bacia de acordo com projeções da evolução dos usos e ocupação dos solos.

O quadro apresentado a seguir apresenta os valores mínimos dos coeficientes de escoamento superficial das principais metodologias. Cabe salientar que, considerando que dentro da bacia existam áreas com diferentes coeficientes, o valor final ponderado com as áreas de atribuição deverá ser superior ao indicado no referido quadro.

Quadro 3 - Valores mínimo para os coeficientes relacionados com o escoamento superficial
-- Fonte: DPO - DAEE I.T nº11, (2017)

Coeficiente / Parâmetro	Valor mínimo
Coeficiente de Escoamento Superficial Direto (C; C ₂)	0,25
Número da Curva (CN)	60
Onde: (C) – utilizado no método “Racional”; (C ₂) – do método “I-Pai-Wu Modificado”; (CN) – do método do “Soil Conservation Service”.	

Observação: A Prefeitura Municipal de Jacaré pode SE reservar o direito de exigir a utilização de valores mais restritivos a serem adotados quando da apresentação de uma intervenção na área urbana da cidade.

Tempo de concentração;

Segundo I.T. DPO nº11 do DAEE, em nenhuma hipótese deverão ser utilizados tempos de concentração maiores do que os calculados com a equação de Kirpich enunciada a seguir:

$$t_c = 57 \cdot \left(\frac{L^2}{S} \right)^{0,385} \quad [\text{min}]$$

Sendo que L é o comprimento do talvegue [km] e S é a declividade [m/m].

Equações de chuvas intensas:

Para o município de Jacaré, a equação de chuva a ser adotada é a de Taubaté, guardando proximidade e características climáticas semelhantes às do município. A equação utilizada foi extraída da publicação Precipitações Intensas no Estado de São Paulo DAEE – FCTH – 2018, pág. 221. A seguir, estampa-se a referida folha com os dados das chuvas intensas:

4.71 Precipitações intensas para Taubaté

Nome da estação/ Entidade: Taubaté – E2-022R/ DAEE

Autor: Martinez e Magni (1999)

Coordenadas geográficas: Lat. 23° 02'S; Long. 45° 34'W

Altitude: 610 m

Duração da Estação: 1963-2012

Período de dados: 1964-1965; 1969-1988; 1990-1997 (30 anos).

$$I_{t,T} = 54,53 (t+30)^{-0,9637} + 11,03 (t+20)^{-0,9116} \cdot [-0,4740 - 0,8839 \ln \ln(T/T-1)]$$

para $10 \leq t \leq 1440$

Onde: i: intensidade da chuva, correspondente à duração t e período de retorno T, em mm/min;

t: duração da chuva em minutos;

T: período de retorno em anos.

Tabela 4.141 – Taubaté: Previsão de máximas intensidades de chuvas, em mm/h.

Duração t (minutos)	Período de retorno T (anos)								
	2	5	10	15	20	25	50	100	200
10	89,0	118,9	138,7	149,8	157,6	163,6	182,2	200,6	218,9
20	72,0	95,0	110,2	118,7	124,7	129,4	143,6	157,8	171,9
30	60,5	79,2	91,6	98,6	103,5	107,3	118,9	130,5	142,0
60	41,0	53,2	61,3	65,8	69,0	71,5	79,1	86,6	94,1
120	25,1	32,4	37,3	40,0	41,9	43,4	47,9	52,4	56,9
180	18,1	23,4	26,9	28,9	30,3	31,4	34,6	37,9	41,2
360	10,0	12,9	14,9	16,0	16,8	17,3	19,2	21,0	22,8
720	5,3	6,9	8,0	8,6	9,0	9,3	10,3	11,3	12,3
1080	3,6	4,8	5,5	5,9	6,2	6,4	7,1	7,8	8,5
1440	2,8	3,6	4,2	4,5	4,8	4,9	5,5	6,0	6,5

Estudos Hidráulicos - Condições para o dimensionamento:

O projeto hidráulico de canalizações, estruturas extravasoras de barramentos e seções transversais de travessias deverão ser realizados com base na vazão máxima de projeto, ou seja, o dispositivo deve escoar a vazão de projeto seguindo as restrições que se seguem.

Folga sobre o dimensionamento;

No dimensionamento deverão ser observados os valores mínimos de folga, ou seja, bordas livres.

Quadro 4 – Valores mínimos de folga sobre dimensionamento - I.T. DPO n.º 11 do DAEE

Obra Hidráulica	Tipo / Características	Folga sobre dimensionamento (f)
Canalização	seção aberta	$f \geq 0,20 h_{TR}$
	seção em contorno fechado	$f \geq 0,20 H$
Travessia	aérea (pontes)	$f \geq 0,20 h_{TR}$; com $f \geq 0,4$ m
	intermediária (galerias)	$f \geq 0,20 H$
	bueiro	Previsto para trabalhar em carga
Barramento	qualquer tipo, exceto soleiras submersíveis	$f \geq 0,10 H_M$; com $f \geq 0,5$ m

Sendo que:

“ h_{TR} ” - profundidade da lâmina d’água correspondente à vazão máxima de projeto, associada a um período de retorno (TR), já indicado;

Canalizações em seção aberta: “f” é o desnível entre a linha d’água correspondente à máxima vazão possível de escoar sem extravasamento e a lâmina d’água correspondente à vazão máxima de projeto;

Canalizações em contorno fechado: “H” é a altura máxima da seção transversal, medida internamente;

Travessias aéreas: “f” é o desnível entre a face inferior da estrutura de sustentação do tabuleiro da ponte e a lâmina d’água correspondente à vazão máxima de projeto;

“ H_M ” - maior altura do barramento (desnível entre a cota de coroamento do maciço e o talvegue na seção da barragem).

Coefficiente de rugosidade

Os coeficientes de rugosidade de Manning recomendados pelo DAEE para determinação da capacidade de escoamento em canais, são:

Quadro 5 – Valores recomendados para o coeficiente de Manning – I.T, nº 11 da DPO - DAEE

Tipo de superfície ou de revestimento	n
Terra	0,035
Gramma	
Rachão	
Gabião	0,028
Pedra argamassada	0,025
Aço corrugado	0,024
Concreto	0,018

Restrições de velocidade:

As velocidades máximas permissíveis para escoamento em canais relacionadas com o tipo de revestimento estão apresentadas abaixo:

Quadro 6 – Instrução Técnica nº 11 da DPO – DAEE

Revestimento	Velocidade Máxima (m/s)
Terra	1,5
Gabião	2,5
Pedra argamassada	3,0
Concreto	4,0

1.2. MICRODRENAGEM:

Os sistemas de microdrenagem consistem em coletar e conduzir as águas de chuva que se precipitam sobre áreas impermeáveis como o sistema viário, os imóveis, parques, loteamentos, áreas residenciais, comerciais e industriais urbanas. O principal elemento dos sistemas de microdrenagem são as galerias.

Fazem parte desse sistema também, estruturas como: bocas coletoras (boca de lobo), sarjetas, poços de visita, além de estruturas especiais, como dissipadores de energia, descidas d'água em degraus, entre outros elementos.

Não existe norma da ABNT para o dimensionamento dos elementos da microdrenagem. Os projetos, no entanto, devem seguir as recomendações da bibliografia consagrada.

A seguir está apresentado a metodologia básica para o dimensionamento das principais estruturas de um sistema de microdrenagem.

1.2.1. DADOS DE UM PROJETO DE GALERIAS PLUVIAIS

Para que seja possível iniciar a concepção de uma rede de galerias e executar o dimensionamento dos elementos de microdrenagem, é necessário que se tenha em mãos diversos documentos, com as informações essenciais da área em estudo, tais como:

- ❖ Planta topográfica da área em estudo e da bacia de contribuição, em escala 1: 2.000 com indicações dos arruamentos existentes e projetados, curvas de nível de 2 em 2 metros e o curso d'água receptor;
- ❖ Nivelamento geométrico das vias públicas, com apresentação das cotas em todos os pontos de cruzamento, de mudança de direção e do perfil das vias públicas;
- ❖ Dados sobre a urbanização. No caso de urbanização existente na bacia drenada, obter no campo e junto à Prefeitura, informações relativas à sua urbanização na condição atual, como também a prevista no plano diretor, a saber:
- ❖ Tipo de ocupação das áreas (residências, comércio, praças);
- ❖ Porcentagem de ocupação dos lotes;
- ❖ Ocupação do solo nas áreas não-urbanizadas pertencentes à bacia;
- ❖ Áreas reservadas à recreação;
- ❖ Informações geotécnicas da área e do lençol freático;
- ❖ Localização dos pontos de lançamento final;
- ❖ Dados relativos ao curso d'água receptor;
- ❖ Dispor de informações sobre os níveis máximos do rio no qual será efetuado o lançamento final;
- ❖ Levantamento topográfico do local deste lançamento; e

- ❖ Cadastramento de outros sistemas de drenagem existentes.

Além desses documentos, o responsável técnico poderá requisitar outras informações após uma visita técnica.

1.2.2. CÁLCULO DAS VAZÕES - MÉTODO RACIONAL:

O procedimento de cálculo das vazões de contribuição deverá ser realizado por meio do Método Racional. No entanto, outras metodologias poderão ser utilizadas, desde que devidamente justificadas. Esse método é indicado para bacia que não apresentem complexidade e com áreas não superiores a 2 km². “O método racional, adequadamente aplicado, pode conduzir a resultados satisfatórios em projetos de drenagem urbana, que tenham estruturas hidráulicas como galerias, bueiros, etc. e ainda para estruturas hidráulicas projetadas em pequenas áreas rurais” (CETESB, 1986).

A descarga de cada bacia de contribuição pode ser calculada com a seguinte fórmula:

$$Q = 1,667 \cdot C \cdot i \cdot A$$

Sendo que:

Q: vazão em L/s;

A: área de drenagem em km²;

C: coeficiente de escoamento superficial (*runoff*);

i: intensidade de precipitação (mm/min)

Após o traçado das bacias de contribuição nos pontos da rede, os cálculos das vazões se darão para cada uma dessas áreas.

Informações quanto ao coeficiente de escoamento superficial a ser utilizado podem ser encontradas na bibliografia especializada. A equação de chuva a ser utilizada é a de São José dos Campos.

1.2.3. COEFICIENTES DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL:

O Método Racional tem como princípio básico a adoção de um coeficiente único (C), ou *runoff*. Esse coeficiente representa o grau de impermeabilização ou de urbanização da bacia. O coeficiente C assume valores maiores quanto menor a possibilidade de a água precipitada infiltrar-se no solo, ou de ficar retida pela vegetação, ou seja, quanto maior for a parcela de escoamento superficial.

O DAEE propõe em suas publicações os valores a serem utilizados em projeto. No entanto, o coeficiente médio da área de drenagem, considerando todos os tipos de ocupação não deve ser inferior ao apresentado no colocado a seguir:

Quadro 7 – Valores do coeficiente de escoamento superficial - Fonte: DAEE (2006)

Uso do solo ou grau de urbanização	Valores	
	Mínimos	Máximos
Área totalmente urbanizada Urbanização futura	0,5	1,0
Área parcialmente urbanizada Urbanização moderada	0,35	0,5
Área predominantemente de plantações, pastos, etc. Urbanização atual	0,2	0,35

O valor do coeficiente será calculado pela média ponderada entre os diversos coeficientes indicados na bacia e a área correspondente a cada um. Com base nesses valores, a Prefeitura Municipal, a seu critério, poderá indicar valores mais restritivos a serem utilizados pelo projetista.

1.2.4. TEMPO DE RETORNO:

Para drenagem urbana, muitos autores recomendam período de retorno de 5 anos. Tucci (2004) recomenda que o período de retorno em áreas urbanas esteja de acordo com o

adensamento populacional previsto para a região podendo variar de 2 a 25 anos. Para Jacareí, podemos considerar que, para novos empreendimentos, o TR seja igual ou superior a 10 anos.

1.2.5. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO:

O tempo de concentração em cada ponto da rede apresenta dois componentes, o primeiro relativo ao escoamento superficial até o elemento da rede e o segundo o escoamento pelo elemento.

Tempo de concentração para dimensionamento das sarjetas (Escoamento superficial até a sarjeta):

O tempo de concentração (t_c) de uma bacia urbana é constituído por três parcelas, a saber:

$$t_c = t_s + t_n + t_q$$

Onde:

t_s : tempo de escoamento em superfície;

t_n : tempo de escoamento em canais rasos (sarjetas);

t_q : tempo de escoamento em trecho canalizado (galerias pluviais e canais).

t_s : corresponde ao tempo de escoamento superficial inicial que decorre do início da bacia de contribuição até a sarjeta, conforme a figura colocada a seguir:

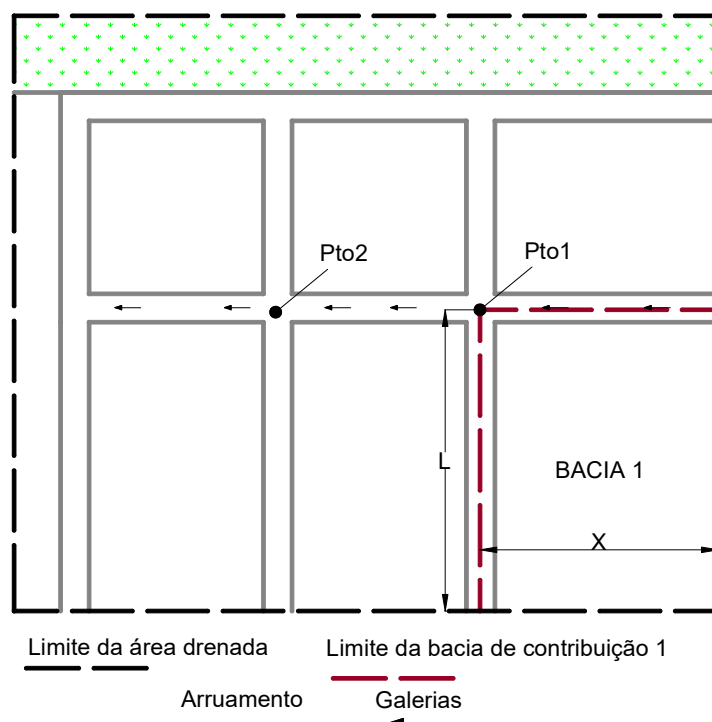


Figura 1 - Exemplo de sistema de drenagem

t_s em minutos, pode ser obtido pelo gráfico da colocado a seguir. Para tanto são necessárias as seguintes informações: declividade (m/m), extensão do percurso, que costuma variar de 50 a 100 m, coeficiente de escoamento superficial, adimensional que depende da superfície do terreno do Método Racional (*runoff*).

O ábaco colocado a seguir, auxiliará a determinação desse valor parcial do t_c :

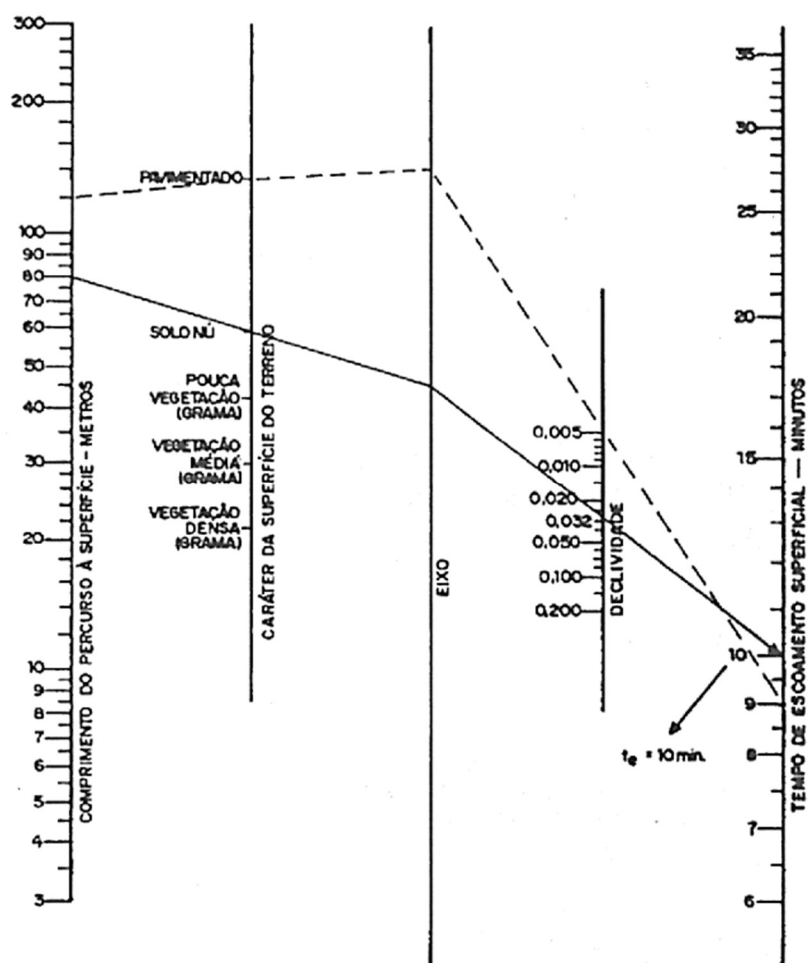


Figura 2 - Ábaco para determinação do tempo de escoamento superficial - Fonte: Drenagem e Controle d Erosão Urbana -FENDRICH 1997

Escoamento superficial pela sarjeta (t_n):

Respeitando-se as restrições expostas anteriormente, a velocidade de escoamento pode ser calculada com a equação abaixo, fórmula de Manning modificada por IZZARD:

$$V = \frac{0,375 \times \left(\frac{Z}{n}\right) \times i^{\frac{1}{2}} \times y^{\frac{8}{3}}}{Z \times \frac{y^2}{2}}$$

Sendo que:

V é a velocidade máxima em m/s;

Z é o inverso da declividade transversal (da rua);

i é a declividade longitudinal em m/m

y é a lâmina d'água em metros;

n é o coeficiente de rugosidade do revestimento;

O tempo de escoamento pela sarjeta, em minutos, será igual a:

$$t_n = \frac{L}{V}$$

Sendo que:

V é a velocidade de escoamento em m/min

L é o comprimento do trecho de sarjeta em metros; (respeitando os limites acima expostos)

Tempo de concentração para dimensionamento das galerias (t_c):

Duração do escoamento até a galeria:

O tempo de concentração até a galeria é a somatória dos tempos do escoamento até a sarjeta ($t_s + t_n$), com a duração do escoamento pela sarjeta contada até o ponto onde a descarga total seja superior a capacidade admissível da sarjeta.

Duração do escoamento pela galeria (t_q):

Para a determinação da duração do escoamento em determinado trecho da galeria, conhecendo-se as velocidades limites, que são as mesmas que aplicadas para as sarjetas, e observando-se as restrições impostas para projetos de galerias, procede-se da mesma forma que para as sarjetas, calculando o tempo pela relação entre comprimento e velocidade de escoamento.

1.2.6. DIMENSIONAMENTO DOS ELEMENTOS DE MICRODRENAGEM:

Sarjetas

São canais situados nas laterais das ruas, entre o leito viário e os passeios para pedestres, em geral de seção transversal triangular. Tem a função de coletar as águas de escoamento superficial e transportá-las até as bocas coletoras. São limitadas verticalmente pela guia do passeio, têm seu leito em concreto ou no mesmo material de revestimento da pista de rolamento.

O dimensionamento das sarjetas é feito com a fórmula de Chèzy com coeficiente de Manning. O cálculo da vazão é discriminado a seguir:

$$V = \frac{1}{n} \times R_H^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = A \times V$$

$$R_H = \frac{A}{P}$$

Onde:

V: velocidade de escoamento (m/s)

N: coeficiente de Manning

S: declividade longitudinal da sarjeta (m/m)

Q: vazão na sarjeta (m³/s)

A: seção transversal da sarjeta (m²)

P: perímetro molhado da seção (m)

O dimensionamento hidráulico da sarjeta deve ser feito considerando-se que haverá uma lâmina máxima, cujo valor evita o transbordamento do canal e que é função da geometria do perfil transversal da via pública.

A seguir estão algumas considerações para o cálculo da declividade transversal (Z), conforme CETESB (1986):

Para sarjetas típicas:

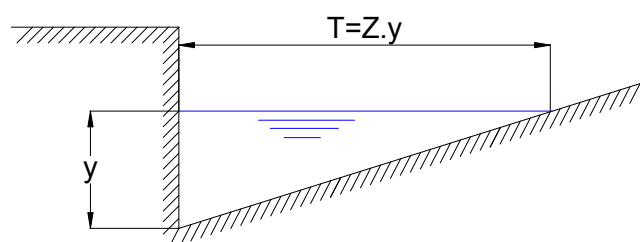


Figura 3 - Declividade transversal em sarjeta de seção típica

A declividade $Z = T/y$, sendo T a dimensão na horizontal da área ocupada pela vazão Q.

Sarjetões:

Para sarjetões o valor de Z deve ser calculado por:

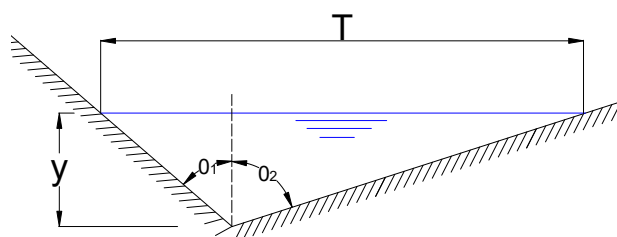


Figura 4 - Declividade transversal em sarjetões

$$Z = \frac{T}{y} \text{ ou } Z = tg\theta_1 + tg\theta_2$$

A descarga admissível na sarjeta deve ser calculada multiplicando-se a capacidade teórica por um fator de redução, tal fator tem por objetivo considerar a menor capacidade efetiva das sarjetas de pequena declividade (acúmulo de sedimentos), como também os riscos para os pedestres no caso de sarjetas de alta declividade, devida a elevadas velocidades de escoamento.

Portanto capacidade admissível das sarjetas é dada por:

$$Q_{Admissível} = F \cdot Q_{teórica}$$

O ábaco colocado a seguir auxilia o cálculo dos fatores de redução de capacidade aplicados de acordo com a declividade, para ruas e avenidas:

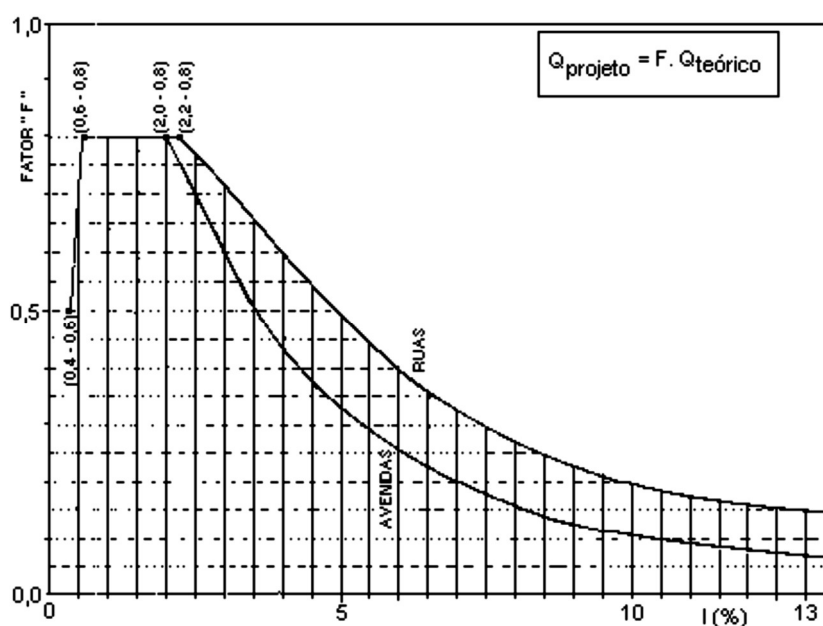


Figura 5 - Fator de redução de capacidade das sarjetas - Fonte: Fernandes (2002)

Além do gráfico colocado anteriormente, podem-se utilizar também os fatores de redução de escoamento de sarjetas apresentados no quadro colocado a seguir:

Quadro 8 - Fatores de redução de escoamento em sarjetas (DAEE – CETESB 1986)

Declividade da sarjeta (%)	Fator de redução
0,4	0,5
1 a 3	0,8
5	0,5
6	0,4
8	0,27
10	0,2

Considerações e Restrições:

Para o dimensionamento de sarjetas segue abaixo algumas restrições e considerações, quanto às velocidades limites e rugosidade dos canais.

O coeficiente de Manning, que depende da rugosidade, para canais em concreto em condições boas adotado será de 0,017.

As velocidades de escoamento nas sarjetas devem respeitar os seguintes limites:

$$V_{\text{máx}} = 4 \text{ m/s (DAEE, 2006);}$$

$$V_{\text{min}} = 0,8 \text{ m/s.}$$

O limitante mínimo é imposto para que não haja acúmulo de sedimentos, o que diminui a área útil para o escoamento. Já o limite máximo, garante a segurança dos pedestres.

A Prefeitura, a seu critério, reserva-se o direito de exigir dispositivos padronizados.

1.2.7. BOCA COLETORA - BOCA DE LOBO:

Destinados a captar as águas das sarjetas e conduzi-las as galerias, esses dispositivos serão implantados a montante dos trechos onde a capacidade de escoamento da via pública for inferior à vazão afluente. Seu posicionamento deve seguir as seguintes recomendações:

- ❖ Devem ser localizadas em ambos os lados da rua a montante do ponto onde o escoamento pluvial atingir o limite da capacidade hidráulica da sarjeta, para o valor da altura máxima de água;
- ❖ Esgotar toda a vazão de projeto de sua bacia de contribuição;
- ❖ Serão locadas nos pontos baixos das quadras;
- ❖ Indica-se que a instalação de boca de lobo seja feita em pontos pouco a montante de cada faixa de cruzamento, junto às esquinas, para evitar enxurradas convergentes, prejudiciais ao trânsito de pedestres.

Tipos de boca coletora

A Prefeitura Municipal de Jacareí se reserva o direito de exigir bocas de lobo padronizadas. De acordo com Fernandes (2002), a escolha do tipo de estrutura coletora a ser adotada é de grande importância para a eficiência da drenagem. Para que esta opção seja correta, devem-se analisar diversos fatores físicos e hidráulicos, tais como ponto de localização, vazão de projeto, declividade transversal e longitudinal da sarjeta e da Rua, interferência no tráfego e possibilidades de obstruções.

A seguir são citadas, para alguns tipos de boca coletora, as situações em que melhor cada uma se adapta:

- ❖ **Boca coletora lateral ou simples**, indicadas para pontos intermediários em sarjetas com pequena declividade longitudinal (1 a 5%); presença de materiais obstrutivos nas sarjetas; vias de tráfego intenso e rápido; montante dos cruzamentos.
- ❖ **Boca coletora com grelha**: sarjetas com limitação de depressão; inexistência de materiais obstrutivos; em pontos intermediários em ruas com alta declividade longitudinal (1 a 10%).
- ❖ **Combinada**: pontos baixos de ruas; pontos intermediários da sarjeta com declividade média entre 5 e 10%; presença de detritos.

Os tipos de bocas de lobo para as quais será apresentado o dimensionamento nos itens a seguir são as localizadas nos pontos baixos das ruas e sem depressão para entrada da água, detalhes sobre bocas coletoras com depressão, como também as localizadas em pontos intermediários das sarjetas podem ser encontrados em:

- ❖ **Drenagem Urbana**, Manual de Projeto da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB; Engenharia de Drenagem Superficial de Paulo Sampaio Wilken;
- ❖ **Manual de Hidráulica** de José M. de Azevedo Netto;
- ❖ **Microdrenagem, Um Estudo Inicial** de Carlos Fernandes.

Dimensionamento de Boca de lobo simples

As bocas de lobo podem funcionar sob duas condições de escoamento: escoamento com superfície livre que funciona como vertedor e afogado na qual a boca de lobo trabalha como orifício.

Para a determinação da capacidade de esgotamento da boca de lobo simples em pontos baixos das sarjetas, pode ser utilizada a figura colocada a seguir, sendo utilizado tanto para o escoamento como superfície livre quanto para o escoamento afogado.

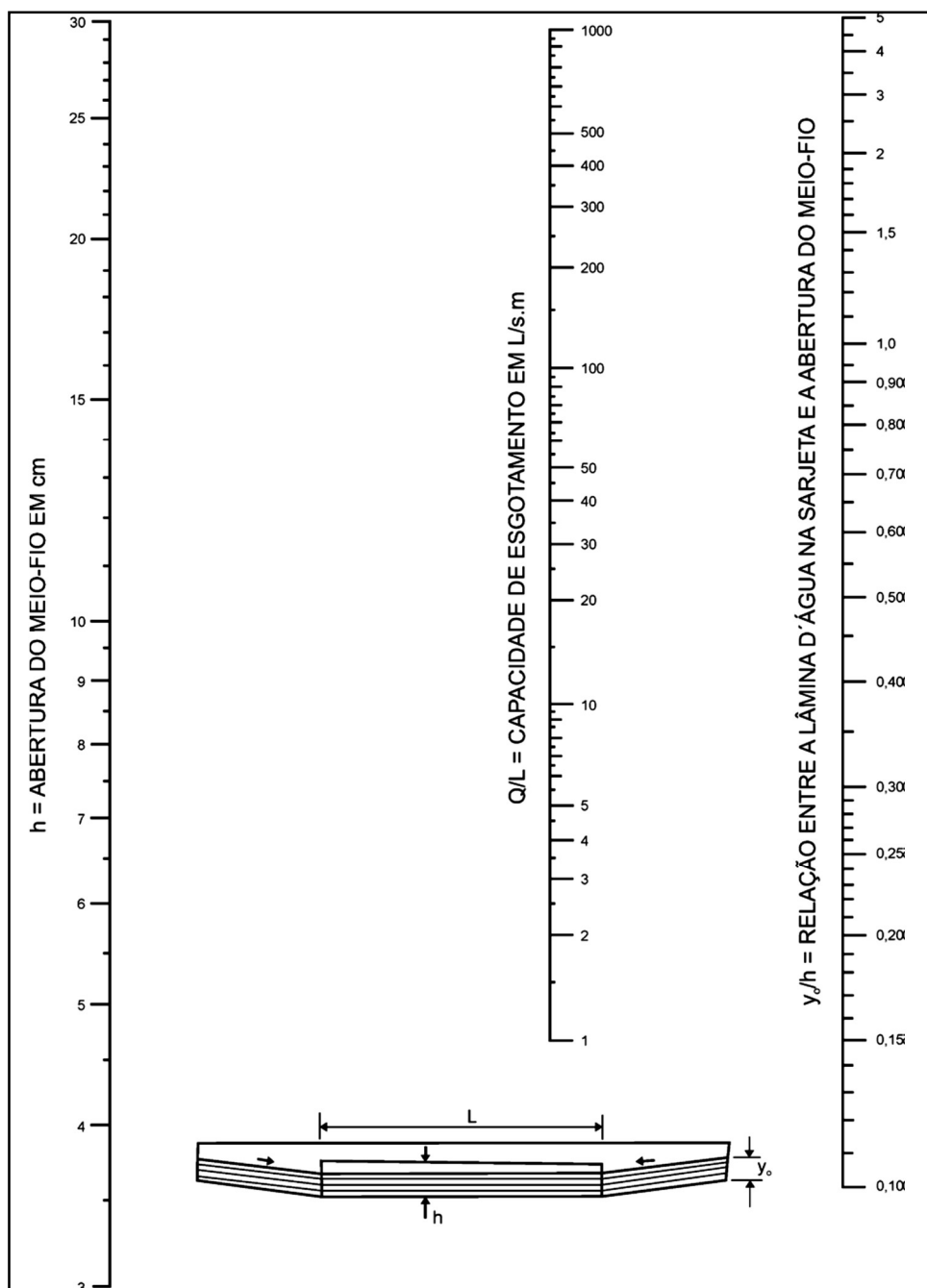


Figura 6 - Nomograma para cálculo da capacidade de engolimento da sarjeta ilustrada CETESB (2006)

O nomograma da figura colocada a seguir foi construído sobre as seguintes hipóteses:

- ❖ Para alturas d'água até a altura da abertura ($y/h \leq 1$)

Para essa situação, a boca-de-lobo funciona como vertedor, sendo que a relação entre a vazão e a abertura é dada pela fórmula:

$$\frac{Q}{L} = 1,703 \cdot y^{3/2}$$

Onde: y = altura da água na entrada, em m;
 h = altura da abertura no meio-fio, em m; Q = vazão máxima esgotada pela boca-de-lobo, em m³/s
 L = comprimento da abertura, em m;

- ❖ Para alturas d'água iguais ou maiores que duas vezes a altura da abertura ($y/h \geq 2$):

Supõe-se para esse caso que a boca-de-lobo funciona como orifício, sendo a vazão dada pela fórmula derivada dos orifícios:

$$\frac{Q}{L} = 3,101 \cdot h^{3/2} \cdot \left(\frac{y'}{h}\right)^{1/2}$$

Sendo que:

y' é a carga no meio da abertura do meio-fio, ou seja:

$$y' = y - \frac{h}{2}$$

- ❖ Para alturas d'água entre uma e duas vezes a altura da abertura no meio-fio

O funcionamento da boca de lobo é indefinido, adotando-se uma transição no nomograma.

Dimensionamento de Boca de lobo com grelhas

De acordo com CETESB (1986), o dimensionamento de bocas coletoras do tipo grelhas é realizado considerando-se sempre que essas estejam limpas, isentas de quaisquer obstruções e que operam com a máxima eficiência. Como nem sempre essas condições são atendidas, é usual a adoção de coeficientes de redução da capacidade teórica da vazão.

As grelhas funcionam como vertedor de soleira livre para profundidade de lâmina d'água de até 12 cm e passam a funcionar como orifício somente com lâmina superior a 42 cm, de acordo com *United States Army Corps of Engineers*, para lâmina intermediárias o funcionamento é indefinido.

As grelhas são dimensionadas considerando essas duas condições citadas acima:

Para $y < 0,12 \text{ m}$
 (A boca de lobo funciona como vertedor)
$$\frac{Q}{p} = 1,655 \cdot y^{1,5}$$

Para $y > 0,42 \text{ m}$
 (A boca de lobo funciona como orifício)
$$\frac{Q}{A_u} = 2,91 \cdot y^{0,5}$$

O perímetro “p” da abertura das grelhas é calculado sem levar em consideração as barras internas e descontando-se os lados por onde a água não entra (lado junto a face da guia).

n: número de aberturas da grelha

A área útil (A_u) deve se excluir da área total as áreas das barras.

$$A_u = n \times (a_1 \times e) \qquad p = 2 \times (a_1 + a_2)$$

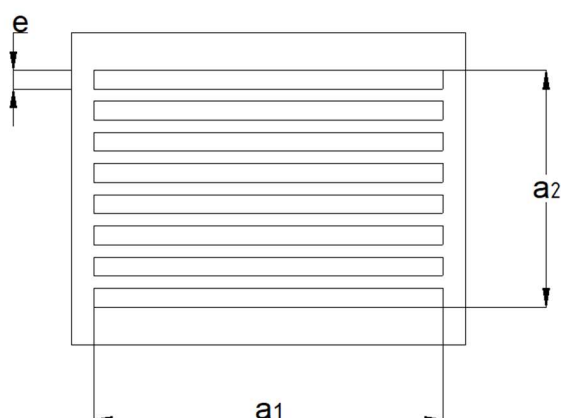


Figura 7 - Boca de lobo com grelha

Eficiência das bocas coletoras

A capacidade de esgotamento real das bocas de lobo é menor que a teórica devido a vários fatores, tais como: obstrução por lixo e entulho, irregularidades nos pavimentos das Ruas junto as sarjetas, entre outros. Para que essas situações possam ser consideradas, no quadro colocado a seguir, são propostos alguns coeficientes de redução.

Quadro 9 - Fator de redução de escoamento para boca de lobo Fonte: DAEE/CETESB (1986)

Localização nas sarjetas	Tipo de boca-de-lobo	% permitida sobre o valor teórico
Ponto baixo	Simples	80
	Combinada	65
	Com grelha	50
Ponto intermediário	Simples	80
	Grelha longitudinal	60
	Grelha transversal, ou longitudinal com barras transversais	50
	Combinada	110% dos valores indicados para a grelha correspondente

O posicionamento das bocas coletoras deve seguir as seguintes recomendações:

- ❖ Devem ser locadas em ambos os lados da rua quando a saturação da sarjeta assim o exigir ou a montante do ponto onde forem ultrapassadas as suas capacidades de engolimento;
- ❖ Serão locadas nos pontos baixos das quadras;
- ❖ Recomenda-se adotar um espaçamento máximo de 60 m entre as bocas-de-lobo caso não seja analisada a capacidade de descarga da sarjeta;
- ❖ Indica-se que a instalação de bocas-de-lobo seja feita em pontos pouco a montante de cada faixa de cruzamento usada pelos pedestres, junto às esquinas;
- ❖ Não é aconselhável a sua localização junto ao vértice do ângulo de interseção das sarjetas de duas Ruas convergentes pelos seguintes motivos:
- ❖ Os pedestres, para cruzarem uma rua, necessitarão saltar a torrente num trecho de máxima vazão superficial; e
- ❖ As torrentes convergentes pelas diferentes sarjetas terão como resultante um escoamento de velocidade contrária ao da afluência para o interior da boca-de-lobo.

1.2.8. GALERIAS

O dimensionamento das galerias se processa, usualmente, por meio da equação Chèzy com coeficiente de Manning. O equacionamento para seções circulares pode ser encontrado em PORTO (1998), NETTO, et al (1998) entre outras bibliografias consagradas.

O roteiro de cálculo deve atentar para as recomendações e restrições apresentadas a seguir:

Recomendações e restrições de projeto:

❖ Diâmetro Mínimo

Propõe-se para Jacareí que o diâmetro mínimo das galerias em concreto deva ser de 0,6 metros, admitindo-se 0,40 m para os ramais entre as bocas de lobo e as galerias.

❖ Lâmina máxima

De acordo com Porto (1998) a situação em que as galerias escoam sua vazão máxima é quando o escoamento apresenta lâmina d'água é igual a 95% do diâmetro e não em seção plena, portanto essas devem ser projetadas de forma que a altura máxima d'água não ultrapasse 95% de seu diâmetro.

❖ Limites de velocidade

O limite de velocidade em galerias é 4,0 m/s.

❖ Coeficiente de rugosidade

Para tubulações em concreto o coeficiente de rugosidade de Manning pode ser adotado igual a 0,017 para condições regulares, segundo Porto (1998).

❖ Profundidade da tubulação

Para o emprego de tubulações sem estrutura especial, o cobrimento mínimo será de 1 metro sob o leito carroçável. Quando, por imposição da topografia, este limite não puder ser atendido, haverá necessidade do emprego de tubulações especialmente dimensionadas do ponto de vista estrutural.

No caso de as tubulações não estarem localizadas sob o leito carroçável, admite-se um recobrimento de 0,80 m. O recobrimento máximo permitido será de 3,5 m.

1.2.9. POÇOS DE VISITA

Os poços de visita são dispositivos que têm a finalidade de permitir mudanças das dimensões das galerias ou de sua declividade e direção, como também permitir a limpeza nas galerias e a verificação de seu funcionamento e eficiência. São localizados também quando, para um mesmo local, concorrem mais de um coletor.

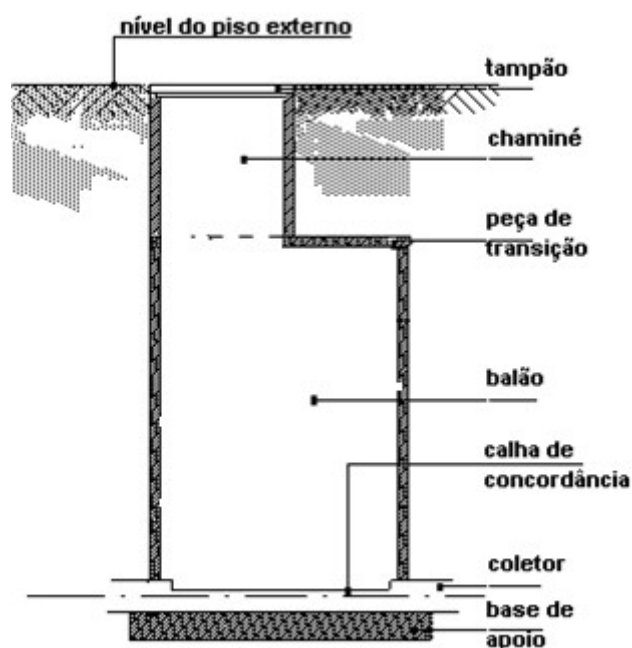


Figura 8 - Poço de visita tradicional - Fonte: FERNANDES (2002)

Seu posicionamento deve ser realizado após o dimensionamento e localização das bocas de lobo e sarjetas, visando atender toda vazão escoada por meio destes. Empregam-se os poços de visitas em:

- ❖ Cabeceiras das redes;
- ❖ Mudanças de direção da rede;
- ❖ Alterações de diâmetro;
- ❖ Alterações de posição e/ou direção da geratriz do interior da tubulação;
- ❖ Desníveis nas calhas;
- ❖ Mudanças de material;

- ❖ Encontro de redes;

Demais recomendações:

- ❖ A distância máxima entre dois Poços de Visita será de 100m;
- ❖ Nos loteamentos novos a municipalidade poderá exigir a utilização de PV padronizado; condomínios fechados poderão apresentar outros dispositivos que serão aprovados ou não a critério da equipe técnica da Prefeitura.

1.2.10. RECOMENDAÇÕES E RESTRIÇÕES DE PROJETO

- ❖ Quando se verificar o aumento do diâmetro de um trecho para outro, no poço de visita correspondente, a geratriz inferior da tubulação de jusante deve ser rebaixada de uma altura igual à diferença entre os diâmetros dos dois tubos.
- ❖ No caso de trechos de coletores chegarem ao PV acima do nível do fundo são necessários cuidados especiais na sua confecção a fim de que haja operacionalidade do poço sem constrangimento do operário encarregado de trabalhar no interior do balão. Para desníveis abaixo de 0,50 m não se fazem obrigatórias medidas de precaução, considerando-se a quantidade mínima de respingos e a inexistência de erosão provocada pela queda do líquido sobre a calha coletora.
- ❖ Para desníveis a partir de 0,50 m serão obrigatoriamente instalados os chamados "poços de queda", para atenuar o desnível antes da chegada do coletor ao PV.

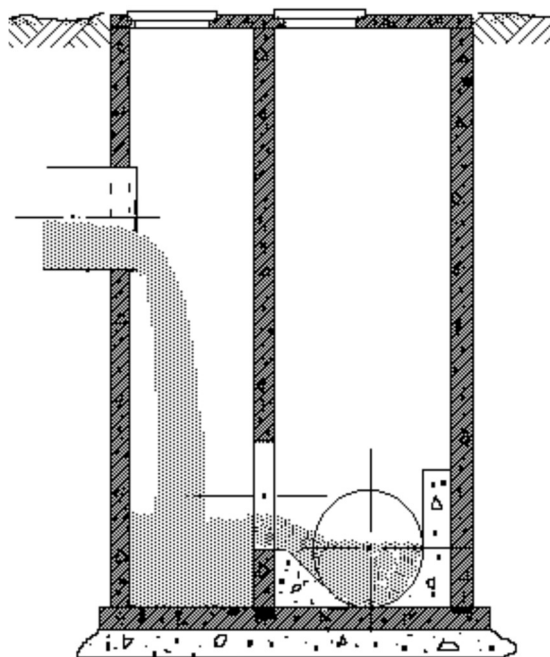


Figura 9 - Poço de visita com poço de queda - Fonte: FERNANDES (2002)

Cabe salientar que os poços de visita só devem ser executados quando a rede a montante e a jusante já estiverem assentados, para evitar alterações na sua profundidade em função da ocorrência de mudanças de cotas de assentamento de um deles por interferência na rede ou por outros fatores.

Apresentação do projeto:

A apresentação do projeto deve ser em três vias impressas de igual teor e cópia digital dos textos e desenhos, ambos disponíveis para edição, contendo:

- ❖ Memorial descritiva e Justificativa das soluções adotadas
- ❖ Plantas cadastrais da área:
- ❖ Plantas em escala 1:2000 da área, contendo:
- ❖ Limite das bacias de contribuição;
- ❖ Divisão em zonas de diferentes impermeabilidades;
- ❖ Indicação do escoamento superficial por meio de setas em cada trecho e cruzamentos de vias;
- ❖ Indicação dos tipos de sarjetões em cada cruzamento de vias;
- ❖ Cotas em todos os cruzamentos e mudanças de direções das vias

- ❖ Plantas do projeto:
- ❖ Plantas em escala 1:1.000 da área em estudo, contendo:
- ❖ Limite das bacias de contribuição;
- ❖ Traçado da rede de galerias, com poços de visita, boca de lobo e caixas de ligação;
- ❖ Indicação em cada trecho de galeria do seu comprimento, diâmetro, declividade e profundidades a montante e a jusante;
- ❖ Cotas do tampão e do fundo dos poços de visita;
- ❖ Corte transversal do perfil das vias;
- ❖ Cortes longitudinais das vias e das redes de galerias
- ❖ Nível d'água máxima do corpo receptor;
- ❖ Plantas e cortes detalhando as bocas-de-lobo, poços de visita, caixas de ligação, reservatório de retenção, elementos de lançamento no corpo receptor e demais acessórios do sistema de drenagem.
- ❖ Devem ser apresentadas tabelas relativas aos cálculos do dimensionamento hidráulico das sarjetas e galerias.

Observação: Todos os elementos gráficos do projeto devem basear-se em levantamentos georreferenciados à base topográfica oficial do município.

1.3. AÇÕES MITIGATÓRIAS

O crescimento do adensamento urbano de uma cidade exige que a capacidade dos condutos da rede de drenagem seja ampliada. Como essa adaptação usualmente não ocorre, a rede de drenagem secundária fica sobrecarregada pelo aumento da vazão, fazendo com que ocorram impactos maiores na macrodrenagem. A isso, somam-se uma coleta de lixo ineficiente e o comportamento indisciplinado dos cidadãos, o que acaba por entupir os bueiros e galerias e deteriorar ainda mais a capacidade de escoamento nos condutos além de piorar significativamente a qualidade da água. Estes problemas são intensificados com a ocupação indisciplinada das várzeas, aumentando os custos gerais de utilidade pública e causando maiores prejuízos.

Portanto, a urbanização pode causar impactos sobre a quantidade de água (inundações), sobre a quantidade de sedimentos, associado aos resíduos sólidos e sobre a qualidade da água, que pode degradar-se até atingir a carga orgânica semelhante a um esgoto doméstico. Os principais impactos são:

- ❖ Aumento do escoamento superficial;
- ❖ Redução da evapotranspiração, do escoamento subterrâneo e do lençol freático;
- ❖ Aumento da produção de resíduos sólidos;
- ❖ Deterioração da qualidade das águas superficiais, principalmente devido à poluição difusa.

Quanto aos impactos sobre a quantidade de água, a intensa impermeabilização do solo aumenta substancialmente o volume a ser escoado por canais e condutos. A velocidade de escoamento das áreas urbanizadas é superior com relação ao escoamento nas superfícies naturais, diminuindo o tempo de percurso, provocando assim maiores picos de vazões. Esses dois fatores resultam em um aumento nas vazões que podem chegar a até 7 vezes.

O controle dos impactos da urbanização pode ser traduzido como o controle das enchentes urbanas, já que esse problema é a sua principal consequência. Esse controle deve ser mantido permanentemente não só por meio de manutenção e limpeza dos elementos desse sistema, mas também com a conscientização da população, vindo essa a participar de forma contínua.

Ressaltamos que os problemas de enchentes das cidades são decorrentes do seu projeto e gerenciamento urbanístico. Não se trata, portanto, de problemas de ordem hidrológica ou hidráulica. Hidraulicamente é sempre possível lidar com esses fenômenos, retendo águas à montante ou liberando a sua livre passagem para jusante. No entanto, para que as soluções hidráulicas sejam economicamente viáveis, é necessário que os gerentes das cidades estabeleçam limites para a geração das águas adicionais relativas à urbanização.

De acordo com TUCCI, *et al* (1995) o controle das enchentes deve seguir, dentre outros, os princípios abaixo listados:

- ❖ O controle de enchentes deve contemplar a bacia onde a urbanização se desenvolve e as medidas não devem reduzir o impacto de uma área em detrimento de outra. Caso isso ocorra, deve-se implantar uma medida mitigatória.
- ❖ A ação pública deve ser realizada preventivamente, indicando sempre as áreas passíveis de desenvolvimento e as densidades máximas que as áreas já loteadas devem assumir
- ❖ A urbanização deve ocorrer de forma a não aumentar a cheia natural pelos que ocupam a bacia, ou seja, o volume que será escoado superficialmente devido à impermeabilização do solo deve ser reservado pelo seu usuário.

- ❖ Visando a diminuição dos impactos socioeconômicos a legislação de ocupação do solo das áreas de risco deve ser seguida e o seu cumprimento deve ser potencialmente fiscalizado.

Para mitigar os efeitos da urbanização em meios urbanos podem ser utilizados três tipos de medidas: convencionais:

- ❖ armazenamento de montante (macrodrenagem);
- ❖ detenção “in situ” (bacias de detenção e retenção locais); e
- ❖ não convencionais: técnicas compensatórias (técnicas em drenagem urbana de baixo impacto, como, por exemplo, trincheiras de infiltração, planos de infiltração, telhados verdes, pavimentos permeáveis, etc.), e medidas não estruturais.

Conforme previsto por Tucci et al. (1995), é recomendado que as medidas estruturais de maior porte estejam combinadas à medidas compensatórias para controle dos volumes incrementais de escoamento decorrente da impermeabilização do solo, e demais alterações em suas características naturais. Essa postura possibilita que incrementos de volume não previstos possam ser contidos no lote ou em empreendimentos de maior porte/loteamentos.

As medidas não-estruturais propostas nesse documento têm por objetivo contemplar ações que buscam regular a obtenção de recursos financeiros, promover o treinamento dos recursos humanos, estabelecer instrumentos legais consistentes e também orientar quanto à adoção de medidas compensatórias.

No que se refere à implantação da medida prevista para obtenção de recursos financeiros, por exemplo, cabe aos técnicos da Prefeitura Municipal, tendo em vista as orientações do presente estudo, promover as ações necessárias no sentido de manter o volume necessário de recursos para a melhoria contínua do sistema de drenagem, quais sejam: implantação de dispositivos estruturais e compensatórios, manutenção dos dispositivos implantados, regularização de novos loteamentos para evitar o incremento no volume de escoamento fora dos limites previstos.

O mesmo ocorre quanto às medidas previstas para promoção do treinamento dos recursos humanos e para estabelecimento de instrumentos legais, dada as orientações técnicas sobre

as necessidades do sistema de drenagem, cabe à Prefeitura Municipal viabilizar a execução das ações propostas.

A adoção de medidas compensatórias, previstas para regularização de loteamentos e outras propriedades cujo escopo está definido como sistema de micro ou mesodrenagem, necessita de diretrizes quanto aos métodos de cálculo e parâmetros mínimos a serem seguidos na elaboração de projetos. Estas orientações têm por objetivo nortear os técnicos da Prefeitura Municipal para que estes possam orientar os empreendedores, e também para que estejam capacitados para avaliar e aprovar os projetos que deverão a eles submetidos na ocasião da instalação de novos empreendimentos.

Desta forma, nos itens a seguir estão apresentadas diretrizes de projeto de algumas destas medidas não convencionais e convencionais de pequeno e médio porte.

1.4. MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS

As ações não estruturais podem ser eficazes com custos mais baixos e horizontes mais longos de atuação comparados com as medidas estruturais. Elas podem ser agrupadas em:

- ❖ Regulamentação do uso e ocupação do solo (principalmente em fundo de vale);
- ❖ Proteção contra inundações (medidas de proteção individual das edificações em áreas de risco);
- ❖ Seguro de enchente;
- ❖ Sistemas de alerta, ações de defesa civil e relocações.

Conforme Canholi (2005), as ações de regulamentação do uso do solo visam prevenir contra os fatores de ampliação dos deflúvios, intensificado pela impermeabilização progressiva da bacia, pelas ocupações ribeirinhas, fatores que sobrecarregam a capacidade de armazenamento natural do solo.

Com especificação de áreas sujeita a inundação é possível estabelecer o zoneamento, como também uma regulamentação para construção, ou ainda para eventuais obras de proteção individuais que podem ser incluídas nas construções existentes (instalação de comportas, portas-estanques e outras).

Seguro de enchente permite aos indivíduos ou empresas a obtenção de uma proteção econômica para as perdas decorrentes dos eventos de inundação. Os seguros de enchentes podem ser calculados a partir da determinação dos riscos associados às cheias.

Os sistemas de previsão e alerta visam evitar o fator surpresa, evitando vítimas fatais e grandes prejuízos. Tal sistema facilita ações preventivas de isolamento e de retirada de pessoas e de bens das áreas de riscos, como também adoção de desvios de tráfego.

As medidas não estruturais que contribuirão para controle e gestão da drenagem urbana em um município, considerando as apresentadas anteriormente, podem ser resumidas nas seguintes medidas:

Medidas de Caráter Legislativo: propor novos projetos de leis/decretos e alterações nas legislações municipais vigentes que tenham relação com a drenagem urbana e pluvial (PDU - Plano de Desenvolvimento Urbano, Código de Obras, Código de Meio Ambiente, Código de Limpeza Pública, Lei de Licenciamento Ambiental, Lei Orgânica, etc.).

Medidas de Planejamento Urbano: propor ações que integrem os diferentes planos da cidade que apresentem interface com a drenagem urbana (Plano de Desenvolvimento Urbano, Plano Viário, Plano Diretor de Resíduos Sólidos) e elaborar zoneamentos de áreas críticas do município propícias à inundação e deslizamentos. Propor também recomendações para o uso e ocupação ordenado do solo com vistas a prevenir e minimizar tais problemas.

Medidas de Caráter Educativo: propor ações educativas de uso e conservação do sistema de drenagem junto à população, que promovam a mudança de comportamento com relação à destinação adequada de lixo e esgotos, a redução dos processos erosivos e a prevenção de doenças relacionadas ao saneamento, bem como realizar o aperfeiçoamento e a atualização de profissionais e administradores públicos que atuam no setor, para que as decisões sejam tomadas com maior eficiência e conhecimento técnico.

Medidas de Caráter Institucional: apresentar um modelo de organização institucional e regulamentar para a gestão do sistema de drenagem pluvial urbana abrangendo os seguintes aspectos: estrutura gerencial, atribuições gerais e base jurídica, recursos humanos necessários, propor um modelo de planejamento para o gerenciamento do sistema de drenagem pluvial tendo como referência às bacias hidrográficas e respectivas microbacias de drenagem como unidade

de planejamento e gestão de forma a viabilizar a implementação e continuidade dos investimentos e ações previstos em Plano de Drenagem Urbana. Avaliar a possibilidade de adoção de um modelo de gestão fundamentada na cobrança de tarifa pelo serviço de drenagem pluvial.

Programa de Monitoramento: programa de monitoramento de precipitações pluviométricas, níveis, qualidade de água do sistema de drenagem, indicando locais para instalação de pluviógrafos, réguas limnimétricas e linígrafos e de inspeção periódica do sistema de drenagem (rede, galerias, elevatórias e estações de bombeamento), de forma a otimizar as programações de manutenção do sistema. O programa de monitoramento deverá ser proposto de tal forma que permita melhor entendimento da relação entre precipitações pluviométricas e níveis d'água no sistema de drenagem, permitindo no futuro o desenvolvimento de modelos matemáticos de previsão de níveis d'água. Deverão ser ainda propostos pontos para monitoramento de qualidade de água do sistema de drenagem, bem como parâmetros a serem analisados, metodologia e periodicidade de amostragem.

1.4.1. TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS – ESTRUTURAIS - CONTROLE LOCAL

Essas medidas de controle, também conhecidas como controle na fonte, se constituem principalmente na implantação de áreas de infiltração e percolação e reservatórios de armazenamento, conforme citado anteriormente.

Suas principais características desse controle local, conforme TUCCI, et al (1995), são:

- ❖ Aumento da eficiência do sistema de drenagem de jusante dos locais controlados;
- ❖ Aumento da capacidade de controle de enchentes dos sistemas;
- ❖ Dificuldade de controlar, projetar e fazer manutenção de um grande número de sistemas;

Observação: Os custos de operação e manutenção podem ser altos.

1.4.2. TRINCHEIRAS DE INFILTRAÇÃO

As trincheiras de infiltração são recomendadas para reter a água, bem como melhorar os aspectos qualitativos associados às águas pluviais, devendo considerar os seguintes aspectos, conforme relata o Manual Prince George's County.

Quadro 10 - Informações sobre a estrutura - Fonte: Prince George's County

Características	Limitações
Área de superfície mínima (metros)	2,4 a 6,1
Largura	0,6 a 1,2
Comprimento	1,2 a 2,4
Solos	Permeáveis, com infiltração de 1,32 cm/h são recomendados.
Declividades	Não é uma limitação usualmente, mas deve ser considerado no projeto. Deve ser locado abaixo do nível das construções e fundações
Nível do lençol ou leito de rocha	0,6 a 1,2 metros de espaço livre entre água e o leito de rocha
Proximidade de fundações	Distância mínima de 3,05 metros
Profundidade máxima	1,8 a 3,0 metros dependendo do solo
Manutenção	Moderada a alta

Estas estruturas são mais efetivas e tem vida útil maior quando algum pré-tratamento é incluído em seu projeto, como filtros de faixas vegetadas ou canais vegetados.

As especificações para implantação de trincheiras de infiltração consistem nos seguintes aspectos:

A trincheira de infiltração não pode receber escoamento até que a mesma esteja finalizada e estabilizada;

- ❖ Deve-se evitar ao máximo o tráfego de veículos e equipamentos pesados para reduzir a compactação do solo;
- ❖ O material proveniente da escavação das trincheiras pode ser utilizado na estabilização da estrutura;

- ❖ Caso haja árvores nas proximidades do local onde a estrutura será construída deve-se prever uma manta geotêxtil mais resistente, evitando que raízes interfiram com a estrutura.

1.4.3. PLANOS DE INFILTRAÇÃO

Planos de infiltração são dispositivos de infiltração e percolação, geralmente áreas gramadas laterais que recebem a precipitação de uma área impermeável.

Assim como as valas e valetas de infiltração, os planos são constituídos por simples depressões escavadas no solo com objetivo de recolher águas pluviais e efetuar armazenamento temporário, podendo favorecer a infiltração.

Estas estruturas podem ser implantadas ao longo do sistema viário, jardins, terrenos esportivos e em áreas verdes em geral.

O projeto destas estruturas é simples, e elas podem receber cobertura vegetal, bem como canaletas de fundo para facilitar o escoamento final dos volumes. As vantagens apontadas por Baptista et al. (2005) foram:

- ❖ Baixo custo de construção e manutenção;
- ❖ Benefício financeiro pela redução das dimensões da rede;
- ❖ Ganhos paisagísticos e benefícios ambientais (melhoria da qualidade da água)
- ❖ Exercem a função de pré-tratamento (remoção de poluentes por sedimentação, filtração e adsorção);
- ❖ Possibilidade de uso de materiais locais;
- ❖ Fácil manutenção.
- ❖ O autor apresenta ainda algumas restrições à implantação de Planos de Infiltração, quais sejam:
- ❖ Exigência de espaço específico;
- ❖ Manutenção periódica;
- ❖ Eficiência restrita devido a altas declividades (deposição de sedimentos, perda do volume de detenção – compartimentação e erosão);
- ❖ Possibilidade de estagnação das águas (risco sanitário);
- ❖ Poluição do lençol.

- ❖ A viabilidade da implantação de uma estrutura de infiltração depende da análise dos seguintes parâmetros (Baptista et al, 2005):
- ❖ Infiltração superior a 10 a 7 m/s e não deve ser o único meio de evacuação;
- ❖ Lençol a mais de 1 metro;
- ❖ Águas pouco poluídas e com pouco fino;
- ❖ Solo suporte deve ser propício a presença de água;
- ❖ O sítio não deve ser área de infiltração regulamentada.
- ❖ E finalmente o autor cita algumas condicionantes de projeto:
- ❖ Tipo de vegetação: adaptadas a curtos períodos de inundação periódica, árvores perenifólias, principalmente quando houver orifícios de regulação de vazão.
- ❖ Topografia: terrenos planos ou com declividade reduzida – divisórias para evitar estagnação;
- ❖ Infraestrutura e superestruturas: Vala de infiltração contígua – afastar ou posicionar em nível inferior ao leito da via, implantação de cortina ou parede impermeável entre a vala e o pavimento.
- ❖ Informações de caráter hidrológico e geotécnico idem trincheiras.



Figura 10 - Plano de infiltração – Adaptação VM Engenharia

Tais dispositivos são dimensionados com o método racional, acrescentando sempre 25% para considerar a precipitação antecedente.

Essa solução não é aconselhável quando o lençol freático do período chuvoso ou a camada impermeável são menores que 1,2 m.

1.4.4. VALOS DE INFILTRAÇÃO

São dispositivos de drenagem lateral, usualmente dispostos paralelamente às vias públicas, como ruas, estradas, estacionamentos.

O objetivo dessa solução é criar condições para infiltração ao longo de seu comprimento, como a infiltração é um processo lento, seu volume deve ser suficiente para não haver transbordamento.

A figura colocada a seguir apresenta os detalhes construtivos do valo com dispositivo de percolação, conforme Urbonas e Stahre (1993).

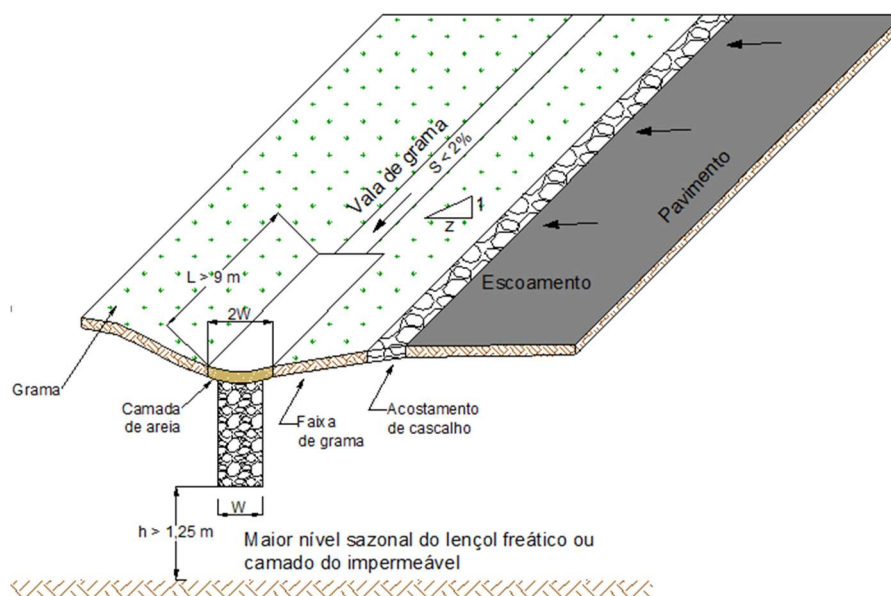


Figura 11 - Vista geral do valo de infiltração - Fonte: Urbonas e Stahre, 1993

1.4.5. BACIAS DE PERCOLAÇÃO

Dispositivos localizados dentro de lotes, que tem como finalidade aumentar a recarga e reduzir o escoamento superficial, essas bacias são construídas para receber a águas do telhado. O armazenamento é feito na camada superior do solo e é função da porosidade e da percolação.

São construídas retirando-se o solo e preenchendo-se com cascalho para criar espaço para o armazenamento. Sua principal desvantagem perante as outras técnicas é o fácil

preenchimento dos espaços entre os elementos por material fino, sendo assim recomendável a implantação de filtro.

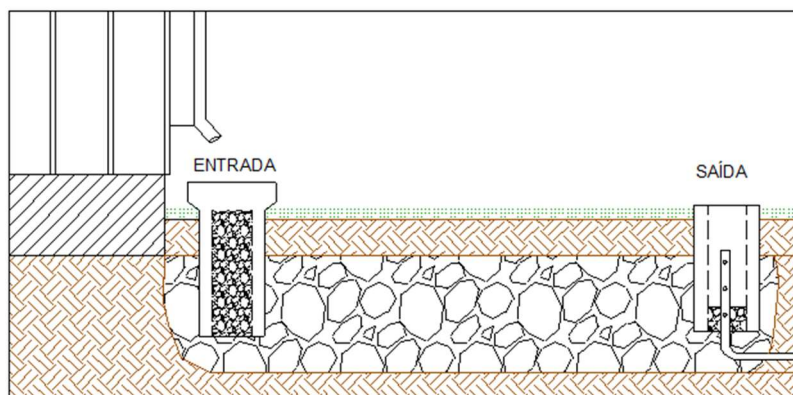


Figura 12 - Exemplo de bacia de percolação Adaptado de Holmstrand (1984)

1.4.6. PAVIMENTOS PERMEÁVEIS

O Pavimento Permeável é uma estrutura de armazenamento da água pluvial tendo como função complementar o suporte de tráfego de veículos. O funcionamento hidráulico dos pavimentos permeáveis, de acordo com Azzout et al (1994) apud Aciole (2005) compreende:

- ❖ Entrada imediata da água da chuva no corpo do pavimento, que pode ser distribuída (pavimento poroso) ou localizada (drenos laterais ou bocas-de-lobo);
- ❖ Armazenamento temporário da água nos vazios da camada de brita;
- ❖ Evacuação por infiltração no solo, ou liberação lenta para rede de drenagem.
- ❖ As vantagens listadas por Ciria (1996) apud Aciole (2005) do uso de pavimentos permeáveis são:
- ❖ Redução do volume destinado à rede de drenagem (redução de custos na ampliação ou implantação das redes);
- ❖ Dispositivo que pode ser utilizado em locais onde não há rede disponível;
- ❖ Redução dos impactos da urbanização;
- ❖ Possibilita aumento na recarga do aquífero;
- ❖ Construção simples e rápida;
- ❖ Custos podem ser menores ao longo do tempo que os sistemas convencionais.

Segundo EPA – Agência de Proteção Ambiental Americana, o pavimento permeável permite ainda a redução de derrapagens e ruídos, e constitui-se em um dispositivo totalmente integrado ao meio, não necessitando de área específica para sua construção. Os limitantes no uso desta medida são características como, acúmulo de sedimentos na superfície devido à erosão, águas poluídas que podem acarretar em prejuízos à qualidade das águas subterrâneas, a manutenção inadequada pode ocasionar perda do potencial de porosidade do pavimento, risco de colmatção etc. Os tipos de materiais disponíveis para aplicação desta técnica são:

- ❖ Asfalto Poroso;
- ❖ Concreto Poroso; ou
- ❖ Blocos de concreto vazados.

Quadro 11 - Informações sobre a estrutura - Fonte: Prince George's County

Camada	Especificações
Revestimento Poroso	Concreto Poroso Asfalto Poroso Blocos Vazados
Filtro de agregado (areia)	Diâmetro entre 2 a 4,8 mm Espessura de aproximadamente 4,0
Reservatório de pedras com agregados graúdos (brita)	Diâmetro entre 25 a 76 mm Espessura – depende do volume a armazenar e da porosidade do material
Geotêxtil	Fundo, laterais e interfaces

As figuras colocadas a seguir apresentam seções transversais de alguns pavimentos permeáveis.

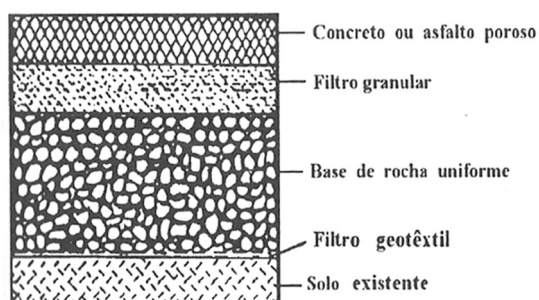


Figura 13 - Pavimento poroso (Urbonas e Stahre, 1993)

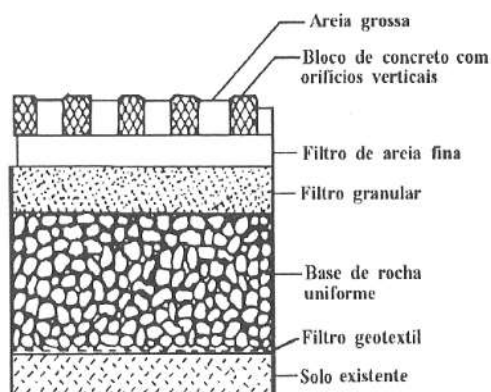


Figura 14 - Pavimento celular poroso (Urbonas e Stahre, 1993)

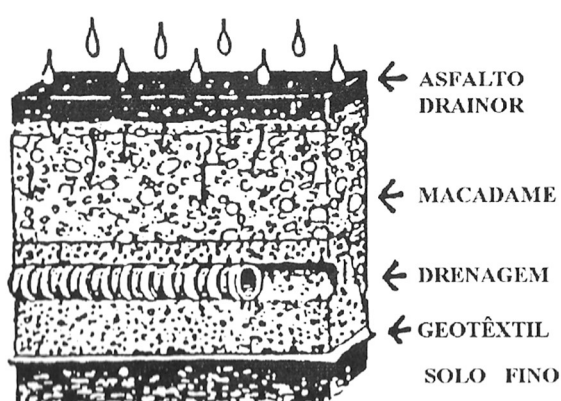


Figura 15 - Pavimento permeável (Hogland e Niemczynowicz, 1986)

1.4.7. TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS – ESTRUTURAIS - CONTROLE DE ENTRADA

Trata-se de dispositivos que tem por objetivo restringir a entrada do volume excedente no sistema de drenagem, sendo compostos por controles nos telhados ou em áreas impermeabilizadas. O sistema de controle nos telhados, conhecidos como “telhados verdes”, conforme relata Canholi (2005) pode ser obtido por meio de calhas e condutores capazes de armazenar o volume por meio de válvulas especiais, ou ainda conter em sua cobertura material com capacidade de armazenamento, devendo para tanto prever-se a sobrecarga na estrutura do telhado. A água retida neste sistema pode ser reaproveitada, seguindo para tanto os padrões previstos na literatura técnica, em normas específicas e demais instrumentos legais existentes.

Conforme Tomaz (2008), os elementos comuns de um telhado verde são:

- ❖ Camada impermeável;
- ❖ Sistema de drenagem eficiente;
- ❖ Elementos para permitir a vegetação devem ter baixa densidade, boa retenção da água;
- ❖ Escolha adequada da vegetação para atender os tempos quentes e frios;
- ❖ As espécies de plantas devem ser: vigorosas, tolerantes ao solo seco; gostam do sol e toleram um solo pobre;
- ❖ Muitas plantas foram testadas, como Carex Festuca, Stipa e Achillea;
- ❖ A camada de solo varia de 150 mm a 300 mm.
- ❖ O armazenamento em áreas impermeabilizadas, como: estacionamentos, centros de compras, pátios de manobras, subestações, cemitérios, praças públicas e centros esportivos, têm por objetivo retardar o acesso das águas à rede de drenagem.



Figura 16 - Telhado verde do Carrefour em Viena, Áustria - Fonte: Dra. Cristina Bráulio, 2006, presidente da ABRASIP-Minas Gerais

1.5. MEDIDAS ESTRUTURAIS

As obras estruturais de macrodrenagem são de duas naturezas, a saber:

- ❖ medidas que aceleram a passagem das descargas no trecho pretendido;
- ❖ Medidas que que detém, retém os volumes das enchentes, liberando-os lentamente depois da passagem da chuva de projeto e/ou infiltrado parte desses volumes para o subsolo.

A primeira alternativa é bastante criticada pela bibliografia consagrada, porque, mesmo bem com projeto bem dimensionados, significa transferir o problema de inundações localizado no trecho alterado para jusante, provocando erosão dos canais, transporte de vazão sólida e assoreamento para os trechos a jusante.

1.5.1. ALARGAMENTO, REVESTIMENTO E RETIFICAÇÃO NO SISTEMA DE MACRODRENAGEM

São medidas destinadas a facilitar e/ou acelerar a passagem da enchente em determinado trecho do curso d'água. Dessa maneira, procura-se aumentar a seção transversal do canal, diminuir a rugosidade das suas paredes e fundo, aumentar a sua declividade longitudinal.

Essas obras devem ser planejadas, levantando-se todas as restrições existentes e, principalmente, iniciadas de jusante para montante, de maneira que os trechos executados recebam as vazões incrementadas pela própria obra.

Esse tipo de obra, frequentemente, demanda desapropriações muito dispendiosas, cujos custos não são financiáveis e têm que correr por conta da municipalidade.

Nos trechos urbanos, o licenciamento dessas obras, exigido pelo DAEE, exige tempo de Retorno de 100 anos.

1.5.2. DETENÇÃO *IN SITU*

Além das propostas apresentadas, é de suma importância que os novos loteamentos/condomínio do município, mantenham as condições de escoamento pré-urbanização desses locais.

Nesse âmbito, atualmente tem-se utilizado muito a construção das bacias de retenção ou de detenção, que possuem eficiência reconhecida quanto ao armazenamento do volume de escoamento superficial gerado por esses empreendimentos. Podem também ser utilizados para outros fins, como por exemplo: paisagístico, recreacional, entre outros.

As redes de galerias pluviais objetivam drenar a área a montante por meio de condutos e encaminhá-las para outra área a jusante. Essa solução acaba transferindo o aumento de escoamento superficial, causando então inundações nos troncos principais dos sistemas de microdrenagem e no sistema de macrodrenagem, já que o tempo do escoamento é menor que em condições naturais.

Com a implantação dos dispositivos de detenção “in situ” o resultado esperado é que os picos de vazão de uma determinada precipitação sejam abatidos pelo armazenamento temporário das águas. Esses volumes seriam paulatinamente liberados produzindo um efeito de amortecimento de vazões na área de drenagem. “A vazão máxima da área, com o desenvolvimento

urbano, deve ser menor ou igual à vazão máxima das condições preexistentes para o tempo de retorno escolhido”, Tucci (1995).

No caso desses dispositivos deve-se ressaltar algumas vantagens, como, por exemplo:

- ❖ Maior controle sobre a manutenção/operação do dispositivo, dado o volume maior de armazenamento pode-se concentrar em um único dispositivo ou ao menos em um número menor de estruturas o controle das cheias de uma determinada área de drenagem;
- ❖ Menor custo para implantação do sistema, e igualmente para sua manutenção/operação;
- ❖ Maior controle sobre a eficiência, reduzindo a possibilidade de ocorrência do timing, ou seja, da simultaneidade dos picos de vazão entre sub-bacias, que resultariam em um excedente superior ao observado na situação natural.

As desvantagens são:

- ❖ Dificuldade de achar locais adequados;
- ❖ Custos de aquisição da área;
- ❖ Reservatórios maiores têm oposição por parte da população

As obras de retenção “in situ” são destinadas ao controle de áreas urbanizadas restritas, como condomínios, loteamentos e distritos industriais, podendo ou não estar incorporadas aos projetos de paisagismo e recreação, por meio de formação de lagos ou quadras de esportes. É importante que os locais e os volumes armazenados por estas estruturas estejam previamente definidos por meio de um estudo global da área de drenagem do município, evitando-se que a simultaneidade dos diversos hidrogramas efluentes existentes na sub-bacia ocasione uma vazão de pico maior que aquela que ocorreria naturalmente.

1.5.3. BACIAS DE DETENÇÃO

As bacias de retenção, por sua vez, são estruturas de acumulação temporária ou de infiltração de água utilizadas com os seguintes objetivos: amortecer cheias no controle de inundações, reduzir volumes de escoamento superficial e reduzir a poluição difusa no contexto urbano (Baptista, 2005). Entende-se por bacia de retenção ou infiltração estruturas de pequeno/médio porte podendo ser construídas cobertas ou abertas.

O dimensionamento de um reservatório de retenção é precedido de um pré-dimensionamento onde se estimam o volume do reservatório, área ocupada, profundidade média, custo e respectivo custo-benefício, Tomaz (2002). Este pré-dimensionamento é de suma importância para o estudo das alternativas e também de sua viabilidade.

Os próximos passos, conforme relatado por Tomaz (2002) serão: a seleção preliminar de uma estrutura de saída; execução do “routing” do hidrograma do escoamento superficial e do escoamento de saída; e verificação dos picos de descarga depois do desenvolvimento.

As metodologias de dimensionamento preliminar, de acordo com Tomaz (2002) são: Aron e Kibler (1990), Baker (1979), Federal Aviation Agency (1966), Abt e Grigg (1978), Kessler e Diskin (1991), McEnroe (1992), Wycoff e Singh (1976), Método Racional e SCS TR-55.

Para o presente recomenda-se o uso das metodologias:

- ❖ Método Racional, para bacias de até 2 km² de área;
- ❖ Método SCS – Soil Conservation Service, para as demais bacias.

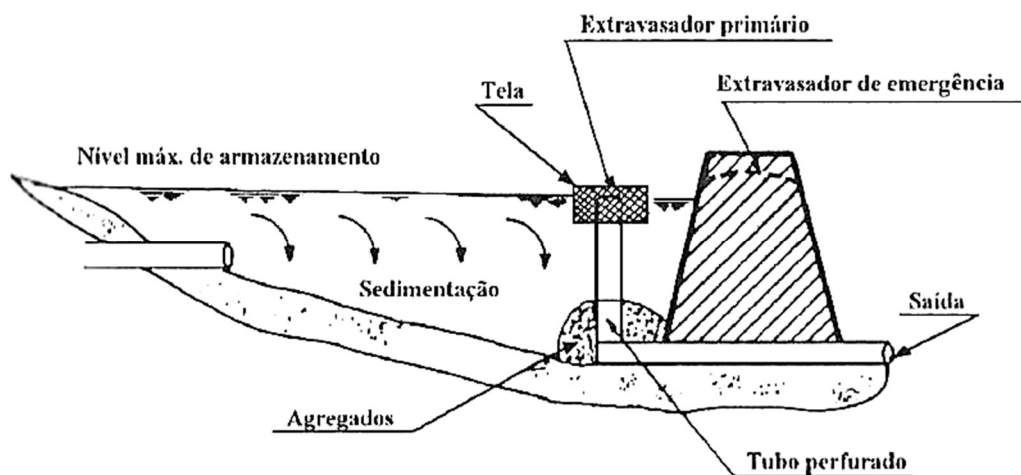


Figura 17 - Reservatório de retenção

Obras de retenção

São obras que permitem o armazenamento de águas de escoamento superficial com o objetivo de dar uma destinação destas águas retidas para fins recreativos, estéticos,

abastecimento, ou outros propósitos. A água de escoamento superficial é temporariamente armazenada acima do nível normal de retenção, durante e imediatamente após um evento de precipitação. Constituem exemplos de dispositivos de retenção, reservatórios e pequenos lagos em áreas públicas, comerciais ou residenciais.

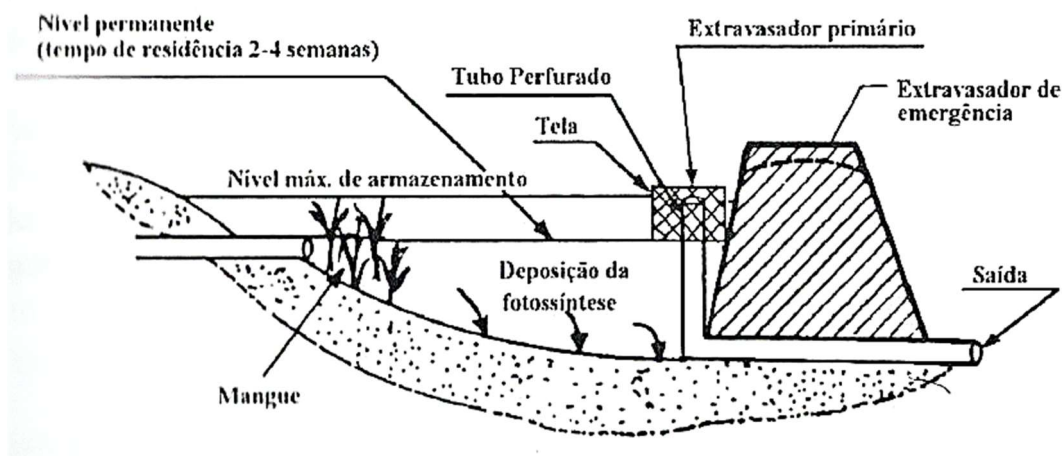


Figura 18 - Reservatório de retenção

1.5.4. POLDERES

Trata-se de sistemas compostos por diques de proteção, redes de drenagem e sistemas de bombeamento, que tem por objetivo proteger as áreas marginais situadas em cotas inferiores ao nível d'água máximo, determinadas pelos eventos chuvosos extremos.

Segundo recomendação de Canholi (2005) os critérios de projeto para Polderes são semelhantes às estruturas de detenção – barragens – de pequeno porte, devendo-se analisar ainda à proteção de sua fundação e ocorrência de erosão.

1.6. ESTUDO DE ALTERNATIVAS DE DISPOSITIVOS DE CONTROLE DE CHEIAS

A seleção das alternativas ou combinação de alternativas para controle de cheias deve estar consubstanciada em uma análise de viabilidade que considera:

- ❖ Aspectos Físicos (topografia, existência de exutório permanente, capacidade de infiltração no solo, estabilidade do subsolo, nível de águas subterrâneas e aporte permanente de água);
- ❖ Aspectos Urbanísticos e de infraestrutura (disponibilidade do espaço, inclinação e forma dos telhados e redes existentes);
- ❖ Aspectos Sanitários e Ambientais (risco de poluição, risco de águas com fins e risco sanitário);
- ❖ Aspectos Socioeconômicos.

A seguir são apresentadas algumas etapas para o estudo e seleção de alternativas de dispositivos de controle de cheias.

Passo 1 – Definir controle hidrológico requisitado

- ❖ Infiltração;
- ❖ Frequência da descarga;
- ❖ Volume;
- ❖ Recarga da água subterrânea.

Passo 2 – Avaliar as dificuldades/limites do sítio

- ❖ Espaço disponível;
- ❖ Características de infiltração do solo;
- ❖ Nível do lençol freático;
- ❖ Declividade;
- ❖ Modelo de drenagem.

Passo 3 – Descrição das práticas possíveis

- ❖ Oportunidades e Limitações.

Passo 4 – Avaliar Medidas possíveis em várias configurações

- ❖ Desenvolver lista de Medidas potenciais, número, dimensões e volume;
- ❖ Avaliação hidrológica iterativa.

Passo 5 – Selecionar uma configuração e projetar

❖ Configuração ótima.

Passo 6 – Complementar com controles convencionais, se necessário.

A seguir são apresentadas algumas informações para caracterização dos dispositivos de controle de cheias considerados como medidas não estruturais - técnicas compensatórias que poderão ser estudados e propostas no Plano de Macrodrenagem, para redução do escoamento superficial, com retenção dos volumes excedentes diretamente nos lotes ou em condomínios.

De acordo com FCTH, Diretrizes Básicas para projetos de Drenagem Urbana no município de São Paulo, tem-se que as principais formas de detenção e retenção de água de chuva em áreas urbanas, podem ser descritas conforme mostra o colocado a seguir:

Quadro 12 - Formas de redução e retenção em diferentes áreas urbanas - Fonte: FCTH

Área	Redução	Retardamento do Deflúvio direto
Telhado plano de grandes dimensões	Armazenamento em cisternas; Jardim suspenso; Armazenamento em tanques.	Armazenamento no telhado empregando tubos condutores verticais estreitos; Aumentando a rugosidade do telhado; Cobertura ondulada; Cobertura com cascalho.
Estacionamento	Pavimento Permeável; Cascalho; Furos no pavimento impermeável.	Faixas gramadas no estacionamento; Canal gramado drenando o estacionamento; Armazenamento e detenção para áreas impermeáveis; Pavimento ondulado; Depressões; Bacias.
Residencial	Cisternas para casas individuais, ou grupo de casas; Passeios com cascalho; Áreas ajardinadas em redor; Recarga do lençol subterrâneo (tubos perfurados, cascalho, valeta, tubos porosos, poços secos e depressões gramadas)	Reservatório de detenção utilizando gramas espessas; Passeios com cascalhos; Sarjetas ou canais gramados; Aumentando o percurso da água através da sarjeta, desvios etc.
Geral	Vielas com cascalho; Calçadas permeáveis; Canteiros cobertos com palhas ou folhas.	Vielas com Cascalho.

1.7. LEGISLAÇÃO ESPECIFICA DE JACAREÍ PARA O MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS

Leis, Decretos, Códigos, Planos e outras diretrizes são de grande importância para que haja controle da ocupação desorganizada de uma cidade, principalmente no que tange

à Drenagem Urbana de um município. Para efeito de planejamento, são utilizadas as seguintes diretrizes, destacando-se aquelas com relação ao manejo de água pluviais:

A L E I C O M P L E M E N T A R N° 101/ 2018 de 01 de outubro de 2018, que institui o Código de Obras e Edificações do Município de Jacareí e dá outras providências determina:

....

Art. 47. Os projetos de construção, ampliação, adequação, regularização e requalificação, além de atenderem aos parâmetros de habitabilidade estabelecidos nesta Lei, devem ser orientados para a promoção da sustentabilidade e eficiência da edificação, com o objetivo de reduzir os impactos ambientais gerados por sua construção e utilização ao longo do tempo, racionalizando o uso da energia, da água e dos materiais nela empregados, a partir das seguintes diretrizes:

I - Racionalidade do projeto e do planejamento da execução das obras;

II - Adoção de materiais construtivos que favoreçam a economia de energia e a redução do consumo de água tratada, a saber:

a) instalação de piso drenante em áreas externas a serem impermeabilizadas;

b) sistema de coleta e armazenamento de águas pluviais em coberturas e áreas impermeabilizadas, com distribuição para limpeza de áreas externas, irrigação de jardins demais usos não potáveis;

....

Art. 123. As instalações para drenagem de águas pluviais deverão garantir níveis eficientes de funcionamento, segurança, higiene, conforto, durabilidade e economia, definidos, analisados e vistoriados para fins de emissão do Habite-se.

Art. 124. É obrigatória a implantação de sistema para a captação e retenção de águas pluviais em telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos, bem como em lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500,00 m² (quinhentos metros quadrados).

§ 1º As águas pluviais deverão ser armazenadas em reservatório, de forma a retardar o lançamento na rede de drenagem.

§ 2º A disponibilidade de áreas passíveis de impermeabilização dependerá da taxa de permeabilidade dos terrenos, conforme definida na lei municipal de uso, ocupação e parcelamento do solo.

§ 3º A impermeabilização deverá ser realizada preferencialmente com piso drenante em pelo menos 30% (trinta por cento) da área.

A Lei Nº 12.526, de 02 de janeiro de 2007, que estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais no Estado de São Paulo.

...

Artigo 1º - É obrigatória a implantação de sistema para a captação e retenção de águas pluviais, coletadas por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos, em lotes, edificados ou não, que tenham área impermeabilizada superior a 500 m² (quinhentos metros quadrados), com os seguintes objetivos:

I - Reduzir a velocidade de escoamento de águas pluviais para as bacias hidrográficas em áreas urbanas com alto coeficiente de impermeabilização do solo e dificuldade de drenagem;

II - Controlar a ocorrência de inundações, amortecer e minimizar os problemas das vazões de cheias e, conseqüentemente, a extensão dos prejuízos;

III - contribuir para a redução do consumo e o uso adequado da água potável tratada.
Parágrafo único - O disposto no “caput” é condição para a obtenção das aprovações e licenças, de competência do Estado e das Regiões Metropolitanas, para os parcelamentos e desmembramentos do solo urbano, os projetos de habitação, as instalações e outros empreendimentos.

Artigo 2º. - O sistema de que trata esta lei será composto de:

I - Reservatório de acumulação com capacidade calculada com base na seguinte equação:

a) $V = 0,15 \times A_i \times IP \times t$;

b) V = volume do reservatório em metros cúbicos;

- c) A_i = área impermeabilizada em metros quadrados;
- d) IP = índice pluviométrico igual a 0,06 m/h;
- e) t = tempo de duração da chuva igual a 1 (uma) hora.

II - Condutores de toda a água captada por telhados, coberturas, terraços e pavimentos descobertos ao reservatório mencionado no inciso I;

III - condutores de liberação da água acumulada no reservatório para os usos mencionados no artigo 3º desta lei.

Parágrafo único - No caso de estacionamentos e similares, 30% (trinta por cento) da área total ocupada deve ser revestida com piso drenante ou reservado como área naturalmente permeável.

Artigo 3º - A água contida no reservatório, de que trata o inciso I do artigo 2º, deverá:

- I- infiltrar-se no solo, preferencialmente;
- II - Ser despejada na rede pública de drenagem, após uma hora de chuva;
- III - ser utilizada em finalidades não potáveis, caso as edificações tenham reservatório específico para essa finalidade.

LEI DO PARCELAMENTO DO SOLO URBANO LEI Nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, que dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências.

...

Art. 2º. O parcelamento do solo urbano poderá ser feito mediante loteamento ou desmembramento, observadas as disposições desta Lei e as das legislações estaduais e municipais pertinentes.

...

§ 5º A infraestrutura básica dos parcelamentos é constituída pelos equipamentos urbanos de escoamento das águas pluviais, iluminação pública, esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, energia elétrica pública e domiciliar e vias de circulação.

§ 6º A infraestrutura básica dos parcelamentos situados nas zonas habitacionais declaradas por lei como de interesse social (ZHIS) consistirá, no mínimo, de:

II - Escoamento das águas pluviais;

Art. 5º. O Poder Público competente poderá complementarmente exigir, em cada loteamento, a reserva de faixa *non aedificandi* destinada a equipamentos urbanos.

Parágrafo único - Consideram-se urbanos os equipamentos públicos de abastecimento de água, serviços de esgotos, energia elétrica, coletas de águas pluviais, rede telefônica e gás canalizado.

Art. 6º. Antes da elaboração do projeto de loteamento, o interessado deverá solicitar à Prefeitura Municipal, ou ao Distrito Federal quando for o caso, que defina as diretrizes para o uso do solo, traçado dos lotes, do sistema viário, dos espaços livres e das áreas reservadas para equipamento urbano e comunitário, apresentando, para este fim, requerimento e planta do imóvel contendo, pelo menos:

...

IV - As faixas sanitárias do terreno necessárias ao escoamento das águas pluviais e as faixas não edificáveis;

Art. 9º. Orientado pelo traçado e diretrizes oficiais, quando houver, o projeto, contendo desenhos, memorial descritivo e cronograma de execução das obras com duração máxima de quatro anos, será apresentado à Prefeitura Municipal, ou ao Distrito Federal, quando for o caso, acompanhado de certidão atualizada da matrícula da gleba, expedida pelo Cartório de Registro de Imóveis competente, de certidão negativa de tributos municipais e do competente instrumento de garantia, ressalvado o disposto no § 4º do art. 18.

...

VI - A indicação em planta e perfis de todas as linhas de escoamento das águas pluviais.

Resolução SRJ N° 09, de 2 de outubro de 2017, que estabelece as Condições Gerais de Prestação dos Serviços Públicos de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais, no âmbito do município de Jacareí.

Todo o conteúdo dessa resolução destina-se ao Manejo das Águas Pluviais.

L E I MUNICIPAL Nº 5.867 /2014, que dispõe sobre Uso, Ocupação e Urbanização do Solo do Município de Jacareí, e dá outras providências.

...

Art. 32. A área reservada, resultante da Taxa de Permeabilidade, deverá ser preenchida com solo natural; ou vegetação de pequeno, médio e grande porte; ou **revestimentos permeáveis**.

Art. 33. Poderá haver redução da Taxa de Permeabilidade no terreno se houver a utilização de **dispositivo de retenção**, previsto nos parâmetros urbanísticos específicos para cada Macro-zona ou Zona Especial.

§ 1º Dispositivo de retenção é um sistema destinado a reserva de águas pluviais visando a absorção destas no próprio terreno.

§ 2º O dispositivo adotado deverá reter o mínimo de **10 L/m²** com relação a área permeável reduzida.

2. PROJEÇÃO POPULACIONAL

2.1. REVISÃO DA PROJEÇÃO POPULACIONAL ADOTADA

Tendo em vista avaliar a demanda futura dos serviços de drenagem urbana em Jacareí, há a necessidade de conhecer-se a tendência de crescimento populacional, abrangendo o período de 2020 a 2040, uma vez que haverá um crescimento proporcional da infraestrutura de drenagem.

Esse tópico foi adequadamente abordado no relatório relativo ao tema de Abastecimento e Esgotamento Sanitário. Desse trabalho, extraíram-se os seguintes dados:

Quadro 13 – Evolução das taxas de crescimento populacional de Jacareí

INTERVALO	TAXAS CRESCIMENTO ADOTADAS (%)	
	Total	Total Urbana
2020-2030	1,2	1,25
2030-2040	1	1,05

Por essa tabela, pode-se perceber que há uma tendência, que já é geral nas áreas urbanizadas dos municípios brasileiros, de ocorrer redução da taxa de crescimento populacional.

A tabela colocada a seguir, indica um crescimento da proporção da população rural de 98,59% para 99,57%. Essa tendência é compreensível, uma vez que no meio rural a mão de obra foi sendo substituída por maquinário moderno e os camponeses foram compondo contingentes de trabalho rural do tipo “boia-fria”.

Quadro 14 - Evolução Populacional de Jacaré - 2020 a 2040

ANO	POPULAÇÃO			Urbanização (%)
	Total	Urbana	Rural	
		Total		
2010	206.448	203.531	2.917	98,59
2015	221.309	218.183	3.127	98,59
2016	224.408	221.237	3.171	98,59
2017	227.550	224.334	3.215	98,59
2018	230.735	227.475	3.260	98,59
2019	233.966	230.660	3.306	98,59
2020	237.241	233.889	3.352	98,59
2021	240.088	236.813	3.275	98,64
2022	242.969	239.773	3.196	98,68
2023	245.885	242.770	3.115	98,73
2024	248.835	245.805	3.031	98,78
2025	251.821	248.877	2.944	98,83
2026	254.843	251.988	2.855	98,88
2027	257.901	255.138	2.763	98,93
2028	260.996	258.327	2.669	98,98
2029	264.128	261.556	2.572	99,03
2030	267.298	264.826	2.472	99,08
2031	269.971	267.606	2.364	99,12
2032	272.670	270.416	2.254	99,17
2033	275.397	273.256	2.141	99,22
2034	278.151	276.125	2.026	99,27
2035	280.932	279.024	1.908	99,32
2036	283.742	281.954	1.788	99,37
2037	286.579	284.914	1.665	99,42
2038	289.445	287.906	1.539	99,47
2039	292.339	290.929	1.410	99,52
2040	295.263	293.984	1.279	99,57

Espera-se, portanto, atingir a população urbana de 293 mil habitantes em 2.040. Esse aumento populacional resultará em um incremento da área impermeável que poderá ter impacto nas inundações. Vale lembrar que uma fração desse crescimento populacional, não resultará em crescimento da impermeabilização da bacia, pois será devido ao adensamento demográfico em áreas já urbanizadas

3. REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DOS OBJETIVOS E DAS METAS DE CURTO, MÉDIO E LONGO PRAZO DOS SERVIÇOS DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

A etapa de Prognóstico Técnico-Participativo, conforme estabelecido no Termo de Referência do contrato, foi composta pelas seguintes atividades:

- ❖ Contato com a equipe técnica da Prefeitura para a coleta de dados a serem utilizados nesse tópico.
- ❖ Revisão e atualização dos objetivos e das metas de curto, médio e longo prazo dos serviços drenagem e manejo de águas pluviais urbanas;
- ❖ Revisão e atualização dos programas, dos projetos e das ações dos serviços de drenagem urbana;
- ❖ Revisão e atualização dos arranjos institucionais para gestão dos serviços de drenagem urbana.

3.1.1. OBJETIVOS E METAS

Aquilo que se quer, isto é, o objetivo desse plano é indicar como se poderá atingir a universalização dos serviços de drenagem e de manejo de águas pluviais urbanas, proporcionando um ambiente saudável e sustentável.

As deficiências existentes, conforme observado no Diagnóstico, concentram-se na área urbana de Jacareí e envolvem carências na microdrenagem e macrodrenagem dos bairros atingidos.

O crescimento da área impermeável das bacias, previsível como é, demandará a proposição de ações preventivas ao longo do horizonte do Plano.

Assim, consideraram-se as ações segundo as suas prioridades, a saber:

❖ Metas imediatas: 2021 a 2025

Intervenções Imediatas, são indicadas para áreas a serem protegidas ou reservadas, para as quais recomendam-se eventuais adaptações ou correções nas obras ou projetos em curso.

Incluem propor medidas de ordem operacional ou de manutenção julgadas necessárias, com um horizonte de curto prazo, definido caso a caso, mas em princípio não superior a dois anos. Propuseram-se as seguintes metas imediatas:

- Cadastrar até 20 % das redes de águas pluviais até o final de 2023;
- Universalizar o sistema de drenagem urbana: os serviços devem atender 60% do município até 2023;
- Monitorar 60 % dos bueiros do município até o final de 2023.

❖ **Metas a curto prazo 2020 a 2025**

- Continuação das metas de imediato prazo com melhorias e ampliações necessárias;
- Cadastrar até 30 % das redes de águas pluviais até o fim de 2025;
- Universalizar o sistema de drenagem urbana: os serviços devem atender 70% do município até o fim de 2025;
- O monitoramento deve atingir 70 % de todos os bueiros do município até o fim de 2025.

❖ **Metas a médio prazo 2025 a 2030**

- Continuação das metas de imediato prazo com melhorias e ampliações necessárias;
- Cadastrar até 60 % das redes de águas pluviais até o fim do médio prazo (2030);
- Universalizar o sistema de drenagem urbana: os serviços devem atender 80% do município até o fim do médio prazo (2030);
- O monitoramento deve atingir 80 % de todos os bueiros do município até o fim do médio prazo (2030).

❖ **Metas a longo prazo 2030 a 2040**

- Continuação das metas de imediato prazo com melhorias e ampliações necessárias;
- Cadastrar até 95% da rede de águas pluviais até o final de 2040, a fim de estabelecer procedimento para atualização, instalação e manutenção das redes de águas pluviais;
- Universalizar o sistema de drenagem urbana: os serviços devem atender todo município, sem exceção;

- Monitoramento de bueiros: no fim do horizonte de planejamento (2040), todos os bueiros devem ser monitorados, para que ao atingir um nível de volume de utilização alto, acione a central de comando informando que o mesmo deve ser limpo.

4. PROJEÇÃO DAS DEMANDAS DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

O município de Jacaré não possui cadastro do Sistema de Drenagem Urbana. Esse registro é imprescindível para a proposição de programas e projetos para a universalização dos serviços desse tema.

4.1. PROJEÇÃO DAS DEMANDAS DO SDU

A tabela colocada a seguir aponta a infraestrutura de microdrenagem desejável, incluindo a já existente, necessária ao atendimento das bacias estudadas em Jacaré, utilizando as estimativas para 2.020 e 2.040.

No momento, podemos inferir as quantidades de serviço, com base na bibliografia consagrada e na observação de outros sistemas municipais existentes. Assim, temos:

Quadro 15 - Estimativa da quantidade ideal de equipamentos de microdrenagem de Jacaré, por bacia estudada, com base no PMEDMAP

Curso d'água	Área total da bacia km²	Área urbanizada 2020 hectare	Área urbanizada 2040 hectare	BL 2020 unidade	BL 2040 unidade	GAP 2020 m	GAP 2040 m	PV 2020un	PV 2040 un
Tanquinho	19,14	1.498,44	1.872,92	2.997	3.746	82.414,20	103.010,60	1.498	1.873
Turi	17,18	1.295,75	1.619,59	2.592	3.239	71.266,25	89.077,45	1.296	1.620
Seco	11,75	929,44	1.028,39	1.859	2.057	51.119,20	56.561,45	929	1.028
Comprido	2,83	125,58	156,97	251	314	6.906,90	8.633,35	126	157
Parateí	108,00	1.015,95	1.269,86	2.032	2.540	55.877,25	69.842,30	1.016	1.270
Fazenda do Poço	24,10	413,85	517,28	828	1.035	22.761,75	28.450,40	414	517
4 Ribeiras	14,52	334,38	417,94	669	836	18.390,90	22.986,70	334	418
Bacia 2	20,68	1.504,85	1.504,85	3.010	3.010	82.766,75	82.766,75	1.505	1.505
Bacia 9	38,30	980,35	1.226,36	1.961	2.453	53.919,25	67.449,80	980	1.226
TOTAIS				16.197	19.228	445.422,45	528.778,80	8.099	9.614

Os parâmetros utilizados foram os seguintes:

Quadro 16 - Parâmetros para infraestrutura ideal de Jacaré – Fonte: PMEDMAP

Descrição	Tipo relevo			Unidade
	Serra	Misto	Plano	
Construção de Boca de Lobo dupla	1	2	4	und/ha
Construção de Galerias - diâmetro variável	35	55	75	m/ha
Construção de Poços de Visita (1,60x1,60x1,60m)	1	1	1	und/100m de galeria

Observação: Considerou-se que as bacias de drenagem da área urbana de Jacaré, em média, incluem-se no tipo relevo misto.

A tabela colocada a seguir aponta a estimativa das ações de manutenção anuais necessária ao atendimento das bacias estudadas em Jacaré, utilizando as estimativas para 2.020 e 2.040.

Quadro 17 - Estimativa das ações de manutenção dos SDU de Jacaré utilizando as estimativas de 2020 e 2040. Adaptado do PMEDMAP

Curso d'água	área total da bacia km²	área urbanizada 2020 hectare	área urbanizada 2040 hectare	BL 2020 unidade	BL 2040 unidade	GAP 2020 m	GAP 2040 m	PV 2020 unidade e	PV 2040 unidade	Resíduos 2020 m³	Resíduos 2040 m³
Tanquinho	19,14	1498,44	1872,92	14984	18729	4121	5151	75	94	11988	14983
Turi	17,18	1295,75	1619,59	12958	16196	3563	4454	65	81	10366	12957
Seco	11,75	929,44	1028,39	9294	10284	2556	2828	46	51	7436	8227
Comprido	2,83	125,58	156,97	1256	1570	345	432	6	8	1005	1256
Parateí	108	1015,95	1269,86	10160	12699	2794	3492	51	63	8128	10159
Fazenda do Poço	24,1	413,85	517,28	4139	5173	1138	1423	21	26	3311	4138
4 Ribeiras	14,52	334,38	417,94	3344	4179	920	1149	17	21	2675	3344
Bacia 2	20,68	1504,85	1504,85	15049	15049	4138	4138	75	75	12039	12039
Bacia 9	38,3	980,35	1226,36	9804	12264	2696	3372	49	61	7843	9811
TOTAIS				80985,9	96141,6	22271	26439	405	481	64789	76913

Quadro 18 - Parâmetros para manutenção dos SDU de Jacareí – Fonte: PMEDMAP

Descrição	Tipo relevo			Unidade
	Serra	Misto	Plano	
Reforma de Boca de Lobo dupla	10	10	10	% reformadas/ano
Reforma de Galerias	5	5	5	% reformadas/ano
Reforma de Poços de Visita	5	5	5	% reformadas/ano
Reforma de sarjeta e sarjetão	1	1	1	% reformados/ano
Limpeza de Bocas de Lobo	2	4	6	m³/ano/boca de lobo

Observação: Considerou-se que as bacias de drenagem da área urbana de Jacareí, em média, incluem-se no tipo relevo misto.

4.2. DEMANDAS LEVANTADOS NA MACRODRENAGEM - TRAVESSIAS COM DEFICIÊNCIA

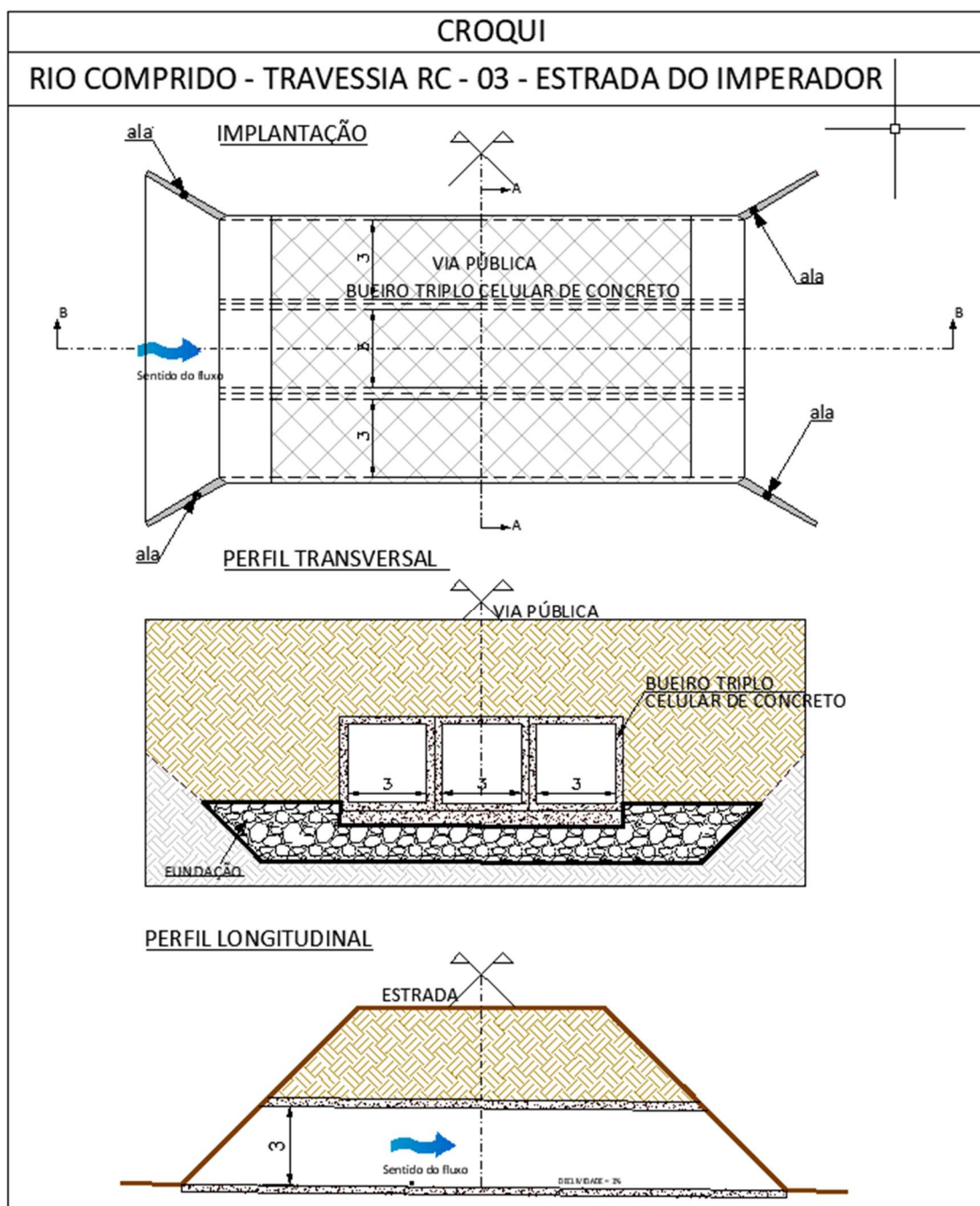
No item introdutório desse prognóstico, foram apresentados os parâmetros e diretrizes a serem utilizados para as recomendações de execução de obras e correção de deficiências no sistema de macrodrenagem de Jacareí.

As travessias são equipamentos incluídos no sistema viário da cidade. No entanto, interferem diretamente nos cursos d'água que atravessam. Trata-se de insuficiência hidráulica das travessias. Isso pode acarretar inundações nas regiões situadas imediatamente a montante e colocar em risco até a estrutura dessas travessias.

A seguir, elencam-se as demandas levantadas no Diagnóstico, por curso d'água estudado:

4.2.1. BACIA DO RIO COMPRIDO

- ❖ Substituição da TRAVESSIA 3, ESTRADA DO IMPERADOR, situada às coordenadas 405.314 m; 7.427.278 m N onde foi estimada a vazão de 87,17 m³/s, por um BTCC com seção quadrada de 3,0 m de lado assentado com declividade de 1,0 %;



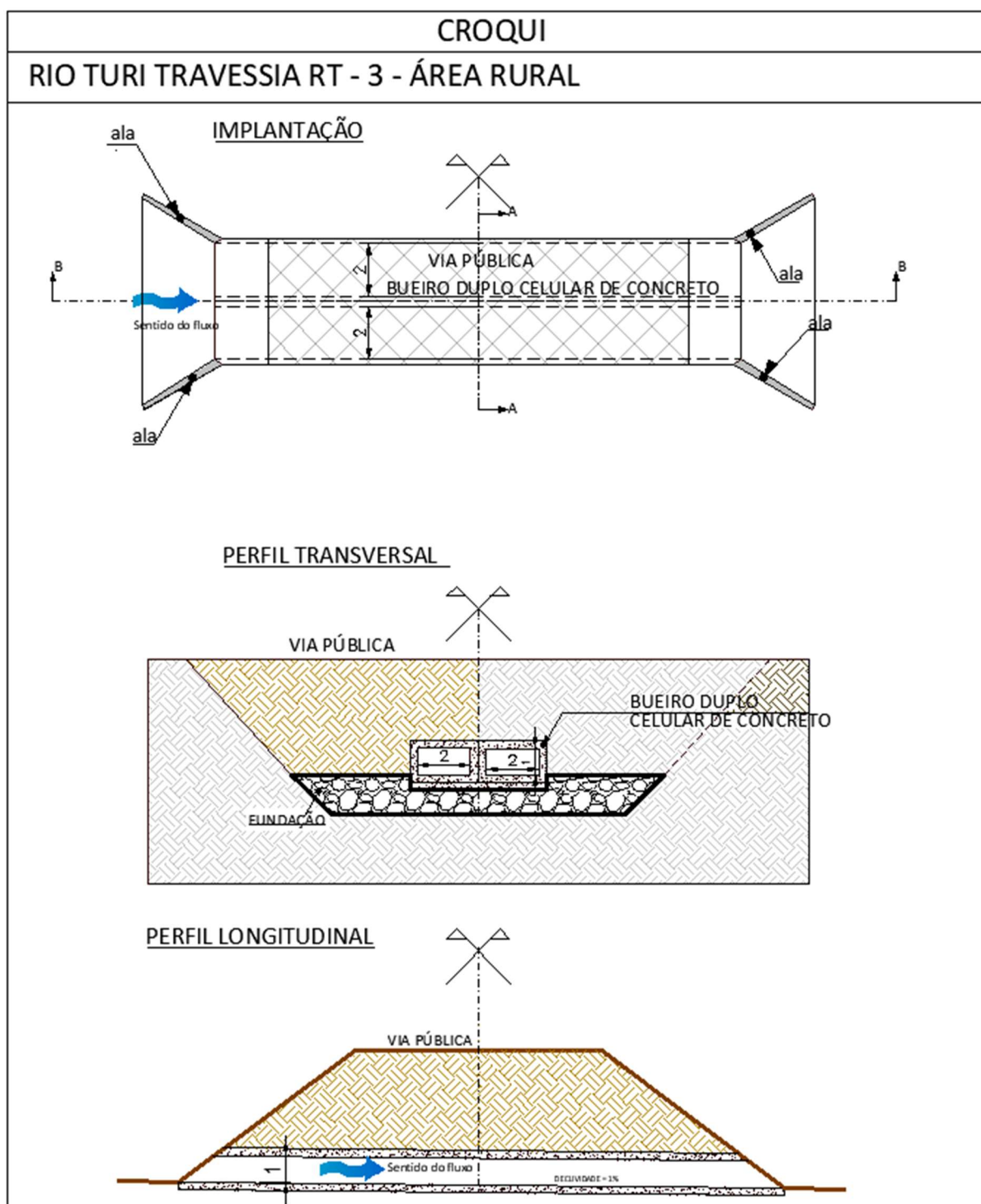
- ❖ Estudo hidrológico e hidráulico, para a travessia **RC Av. São Paulo**, situada às coordenadas 403.961 m E; 7427.488 m N, pois a declividade nesse local é muito branda;
- ❖ Para todas as obras, foi recomendada a manutenção e ampliação da preservação das matas ciliares no entorno do corpo hídrico visando garantir a perenização da vazão básica longo do tempo, observando as condicionantes relativas aos padrões de uso e ocupação do solo;
- ❖ O curso d'água, a jusante da **RC Av. São Paulo**, percorre cerca de 3,4 km em área da grande várzea do Ria Paraíba do Sul, em trecho com baixa declividade. Tratando-se de região que pode conter o leito de inundação do Rio Paraíba do Sul, os planos de desenvolvimento dessa região de várzea deverão exigir estudos rigorosos para não impactar o regime de escoamento desse curso d'água. Os loteamentos a serem propostos deverão atender à legislação vigente do município de tal maneira que as vazões decorrentes da impermeabilização gerada pela ocupação urbana sejam contidas de maneira a não aumentar as vazões do cenário pré-existente.

4.2.2. BACIA DO RIO TURI

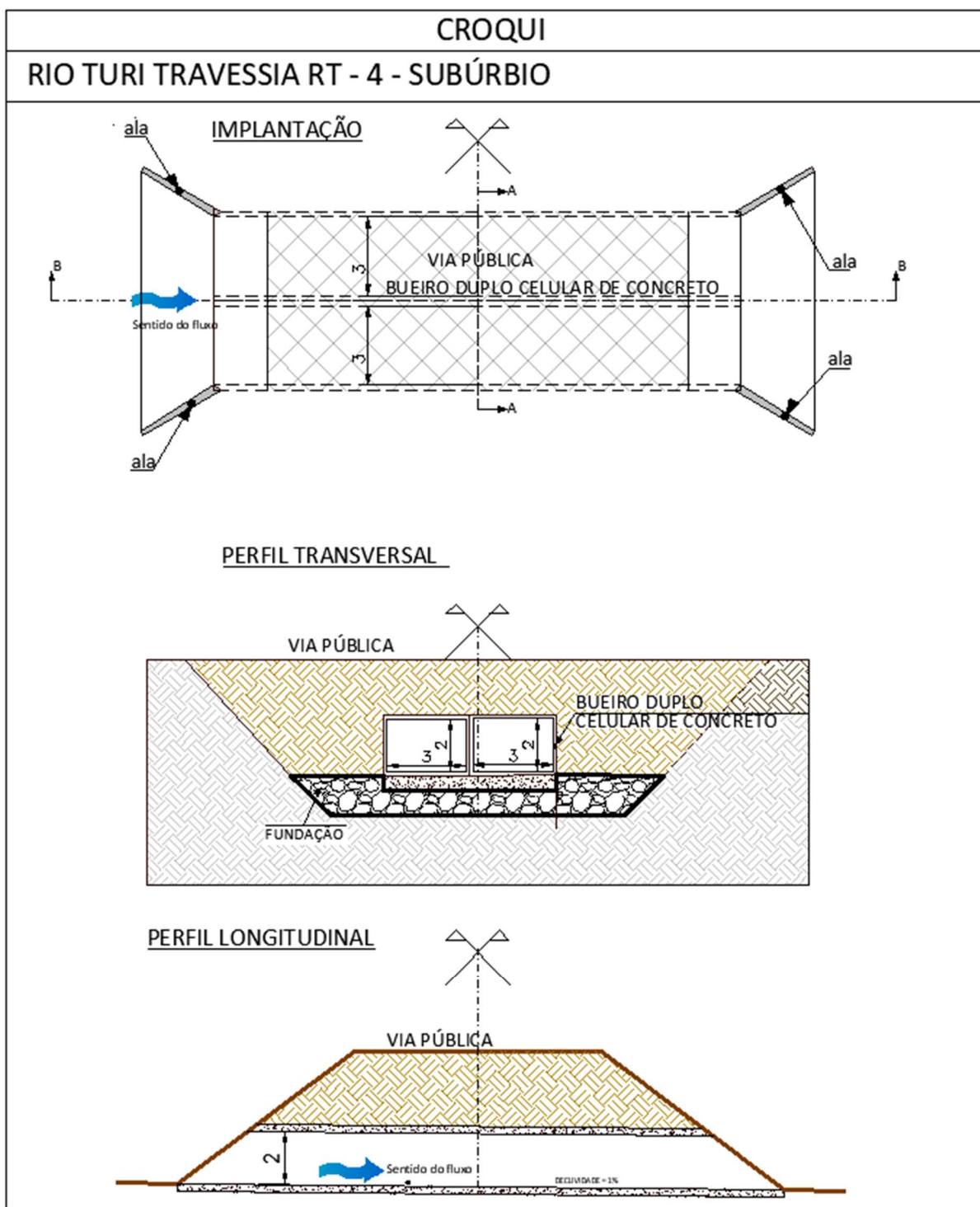
No Diagnóstico foram indicadas as seguintes obras nessa bacia:

- ❖ Comunicar ao DER/SP a inadequação da TRAVESSIA 2, RT2, situada às coordenadas 407.158 m E 7.421.080 m N, para as devidas providências;

- ❖ Substituir a TRAVESSIA 3, do Rio Turi, situada às coordenadas, E=406.824 m e N=7.421.331 m, existente por uma galeria com seção BDCC com 2,0 de largura por 1,0 m de altura, conforme ilustrado na figura colocada a seguir:



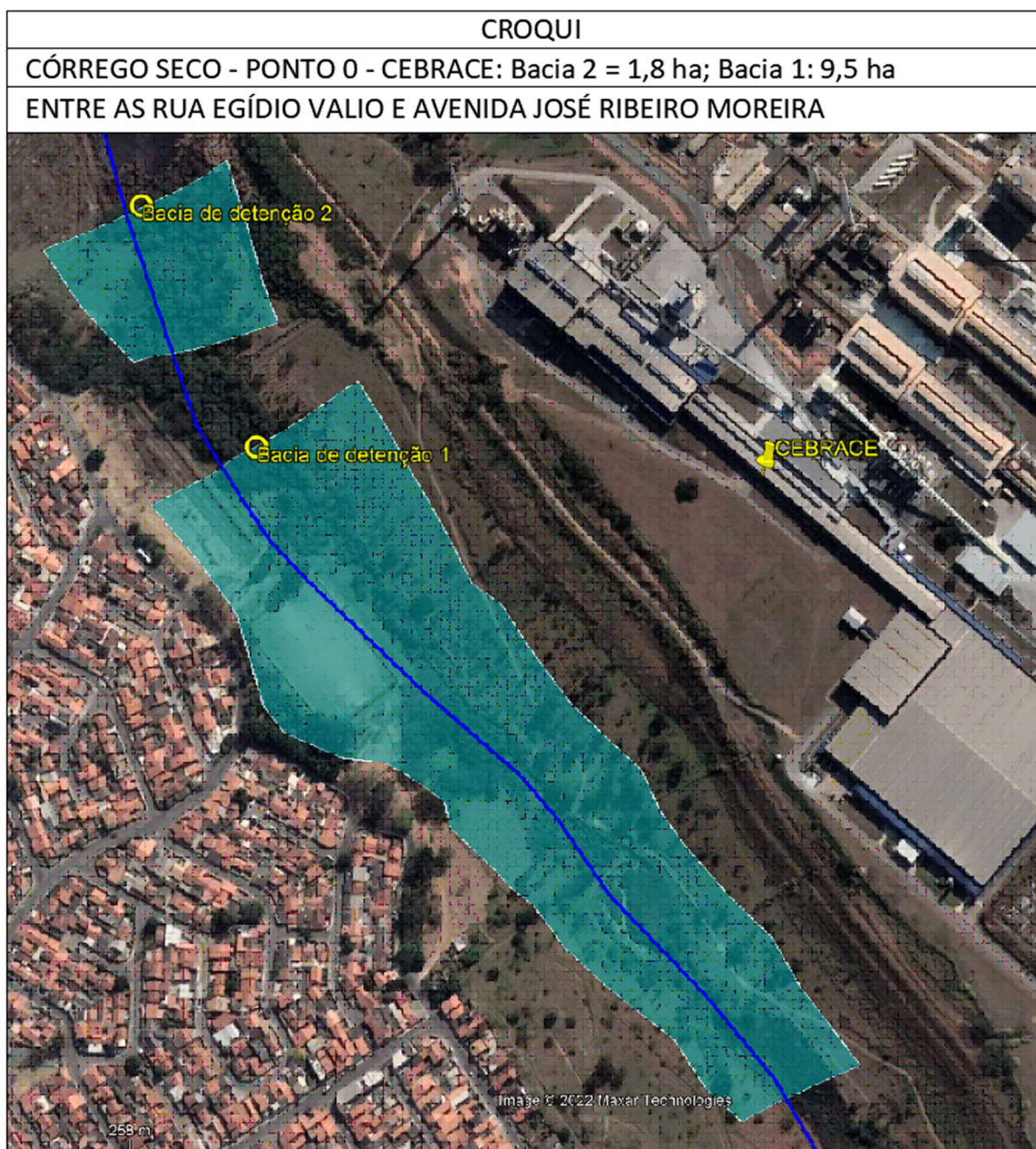
- ❖ Substituir a TRAVESSIA 4, do Rio Turi, E=405.940 m e N=7.421.293 m, existente RT 4 por uma seção tipo BDCC com 3,0 de largura por 2,0 m de altura, conforme ilustrado na figura colocada a seguir:



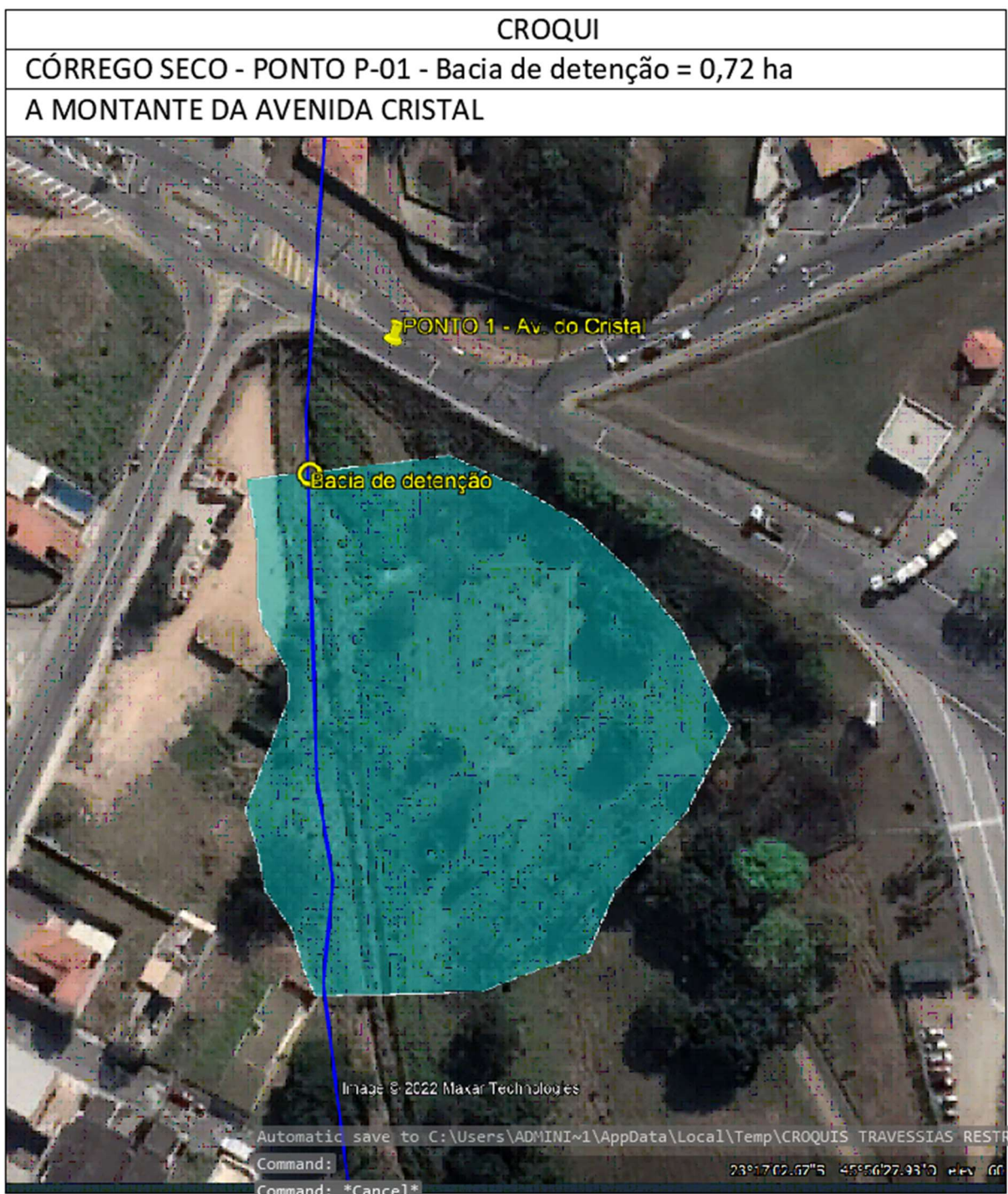
- ❖ Estudos Hidrológicos e Hidráulicos para substituir a TRAVESSIA 7, existente.

4.2.3. CÓRREGO SECO

- ❖ Implantar bacias de detenção, Bacia 1: 403903.11 m E; 7423975.60 m S, e Bacia 2: 403803.26 m E; 7424173.40 m S nas proximidades do PONTO 0 - CEBRACE, na propriedade do CD CEBRACE, que envolve grande área impermeabilizada, conforme ilustrado na figura colocada a seguir:

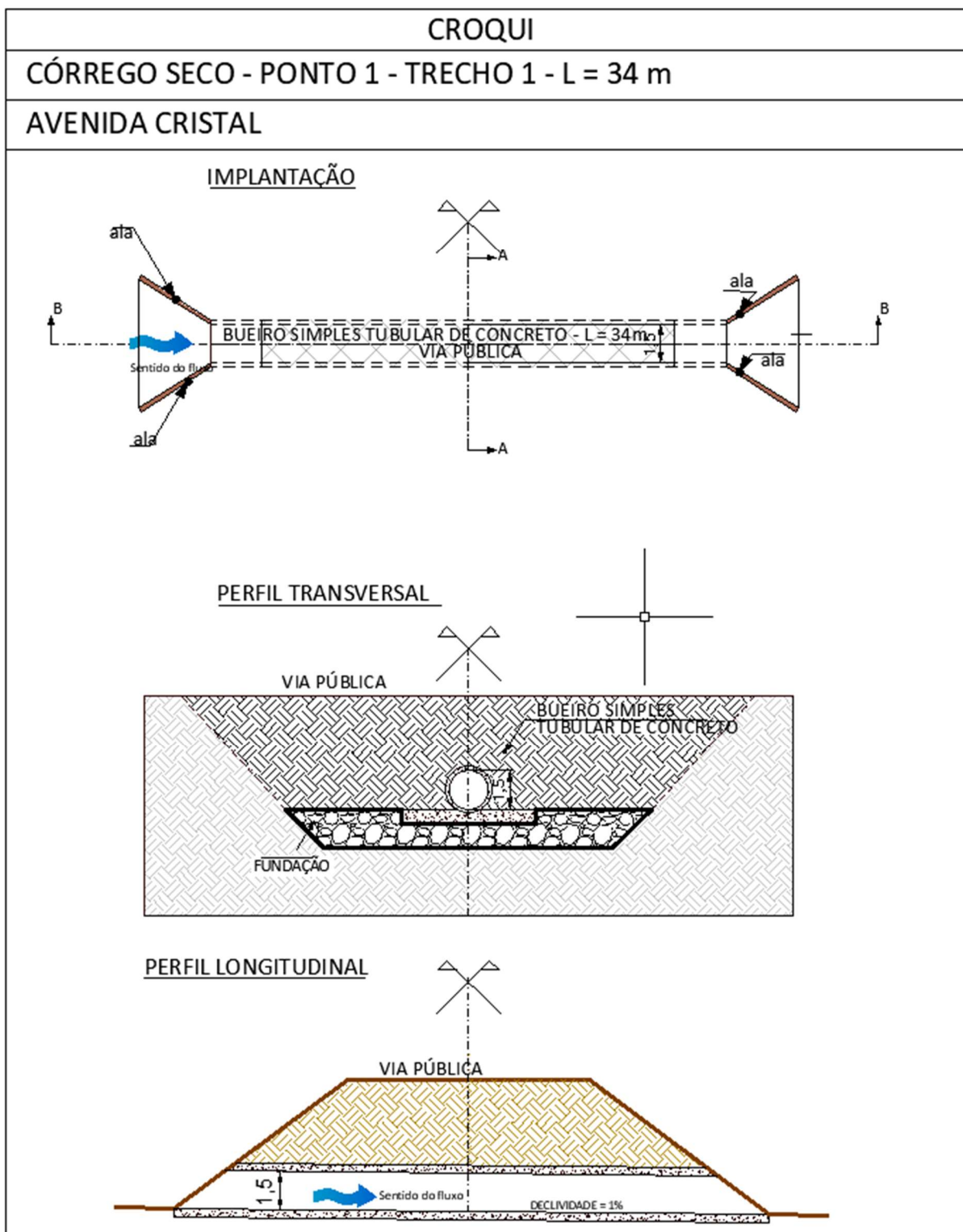


- ❖ Estudos Hidrológicos e Hidráulicos, para implantar uma Bacia de Detenção para o Trecho 1 correspondente ao PONTO 1- Av. do Cristal, 403672 m E; N=7424730 m N, imediatamente a montante.

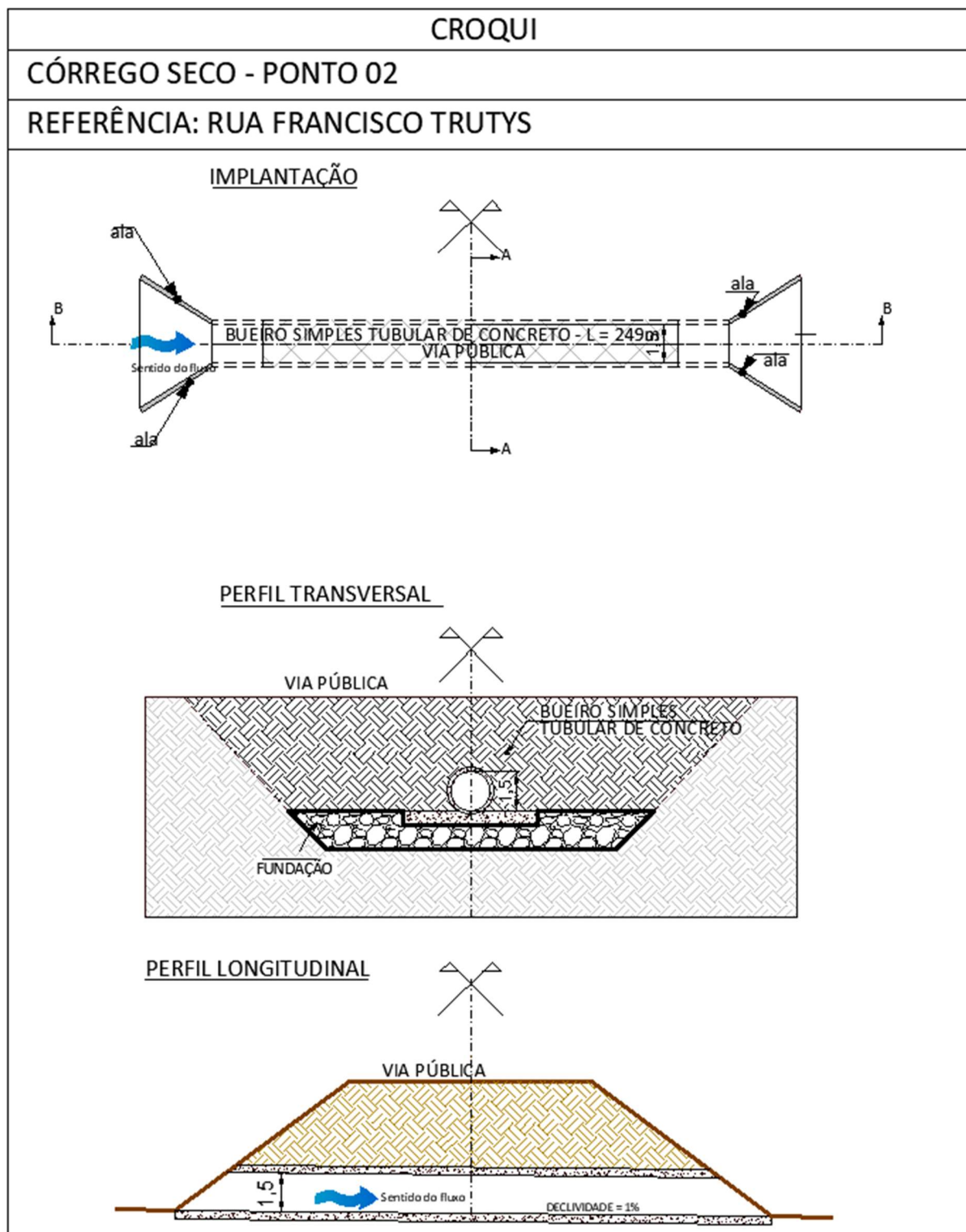


- ❖ Estudos Hidrológicos e Hidráulicos para o Trecho 2, a fim de adequar esse canal para veicular a vazão resultante da obra a montante.

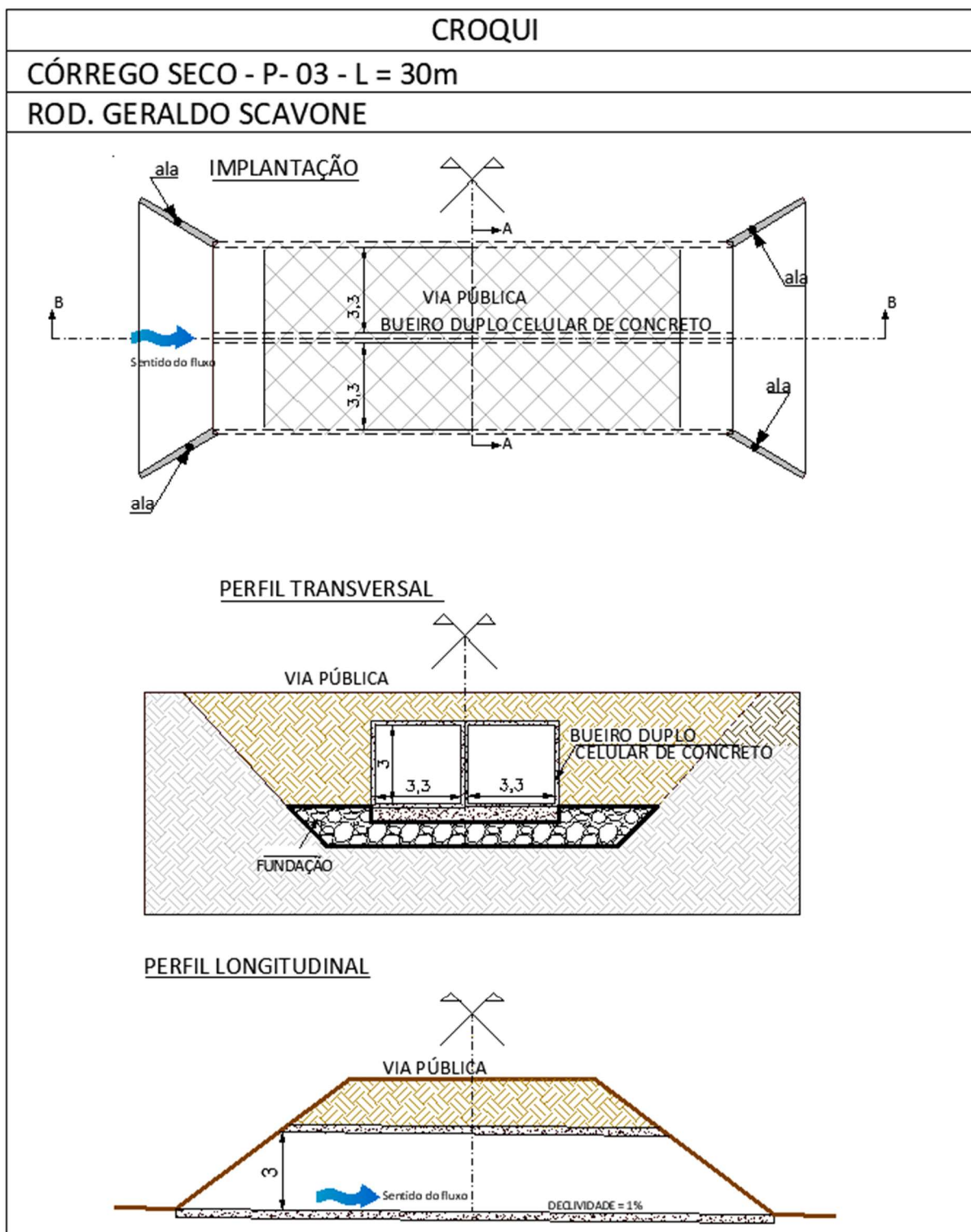
- ❖ Existe uma galeria do tipo BSTC Ø 1.5 m com L=34 m, Ponto 1, Avenida Cristal, que na hipótese de serem executadas as bacias de retenção situadas a montante, poderá ser mantida, conforme ilustrado a seguir:



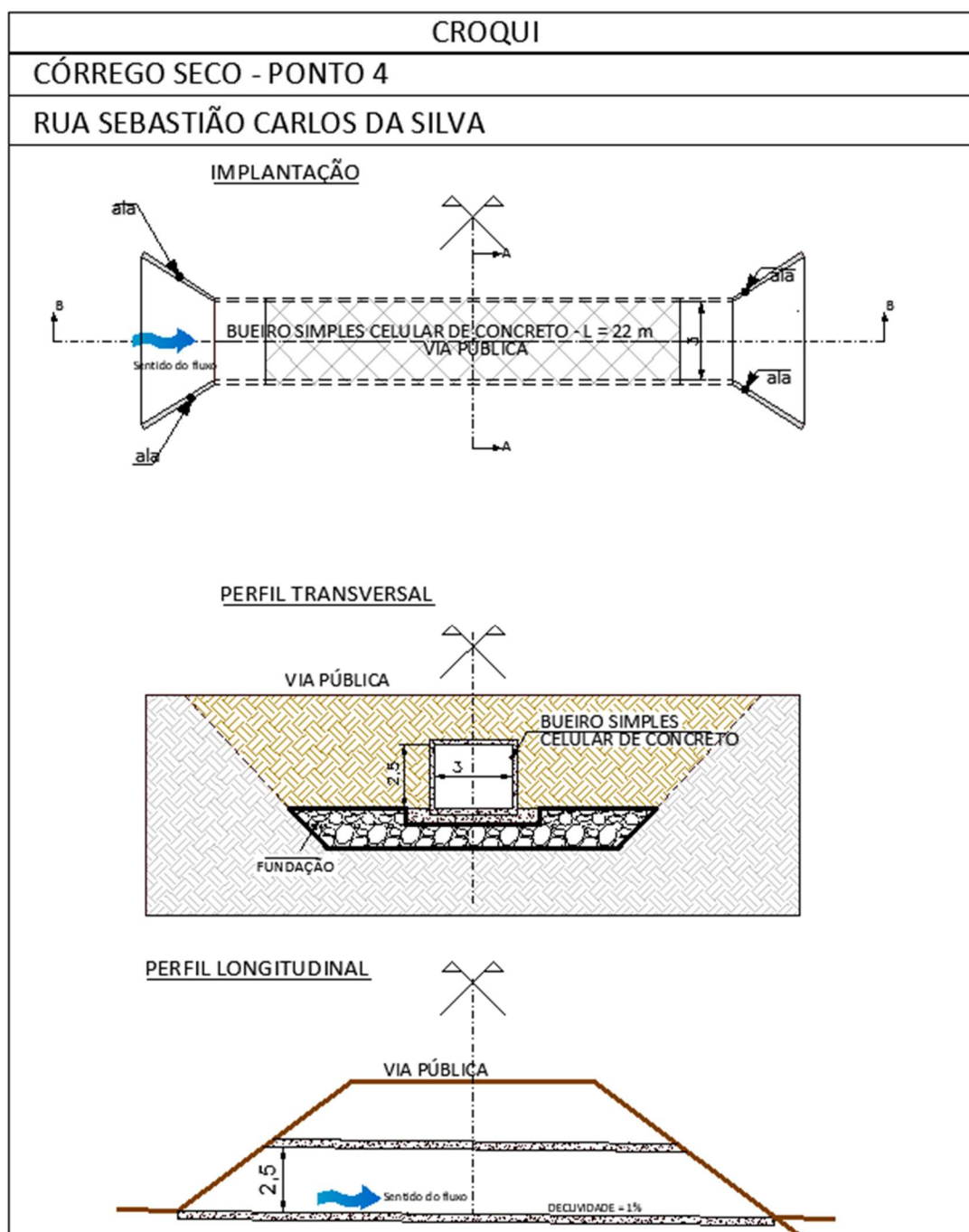
- ❖ Substituição da travessia existente para o ponto P02 - Rua Francisco Trutys, E= 403732 m N=7425047 m, para implantação de galeria tubular do tipo Bueiro Simples Tubular de Concreto - BSTC Ø 1.5 m com L=249m, conforme ilustração colocada a seguir:



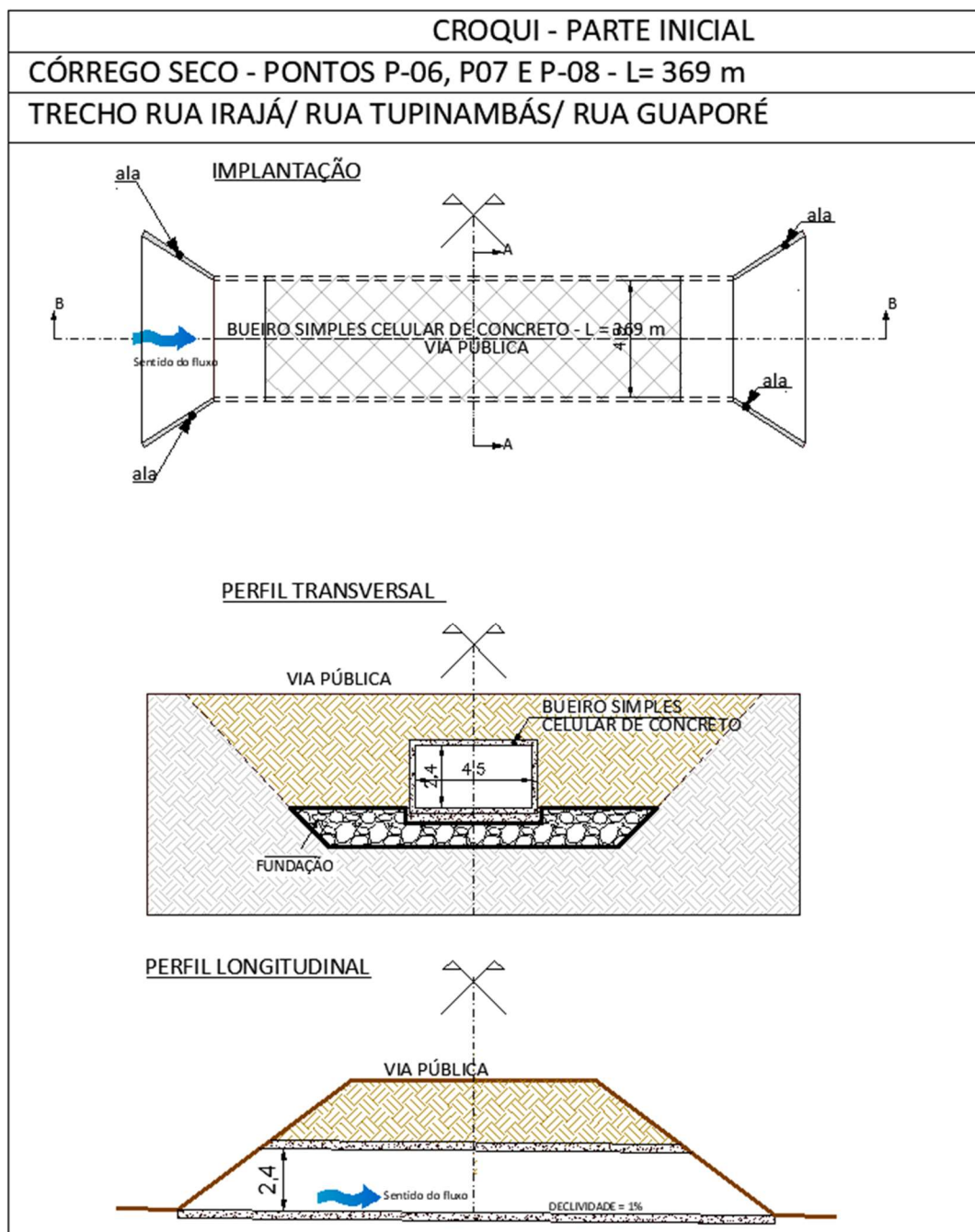
- ❖ Substituição do bueiro existente, conforme os dados do projeto do Departamento de Estradas de Rodagem DER/SP para o ponto P03 - Rod. Geraldo Scavone, E=403355.18 m N=7425078.17 m, por galeria do tipo Bueiro Duplo Celular de Concreto - BDCC com 3,3 x 3,0 m, conforme ilustração colocada a seguir:



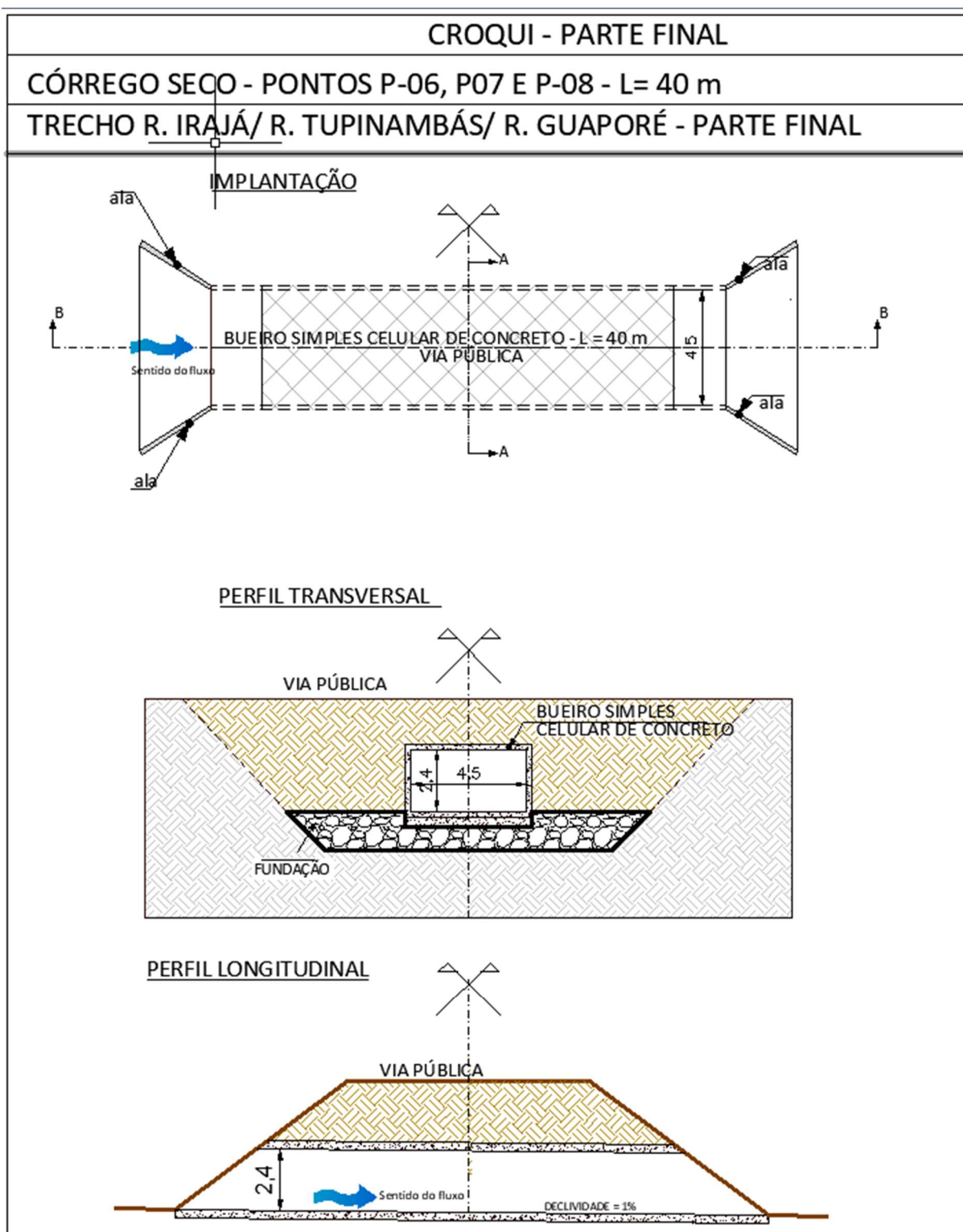
- ❖ Substituição do bueiro existente por uma galeria tipo Bueiro Simples Celular de Concreto - BSCC 3.0 x 2.5 m L=22m, para o ponto P04 - Rua Sebastião Carlos da Silva, 403201m E; 7425160 m N desse afluente.



- ❖ Substituição da galeria existente a montante por uma do tipo Bueiro Simples Celular de Concreto BSCC 4.5 x 2.4m e L=369m, no trecho inicial. O trecho inclui os pontos P06/07/08 - Trecho Rua Irajá, a partir das coordenadas 402969 m E 7425692 m S



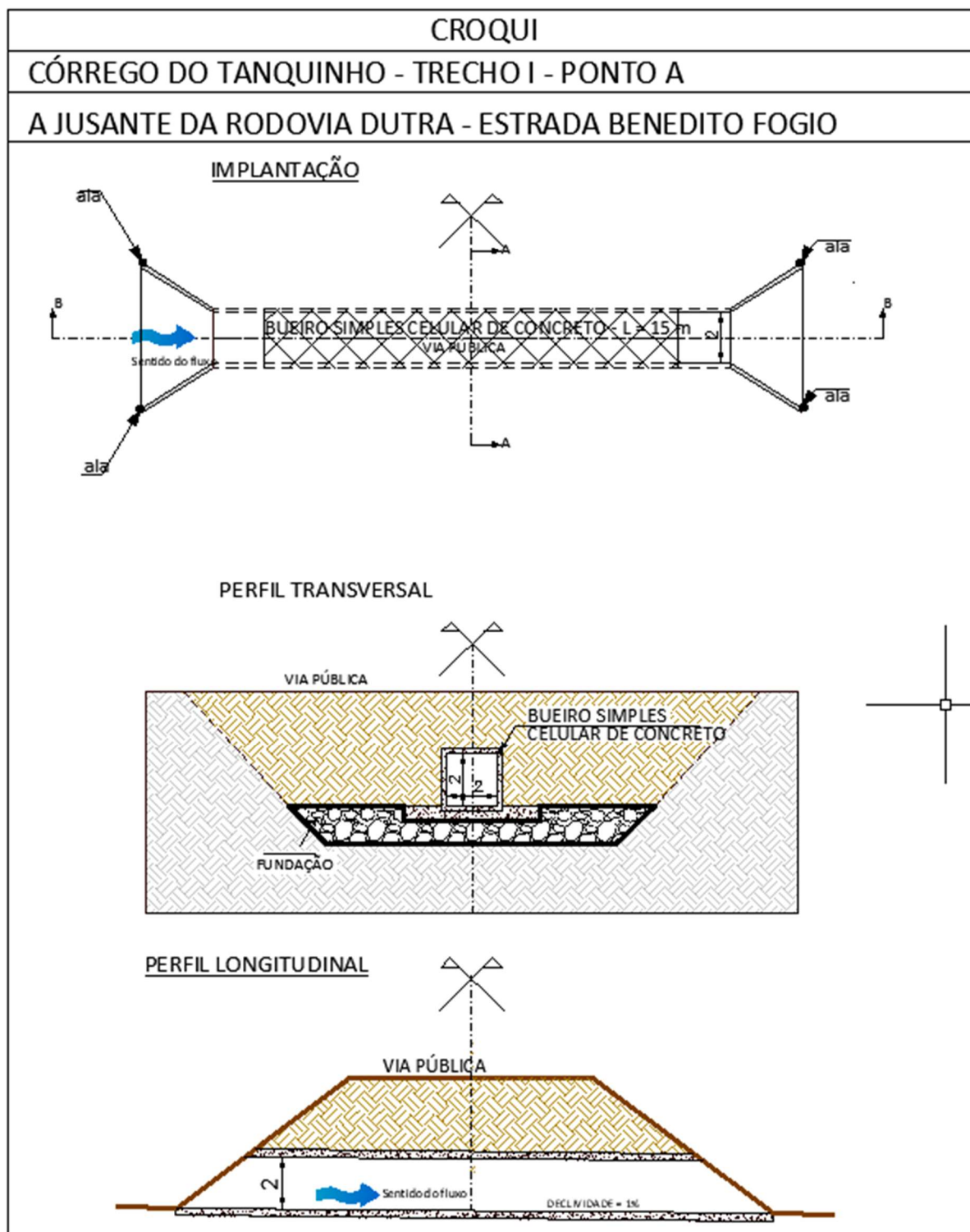
- ❖ Esse trecho prossegue por uma galeria tipo Bueiro Simples Celular Concreto, BSCC 3,0 x 2,0 m de aproximadamente 40 metros de extensão.



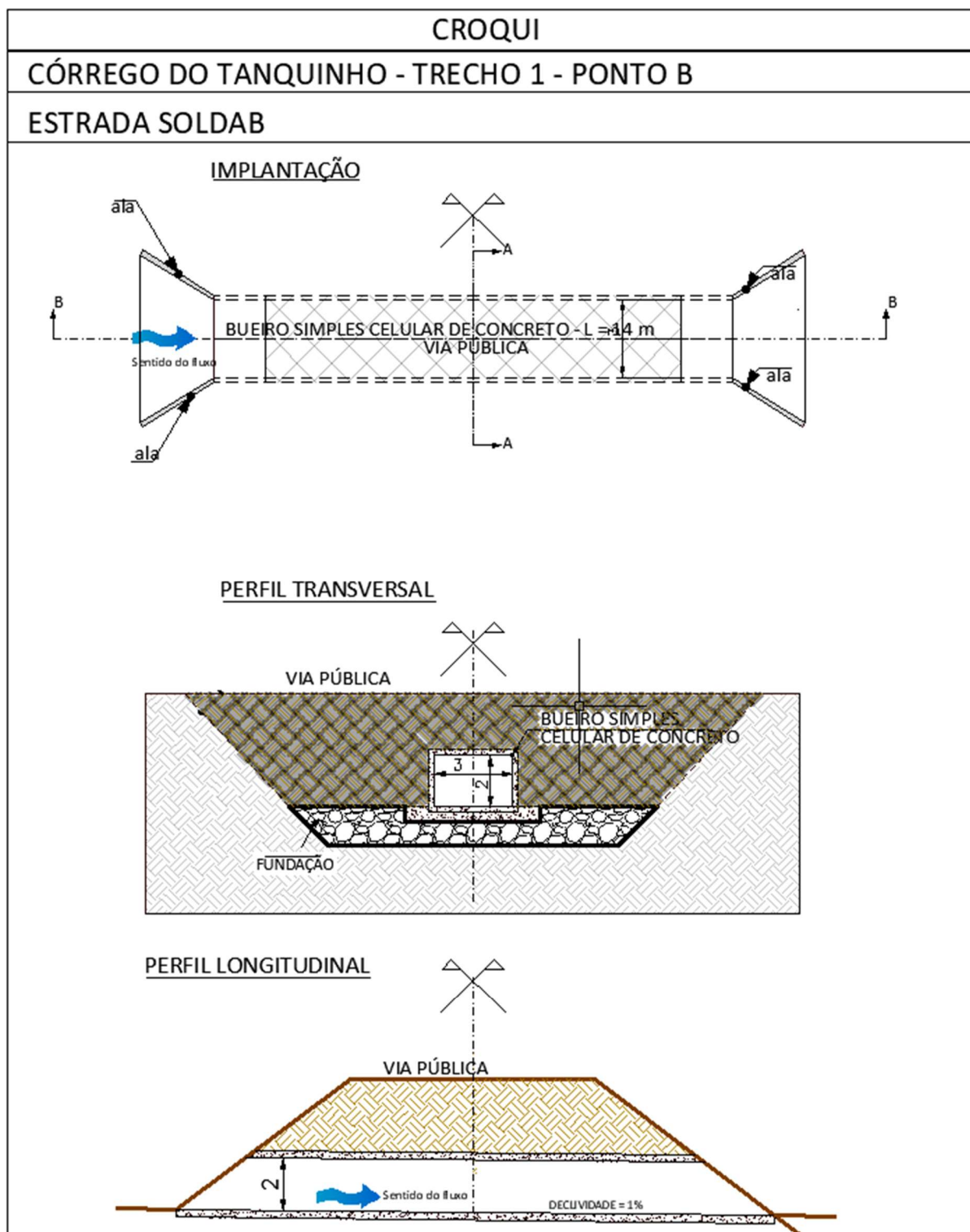
4.2.4. BACIA DO CÓRREGO DO TANQUINHO

No Diagnóstico foram indicadas as seguintes obras nessa bacia:

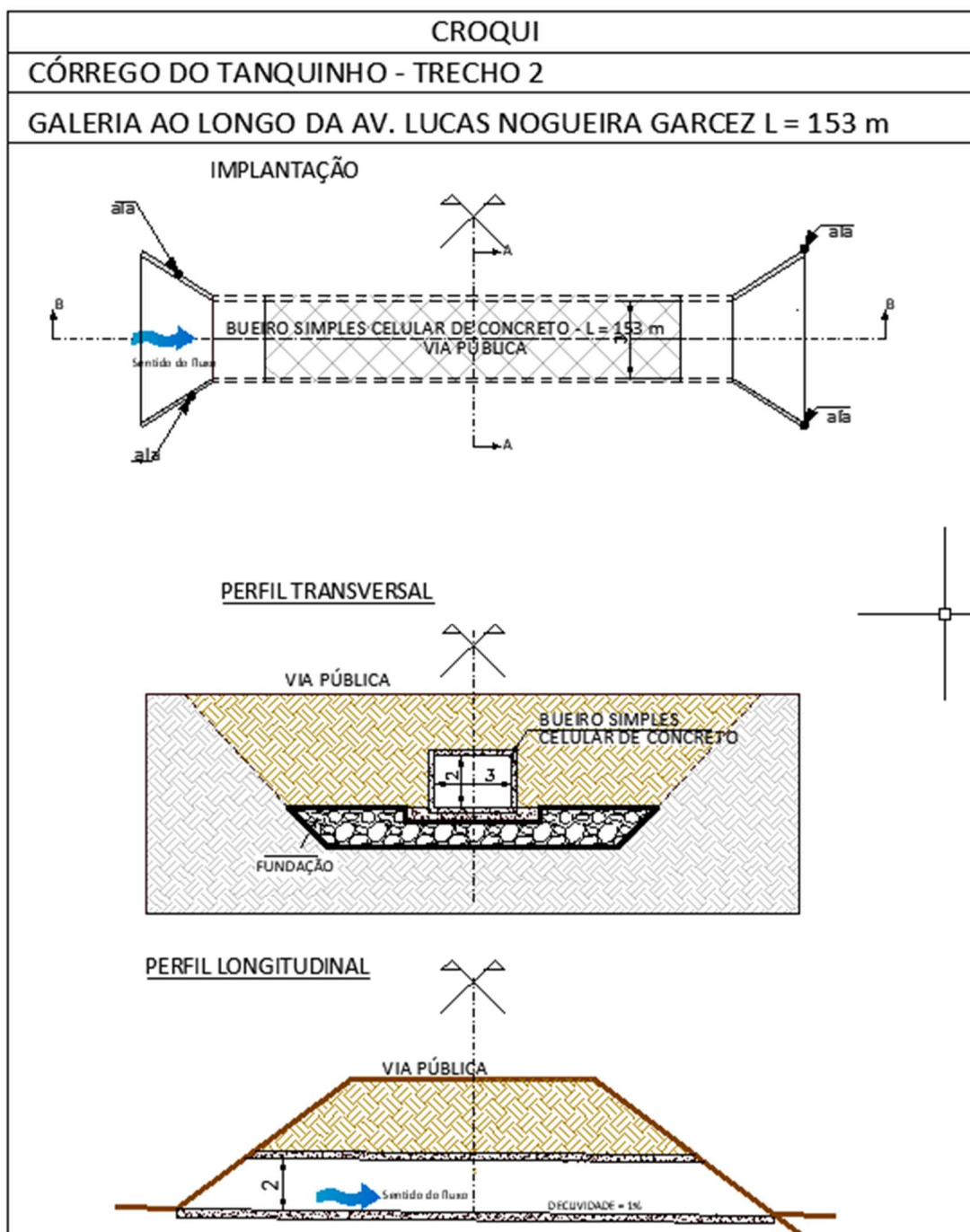
- ❖ Substituir a travessia existente no PONTO A, E=396.244.00 m e N=7422.599.00 m, para o trecho correspondente ao Trecho 1 - Ponto A ao Ponto B, por uma galeria tipo Bueiro Simples Celular Concreto BSCC, seção de 2,0 x 2,0 m, com 15 m de extensão;



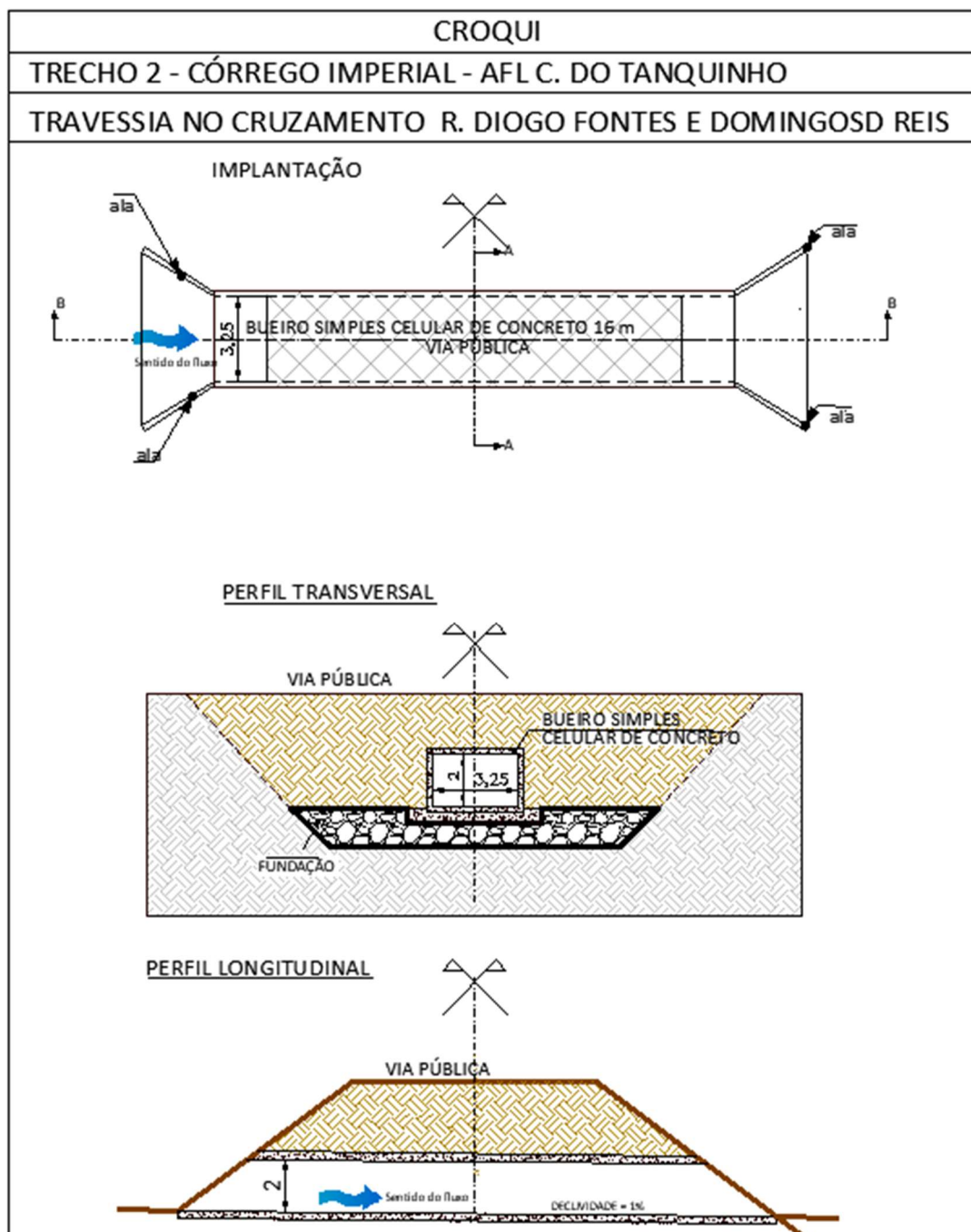
- ❖ Substituir a travessia existente no PONTO B por galeria tipo Bueiro Simples Celular Concreto, BSCC 3,0 x 2,0 m de aproximadamente 14 m de extensão; efetuar a limpeza do canal natural entre as travessias;



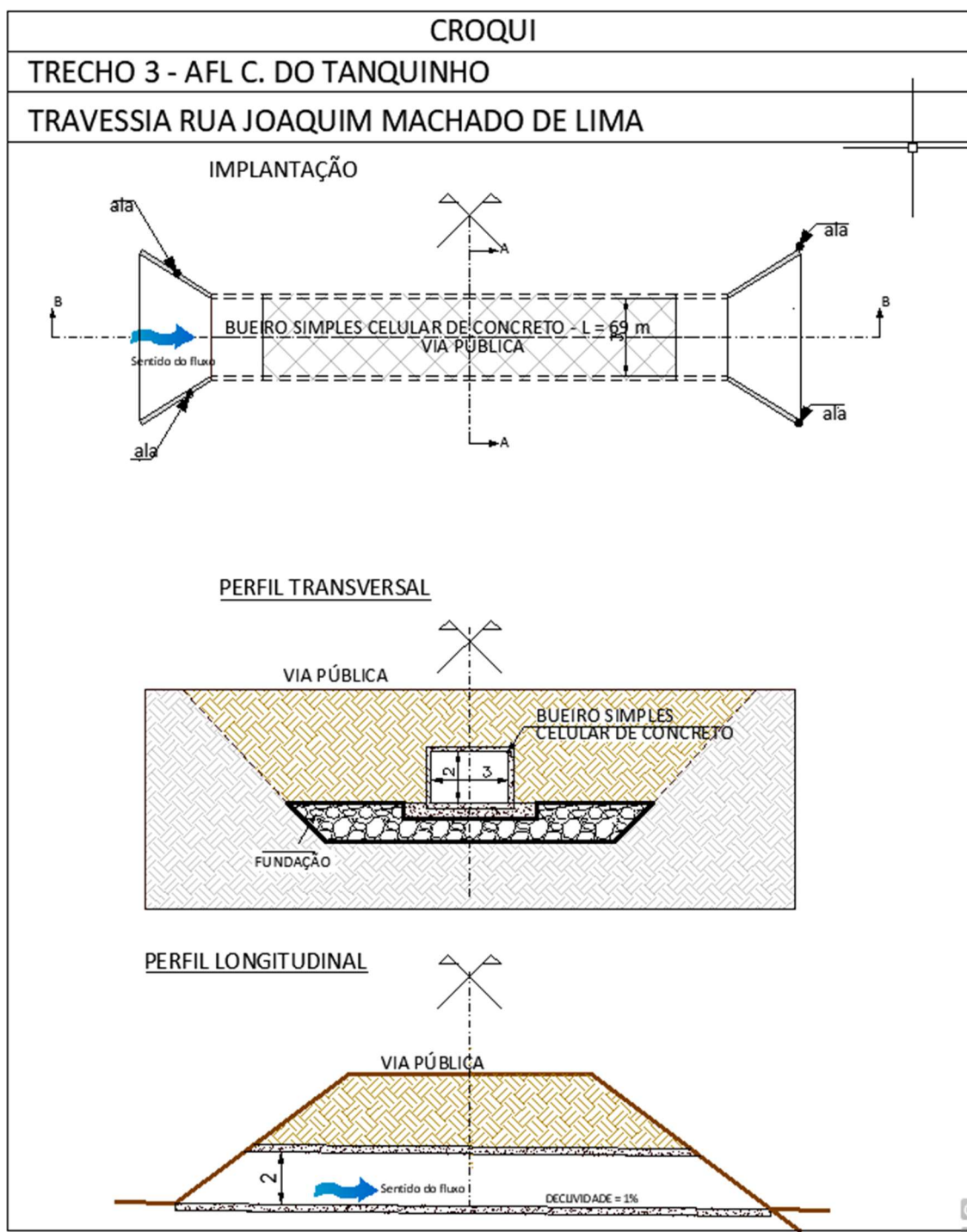
- ❖ Substituição da travessia existente no Trecho 2, Afluente D por galeria tipo Bueiro Simples Celular Concreto, BSCC 3,0 x 2,0 m de aproximadamente 153 metros de extensão.



- ❖ Substituição da travessia existente No Trecho 2, Córrego Imperial, cruzamento da Rua Diogo Fontes com a Domingos Reis por uma galeria tipo Bueiro Simples Celular Concreto, BSCC 3,25 x 2,0 m de aproximadamente 16 metros de extensão.



- ❖ Substituição da travessia existente no Trecho 3, Afluentes C, por uma galeria com seção BSCC de 3,0 x 2,0 m com 69 m de extensão na rua Joaquim Machado de Lima.



- ❖ Estudo hidrológico e hidráulico para uma Bacia de Detenção na junção entre a Avenida

Wilson Nogueira Soares no Jardim Esperança e a Rua Rio Grande Zonzini no Jardim Terras de São João.

- ❖ Estudo Hidrológico e Hidráulico para o Trecho 5 - Canal Paulistano para implantação de um canal escavado com cerca de 1,0 km de extensão.
- ❖ Estudo Hidrológico para Implantação de um canal escavado com 1,0 km de extensão no Trecho 6 - Calha do Córrego Tanquinho entre a Avenida Professor Joaquim P. da Silva e a Avenida Industrial.
- ❖ Estudo Hidrológico para Implantação de um canal escavado com cerca de 2,3 km de extensão no trecho a jusante na calha do Córrego Tanquinho que corre paralelamente a Avenida Industrial e corta a Avenida Presidente Humberto Castelo Branco, no Bairro Rio Abaixo.

4.3. SOLUÇÕES ALTERNATIVAS PARA OS PROBLEMAS PONTUADOS DE INUNDAÇÕES E ENCHENTES

No item 5.2.2.1 foram diversas localidades apontados locais em que são recorrentes as enchentes, apontados pelo cadastro elaborado pela Defesa Civil, todos referentes à microdrenagem municipal, que certamente, aí, apresentam deficiência. Não há cadastro dessa rede, o que se impõe como elemento imprescindível a ser elaborado. Sem esse instrumento, não há como apresentar solução ou alternativa

No item “INTRODUÇÃO, CONTEXTUALIZAÇÃO, CONCEITOS E DIRETRIZES DAS AÇÕES NECESSÁRIAS AO MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS” foram elencadas todas as técnicas que podem ser utilizadas para a prevenção, correção e mitigação das inundações.

4.4. LOCALIZAÇÃO E DELIMITAÇÃO DAS BACIAS ESTUDADAS:

A seguir, coloca-se a situação localização e delimitação das bacias estudadas:

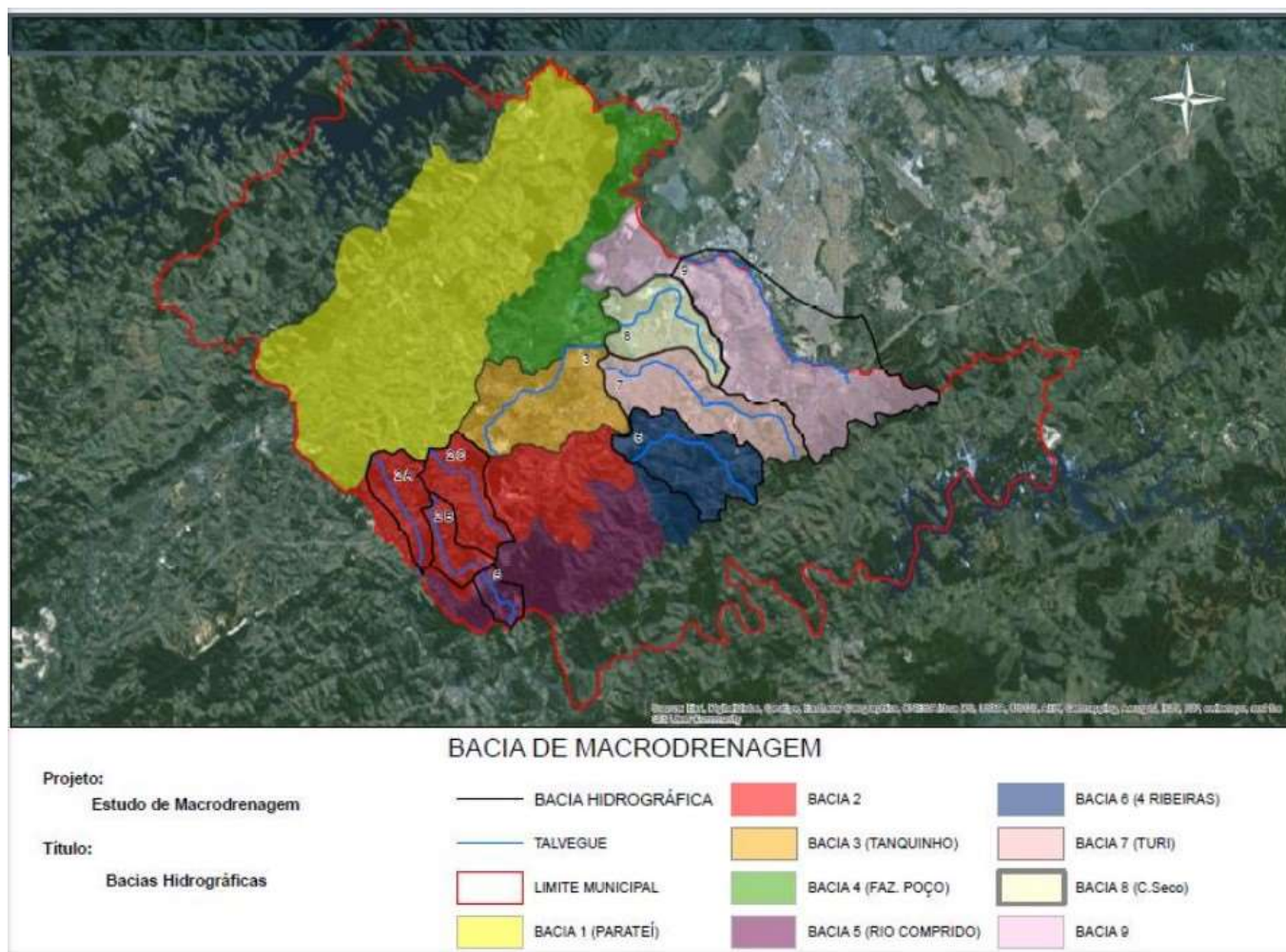


Figura 19 - Localização e Delimitação das bacias estudadas

5. REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DOS PROGRAMAS, DOS PROJETOS E DAS AÇÕES DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM URBANA

5.1. INDICAÇÕES DE ORDEM OPERACIONAL, MANUTENÇÃO NO SISTEMA DE MACRODRENAGEM

Essas ações visam resolver problemas decorrentes de ocupações, projetos e obras inadequadas, a saber:

- ❖ Ocupação do leito maior dos cursos d'água;
- ❖ Pontes mal dimensionada que não atendem às vazões recomendadas;
- ❖ Redução de seções por aterros;
- ❖ Obstrução e assoreamento dos cursos d'água e canais artificiais;

Nesses casos, o prejuízo da má aplicação desses recursos é dobrado, pois além de não resolver o problema, deixa um passivo para as novas gerações de cidadãos.

Além disso, é importante salientar a necessidade de serem implantadas medidas de gerenciamento dos recursos hídricos. A finalidade é minimizar os custos futuros com drenagem urbana. Isso se fará levando o presente Plano em consideração na atualização do Plano Diretor de Desenvolvimento do Município de maneira a que a ocupação urbana e respectiva impermeabilização seja controlada.

As diretrizes para operação e manutenção da micro e macrodrenagem compreendem um conjunto de rotinas que deverão ser incorporadas em um Sistema de Informações de Drenagem Urbana.

5.2. ESTUDO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DO CÓRREGO TURI

É necessário dar um destaque especial a esse assunto, face às razões que serão enunciadas a seguir:

Esse curso d'água nasce em região rural e segue por 10,66 km no sentido Leste Oeste até a sua foz no Rio Paraíba do Sul. Envolve cerca de 19,36 km².

Plano Municipal de Saneamento Básico de Jacareí – 2021 - 2040

Embora cerca de 2/3 do seu escoamento se dê por canal natural, o Córrego Turi é bastante problemático no terço localizado mais a jusante. Além de situar-se em região densamente ocupada e de baixa declividade longitudinal, esse terço final apresenta trechos com travessias, galerias e canais subdimensionados. Assim sendo, ali registravam-se episódios recorrentes de alagamento. Durante a execução do presente plano, entraram em plena operação bacias de retenção executadas em série, imediatamente montante desse aludido trecho.

Considere-se uma bacia de retenção num determinado ponto de um curso d'água. Na figura colocada a seguir, têm-se no eixo das abscissas o tempo de escoamento de uma cheia, sendo " t_c " o tempo de concentração da chuva intensa considerada. No eixo das ordenadas, colocam-se as vazões correspondentes. A linha representada em cor azul é a variação da vazão ao longo de tempo. A linha representada em "traço-ponto" representa a vazão efluente de uma bacia de retenção ao longo do tempo. O módulo da área situada entre essas duas curvas desde o tempo inicial até o tempo " t_d " equivale ao volume acumulado nessa bacia de retenção durante a passagem dessa cheia. Vê-se, portanto que há uma redução nas vazões máximas efluentes. Sem a presença da bacia de retenção, ter-se-ia a propagação para jusante de uma vazão de módulo máximo " Q_{max} ". Com a bacia de retenção operando, tem-se a redução para uma vazão amortecida de módulo máximo " Q_s ".

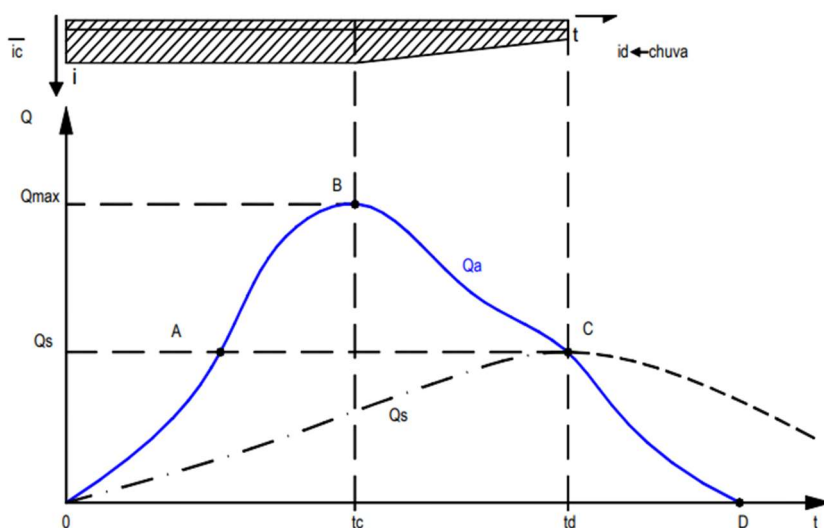


Figura 20 - Hidrogramas demonstrando o amortecimento de vazão em uma bacia de retenção (VM Engenharia)

Tendo em vista o anteriormente exposto, infere-se que a operação das bacias de retenção no Córrego Turi, está atualmente beneficiando consideravelmente a região situada a jusante.

A nomeada bacia, mormente no trecho abordado, ainda continua com os problemas de baixa declividade do talvegue, adensamento acentuado, canais, travessias e galerias subdimensionadas. No entanto, com certeza diminuirá a frequência com que os episódios de alagamento ocorrerão.

Assim sendo, tendo em vista a drástica mudança no comportamento hidráulico dessa bacia após a operação das bacias de retenção, é imprescindível que seja executado um “ESTUDO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO” que contemple toda a bacia, mas que verifique, principalmente, quais são as novas vazões máximas e qual será o comportamento das interferências situadas a jusante dessas obras na passagem dessas cheias.

5.3. PROGRAMAS PROPOSTOS

Propõe-se o seguimento dos programas pontuais e de duração continuada, indicados pelo PMEDMAP para implantação em Jacareí, a saber:

5.3.1. PROGRAMA 1 – DRENAGEM URBANA PARA TODOS

1	PROGRAMA 1 - DRENAGEM URBANA PARA TODOS
1.1	Projeto 1 - Resolver a microdrenagem
1.1.1	Ação 1 - Realizar cadastro técnico e mapeamento cartográfico em banco de dados georreferenciado do sistema de microdrenagem
1.1.2	Ação 2 - Obter/renovar as licenças ambientais das canalizações e dos barramentos
1.1.3	Ação 3 - Identificar unidades de sistema antigas ou danificadas, trechos desprovidos de rede ou trechos de rede
1.1.4	Ação 4 - Verificar normas e padronização de unidades de drenagem (sarjeta, sarjetão, poços de visita, bocas de
1.1.5	Ação 5 - Verificar aspectos hidráulicos e hidrológicos de travessias e de microdrenagem
1.1.6	Ação 6 - Elaborar projeto para a implantação de microdrenagem
1.1.7	Ação 7 - Executar obras e implantar infraestrutura após a conclusão do projeto
1.1.8	Ação 8 - Elaborar estudo para a cobrança relativa à prestação do serviço público de manejo de águas pluviais
1.1.9	Ação 9 - Elaborar plano de manutenção corretiva e preventiva de manejo das águas pluviais urbanas
1.1.10	Ação 10 - Implantar estrutura especializada em manutenção e vistoria permanente no sistema de microdrenagem
1.1.11	Ação 11 - Elaborar plano para a limpeza e desobstrução periódicas
1.1.12	Ação 12 - Acompanhar e monitorar o crescimento vegetativo
1.2	Projeto 2 - Solução da macrodrenagem
1.2.1	Ação 1 - Realizar cadastro técnico e mapeamento cartográfico em banco de dados georreferenciado do sistema
1.2.2	Ação 2 - Obter/renovar outorgas para travessias, canais e outras obras hidráulicas
1.2.3	Ação 3 - Elaborar sistema de identificação de pontos de inundação na área urbana
1.2.4	Ação 4 - Elaborar projetos, visando à minimização de inundações nas áreas delimitadas de alto risco de inundação
1.2.5	Ação 5 - Implantar sistema de alerta contra enchentes, de forma articulada com a Defesa Civil
1.2.6	Ação 6 - Elaborar plano para a realização de limpeza e ou desassoreamento nos rios
1.2.7	Ação 7 - Executar obras e implantar infraestrutura após a conclusão do projeto
1.2.8	Ação 8 - Reflorestar margens dos rios, quando necessário, em parceria com os órgãos ambientais competentes
1.2.9	Ação 9 - Propor medidas de recuperação ambiental para a proteção das áreas de mananciais
1.2.10	Ação 10 - Elaborar projeto e implantar sistema de retenção e aproveitamento de águas pluviais, para fins potáveis
1.2.11	Ação 11 - Realizar acompanhamento, controle e monitoramento do sistema
1.3	Projeto 3 - Minimizar as situações críticas
1.3.1	Ação 1 - Mapear e cadastrar as áreas de risco de escorregamento
1.3.2	Ação 2 - Instalar sensor volumétrico em bueiros
1.3.3	Ação 3 - Elaborar projetos para a erradicação/estabilização de risco de escorregamento
1.3.4	Ação 4 - Executar obras e implantar infraestrutura após a conclusão do projeto
1.3.5	Ação 5 - Executar melhorias e atualizações no sistema
1.3.6	Ação 6 - Realizar acompanhamento, controle e monitoramento do sistema

5.3.2.

PROGRAMA 2 – PLANO DE CONTINGÊNCIA

Os procedimentos a serem adotados pelos órgãos envolvidos direta ou indiretamente na prevenção, preparação e na resposta às emergências e desastres provocados por naturais estão previstos no Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil para deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos de Jacareí.

O citado Plano de Contingência proposto pelo PMEDMAP, aborda as ações pontuais e de duração continuada, conforme tabela colocada a seguir:

PROGRAMA 2 - PLANO DE CONTINGÊNCIA	2	AÇÕES DE CONTINGÊNCIA E MOBILIZAÇÃO
2.1 – Situações de alagamento, problemas relacionados à microdrenagem	2.1.1	Mobilização dos órgãos competentes para a realização da manutenção da microdrenagem.
	2.1.2	Acionamento da autoridade de trânsito para que sejam traçadas rotas alternativas a fim de evitar o agravamento do problema.
	2.1.3	Acionamento do técnico responsável designado para verificar a existência de risco à população; danos a edificações, vias; risco de propagação de doenças, entre outros.
	2.1.4	Proposição de soluções para a resolução do problema, com a participação da população; e informação à população sobre a importância de se preservar o sistema de drenagem.
2.2 – Inundações, enchentes provocadas pelo transbordamento de rios, córregos ou canais de drenagem.	2.2.1	Criação de sistema de monitoramento que possa identificar a priori a intensidade da enchente e acionar o sistema de alerta respectivo, bem como dar partida às ações preventivas, inclusive a remoção da população potencialmente atingível.
	2.2.2	Comunicação ao setor responsável, à prefeitura ou à defesa civil, para verificação de danos e riscos a população.
	2.2.3	Comunicação ao setor de assistência social para que sejam mobilizadas as equipes necessárias, informação dos abrigos.
	2.2.4	Estudo para controle das cheias nas bacias.
	2.2.5	Medidas para proteger pessoas e bens situados nas zonas críticas de
2.3 – Inexistência ou ineficiência da rede de drenagem urbana.	2.3.1	Verificação do uso do solo previsto para a região.
	2.3.2	Comunicação ao setor de planejamento da necessidade de ampliação ou correção da rede de drenagem.
	3.3.3	Comunicação ao setor de fiscalização para detecção do ponto de lançamento e regularização da ocorrência.
2.4 – Presença de materiais de grande porte, como carcaças de eletrodomésticos, móveis ou pedras.	2.4.1	Aumento do trabalho de conscientização da população sobre a utilização dos canais de drenagem.
	2.4.2	Comunicação ao setor de manutenção sobre a ocorrência
	2.4.3	Aumento da eficiência e cobertura da limpeza pública
2.5 – Assoreamento de bocas de lobo, bueiros e canais.	2.5.1	Comunicação ao setor de manutenção sobre a ocorrência
	2.5.2	Verificação dos intervalos entre as manutenções periódicas - se se encontram satisfatórios
	2.5.3	Aumento da eficiência e cobertura da limpeza pública
	2.5.4	Limpeza de boca de lobo
2.6 – Falta de abrigo para a população afetada por inundações e/ou morando em áreas com risco de deslizamento	2.6.1	Cadastro das famílias atingidas, transporte, manutenção e organização de abrigos e provisão de alimentos e serviços básicos de saúde.

A seguir, colocam-se os pontos críticos indicados pelo Plano de Contingência de Jacareí - 2022, de responsabilidade da Secretaria de Segurança e Defesa do Cidadão – Defesa Civil:

5.3.2.1. LOCAIS DE ALAGAMENTO E INUNDAÇÃO

- ❖ Balneário Paraíba - Rua Helgoland (fundo das ruas do bairro) – Alagamento;
- ❖ Jardim Paulistano– fundo do bairro;
- ❖ Vila Pinheiro – Rua Santa Catarina, Rua Ceará;

- ❖ Jardim Esper – Rua Regina, Rua Mariana, Rua Minas Gerais, Rua Santa Cecília;
- ❖ Parque Califórnia - Avenida Dr. João Lamana (próximo a EMEI), RUA Sebastião C. da Silva;
- ❖ Jardim Pitoresco – Rua Expedicionário José dos Santos, Rua Expedicionário José Maria Ferreira;
- ❖ Jardim Primavera – Rua das Prímulas, Rua das Eulálias;
- ❖ Centro - Rua João Américo da Silva, Rua Dr. Lúcio Malta com Rua Carlos Porto, Avenida Nove de Julho, Avenida Siqueira Campos com Rua Santa Catarina, Rua Alan Kardec, Rua José de Barros, Rua Gal. Carneiro, Rua Carlos Porto com Rua Ramira Cabral;
- ❖ Rio Comprido - Rua Bahia, Rua São Pedro, Viela Volta Redonda, Viela Nova Iguaçu (parte baixa do bairro), Rua Rio Grande do Sul;
- ❖ Vila Zezé – Rua Francisca Júlia – ao lado do piscinão;
- ❖ Jardim das Indústrias – Rua Atenas Paulista com Rua Emídio Pereira Mesquita;
- ❖ Rodovia Nilo Máximo entre os bairros Jardim Paraíso e Santo Antônio Boa Vista;
- ❖ Jardim do Vale – Rua Suzana de Castro Ramos;
- ❖ Rua Salvador Preto próximo Padaria Dois Irmãos;
- ❖ Jardim Emília - Ruas próximas ao SENAI;
- ❖ Jardim Flórida - Avenida Mississipi (área de APP);
- ❖ Jardim São José - Rua São Mateus, Avenida Amazonas, Avenida Mj Acácio Ferreira;
- ❖ Vila Formosa – Rua Vitória;
- ❖ Jardim São Luís - atrás da UBS do bairro Santa Cruz dos Lázaros;
- ❖ Avenida Getúlio Vargas - próximo ao 41º BPM-I (Polícia Militar);

- ❖ Jardim Guarani - Rua Francisco de Lima Sobrinho, Rua Minas Gerais e entorno Vila Ita - praticamente todas as ruas;
- ❖ Jardim Jacinto - Rua Rodrigues Alves, Rua Hermes da Fonseca, Rua Auro de Moura Andrade (parte baixa) Rua João Américo – Centro da cidade;
- ❖ Jardim Luiza – Rua Guaporé, Rua Irajá, Rua Iracema, Avenida Nove de Julho próximo biblioteca;
- ❖ Jardim Paraíba Parque Meia Lua – Rua Arthur Casarino;
- ❖ Jardim Olímpia – Rua Amâncio Dias;
- ❖ Veraneio Ijal – Rua Silvio Romeiro, Rua Augusto dos Anjos, Rua Osvaldo de Andrade;
- ❖ Igarapés – Rua Engº Flavio de Freitas;
- ❖ Nova Jacareí – Rua Diogo Fontes;

5.3.2.2. LOCAIS DE DESLIZAMENTO DE TERRA - RISCO MUITO ALTO:

Bela Vista 2: Rua Carajás, Rua Seis, Rua Quatro, Rua 7, Rua Tupari, Rua 5;

Jardim Pitoresco: Rua Expedicionário Leoni Fortunato;

Jardim do Portal: Rua João Pereira de Freitas, Rua Santo Onofre, Rua Dom João Bosco, Rua Santa Mônica Jardim São Gabriel: Av. São Gabriel e Rua Delfim Sacadura F. Cabral (no Subdistrito de São Silvestre);

Jardim Vista Verde: Rua Ignácio Pinheiro;

Vila Zezé: Rua Raimundo Corrêa, Rua Alvares de Azevedo, Rua Manoel de Souza, Rua Francisca Júlia;

5.3.2.3. LOCAIS DE DESLIZAMENTO DE TERRA - RISCO ALTO

Bela Vista 1: Rua Quatro, Rua Urupá, Rua Dois;

Jardim Maria Amélia: Rua Julião Steur Brison, Av. Adelaide da Silva Bissoli, Rua Alfredo Blóis, Av. Ciro de Siqueira Armani;

Jardim Boa Vista: Rua Salvador Preto;

Nova Jacareí: Rua Manoel Fernandes Agostinho, Rua Gaspar Gomes da Costa, Rua Manoel Chaves Pereira, Av. Lucas Nogueira Garcez, Rua Antonio de Oliveira Filho, Rua Francisco Maciel, Rua Arthur Verdelli;

Parque dos Príncipes: Rua Príncipe Gaston D'Eu, Rua Dona Maria I, Rua Dom João V, Rua Dom Felipe I, Rua Dom Antonio;

Jardim Esperança: Av. Geraldo Vicente Rosa;

Parque Imperial: Rua José Alves de Miranda, Rua João Batista dos Santos, Rua Adão Vitorino dos Santos, Rua João A. de Oliveira, Rua Antonio Carlos B. Ramos, Rua Darcy José de Faria, Rua Waldomiro de Paula, Rua Milton Alves de Souza, Rua Nove, Rua Dez, Rua Onze, Rua Doze, Rua Treze, Avenida Quatro;

Jardim Pitoresco: Rua Exp. Manoel Vitorino, Rua Exp. Leoni Fortunato, Rua Exp. Nazareno de Xavier;

Parque Santo Antônio: Rua dos Hibiscos, Avenida Vale do Paraíba, Rua das Dális;

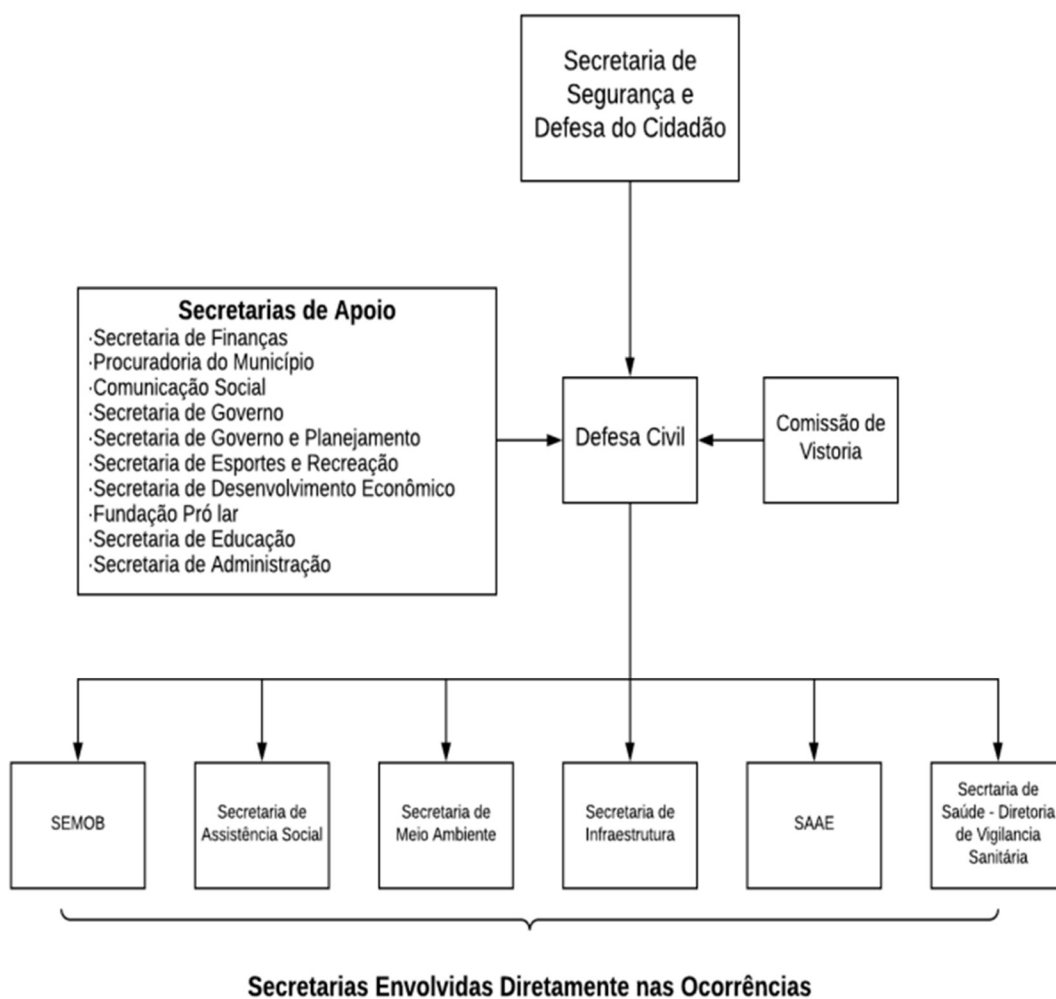
Jardim Vista Verde: Rua Bela Vista, Estrada do Porto Velho;

Veraneio Ijal – Rua José Martiniano de Alencar.

5.3.2.4. ESTRUTURA PROPOSTA PELO PLANO DE CONTINGÊNCIA PARA AÇÕES ESPECÍFICAS

COMDEC – JACAREÍ

Coordenadoria Municipal de Defesa Civil - Jacareí



5.4. OUTROS PROGRAMAS SUGERIDOS

A bibliografia consagrada aponta outros programas que podem ser interessantes no manejo das águas pluviais do município, a saber:

5.4.1. MONITORAMENTO DE BACIAS REPRESENTATIVAS DA CIDADE

Avaliar a rede hidrológica estabelecida. As informações existentes geralmente são esparsas e limitadas e não obedecem necessariamente aos interesses do planejamento da drenagem urbana na cidade.

Justificativa: para determinação das vazões nas bacias urbanas, são utilizados modelos hidrológicos, que possuem parâmetros, que são estimados com base em dados observados de precipitação e vazão, ou estimados com o auxílio de informações da literatura. Os estudos realizados utilizaram algumas das informações preexistentes na cidade; no entanto, observou-se a necessidade de uma amostra mais representativa e com um período de observação mais prolongado. Em todas as cidades brasileiras, não existem dados de qualidade da água dos pluviais. Essas informações são importantes para conhecer o nível de poluição resultante desse escoamento, as cargas dos diferentes componentes, para poder estabelecer medidas de controle adequadas.

Objetivos: os objetivos do programa são aumentar a informação de precipitação, vazão, parâmetros de qualidade da água de algumas bacias representativas do desenvolvimento urbano da cidade, e acompanhar qualquer alteração do seu comportamento em relação ao planejamento previsto.

Metodologia: para o desenvolvimento desse programa, recomenda-se o seguinte:

- ❖ proceder ao levantamento e revisar as informações existentes sobre variáveis hidrológicas e de parâmetros de qualidade da água;
- ❖ identificar, para os mesmos locais, os principais indicadores de ocupação urbana para os mesmos períodos dos dados coletados;
- ❖ preparar um plano de complementação da rede existente;
- ❖ criar um banco de dados para receber as informações existentes e coletadas;
- ❖ implementar a rede prevista e torná-la operacional.

5.4.2. MONITORAMENTO DE ÁREAS IMPERMEÁVEIS

O desenvolvimento urbano da cidade é dinâmico e o monitoramento da densificação urbana visa à avaliação desse processo sobre o impacto na infraestrutura da cidade. Em estudos hidrológicos desenvolvidos nos últimos anos, com dados de cidades brasileiras, Campana e Tucci (1994) apresentaram uma relação bem definida entre a densificação urbana e as áreas impermeáveis. Portanto, o aumento da densificação tem relação direta com o aumento da impermeabilização do solo, que é a causa principal do aumento das vazões da drenagem pluvial.

Justificativa: Há a necessidade, face ao cenário de futuro desenvolvimento, aperfeiçoar a previsão de densificação prevista no Plano Diretor Urbano, e, assim, obter-se as áreas impermeáveis previstas para esses cenários. Considerando que tais cenários podem se afastar da previsão, é necessário acompanhar a alteração efetiva da impermeabilização nas bacias planejadas.

Objetivo: acompanhar a variação das áreas impermeáveis das bacias hidrográficas da cidade, verificando alterações das condições de planejamento.

Metodologia: esse programa pode ser estabelecido com base no seguinte:

- ❖ obter anualmente imagem de satélite da cidade;
- ❖ proceder, para cada uma das bacias da cidade, a determinação sistemática das áreas impermeáveis;
- ❖ verificar se estão conformes aos cenários previstos no Plano Diretor Urbano;
- ❖ sempre que houver novos levantamentos populacionais, atualizar a relação densidade x área impermeável. Ajustar essa relação para áreas comerciais e industriais.

5.4.3. MONITORAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA DRENAGEM

Existem grandes incertezas quanto à quantidade de material sólido que chega ao sistema de drenagem. A avaliação dessas informações é muito limitada no Brasil. Geralmente, é conhecida a quantidade de material sólido coletado em cada área de coleta, mas não se conhece quanto efetivamente chega à drenagem. Os números podem chegar a diferenças de magnitude significativas.

Justificativa: os estudos de drenagem urbana partem dos princípios de que um conduto tem capacidade de transportar a vazão que chega no seu trecho de montante, mas não é possível estimar quanto deste conduto será entupido pela produção de material sólido. Dessa forma, muitos alagamentos que ocorrem são devidos, não à falta de capacidade projetada do conduto hidráulico, mas às obstruções provocadas pelo material sólido. Para que seja possível atuar sobre esse problema, é necessário conhecer melhor como os componentes de produção e de transporte desse material ocorrem em bacias urbanas.

Objetivos: quantificar o material sólido que chega à drenagem pluvial, como base para a implantação de medidas mitigadoras.

Metodologia: para quantificar os componentes que envolvem a produção e o transporte do material sólido, é necessário definir uma ou mais áreas de amostra. A metodologia prevista é a seguinte:

- ❖ definir as metas de um programa de estimativa dos componentes do processo de geração e transporte de material sólido para a drenagem;
- ❖ escolher uma ou mais áreas representativas para amostragem;
- ❖ definir os componentes;
- ❖ quantificar os componentes para as áreas amostradas por um período suficientemente representativo;
- ❖ propor medidas mitigadoras para a redução dos entupimentos.

5.4.4. REVISÃO DO CADASTRO DO SISTEMA DE DRENAGEM:

O sistema de drenagem deve ser cadastrado baseado na determinação da profundidade do conduto e em seu diâmetro. A cota deve ser obtida com base na topografia disponível do local cadastrado em plantas existentes na cidade. Por conta da variabilidade de levantamentos existentes na cidade, pode haver incompatibilidades no uso conjunto das informações.

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

Objetivo: Revisar o cadastro de condutos pluviais da cidade.

Metodologia: o levantamento deve estabelecer a topografia por meio de um mesmo referencial, fazendo uso de GPS, comparando a cota atual com a cota obtida em campo. A base de análise deve ser os locais identificados com problemas nos estudos de simulação realizados.

5.5. DEMANDAS NA MACRODRENAGEM – MANUTENÇÃO DE CANAIS NATURAIS E REVESTIDOS

A transposição eficaz das enchentes pelas áreas urbanas, depende da situação da seção os canais de macrodrenagem. Assim sendo, é necessário evitar que se acumulem assoreamentos ao longo dos canais e evitar obstruções nas travessias existentes. Esse procedimento deve ser feito periodicamente retirando-se o material assoreado e os entulhos por meio de equipamentos apropriados.

A PORTARIA DAEE nº 1.630, de 30 de maio de 2017, que dispõe sobre procedimentos de natureza técnica e administrativa para obtenção de manifestação e outorga de direito de uso e de interferência em recursos hídricos de domínio do Estado de São Paulo.

Com relação à manutenção de canais de curso d'água, aponta:

“...

Artigo 21

. ...

§ 5º - Ficam dispensados de outorga e de cadastro:

a) os usos e as interferências em recursos hídricos realizados em cursos d'água efêmeros;

b) os serviços de desassoreamento em reservatórios e de limpeza de álveos de cursos d'água e lagos;

....”

Não raramente, esses procedimentos podem perturbar os sistemas ecológicos ribeirinhos. Assim sendo, previamente, deve-se consultar os Órgãos Ambientais para a mitigação dos seus efeitos.

6. REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DOS ARRANJOS INSTITUCIONAIS PARA GESTÃO DOS SERVIÇOS DE DRENAGEM URBANA

6.1. LEVANTAMENTO DO QUADRO INSTITUCIONAL

O arranjo funcional para o manejo da Águas Pluviais em Jacareí é constituído atualmente pelos seguintes órgãos públicos municipais:

1.1.1. SEPLAN

Coordena as atividades relacionadas à gestão da infraestrutura nas regiões urbana e rural de Jacareí, por meio de iniciativas como o Plano Diretor, projetos de reformas e ampliações e atualização da legislação urbanística. É também responsável pelo parcelamento, uso e ocupação do solo, emissão de certidões de cadastro, licenciamento e fiscalização de projetos de edificações e emplacements de Ruas e logradouros públicos. (Site da PM)

Deverão ser suas atribuições quanto à macrodrenagem urbana:

- ❖ Elaborar, propor, fiscalizar estabelecer diretrizes quanto ao uso e ocupação do solo de maneira que as águas pluviais geradas pela impermeabilização não alterem as condições pré-existent;
- ❖ Estabelecer e fiscalizar a obrigatoriedade da microdrenagem para projetos de implantação de loteamentos ou abertura de Ruas;
- ❖ Exigir dos loteadores de glebas situadas às margens do rio Paraíba do Sul, que seja providenciado um estudo técnico detalhado para que se estabeleçam as cotas do nível máximo de cheias com tempo de retorno de 500 anos nas divisas situadas às margens do curso d'água;
- ❖ Estabelecer e fiscalizar a aplicação da política municipal de Áreas de Proteção Permanente (APPs), de maneira que as áreas a serem protegidas estejam mantidas como “non aedificandi” na revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento.

1.1.2. SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA

Tem como finalidade prover, de forma direta ou por meio de terceirização, o município de obras públicas e demais serviços necessários à manutenção e melhoria de todo o equipamento urbano e rural. Desenvolve, executa e fiscaliza projetos técnicos de obras públicas para toda a administração, como serviços de pavimentação e correlatos de vias e de logradouros públicos; abertura de estradas e Ruas municipais; canalização e drenagem de canais, córregos e galerias; serviços de pontes municipais.

Deverão ser suas atribuições quanto à macrodrenagem urbana:

- ❖ Executar e atualizar o cadastro das redes de microdrenagem urbana;
- ❖ Executar a manutenção de todos os elementos da rede de microdrenagem;
- ❖ Fiscalizar a execução dos elementos de microdrenagem dos novos loteamentos quando da sua implantação;
- ❖ Executar a manutenção preventiva dos elementos de microdrenagem existentes;
- ❖ Contratar e fiscalizar as obras de micro e macrodrenagem urbana.

1.1.3. SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E ZELADORIA URBANA

Responsável por elaborar programas e campanhas intersetoriais que visem a melhoria da qualidade de vida, bem como ações voltadas à proteção, conservação e recuperação da fauna, flora e recursos naturais. Controla a poluição das águas, do ar e do solo.

Desenvolve ações de preservação ambiental, faz mapeamentos, diagnósticos, monitoramento, fiscalização, vistorias e laudos técnicos. E ainda realiza serviços de jardinagens e arborização, coordena o viveiro municipal e promove ações voltadas à educação ambiental. Orientando e fazendo cumprir as atividades de coleta e remoção de resíduos sólidos, varrição e aterro sanitário. (Site PM)

Deverão ser suas atribuições quanto à macrodrenagem urbana:

- ❖ Propor, fiscalizar e executar projetos e ações com vistas a evitar, reparar e mitigar a pressão antrópica sobre a rede de drenagem urbana, mormente quanto às questões relativas à proteção da fauna, flora, matas ciliares no âmbito municipal urbano.

Propor medidas não estruturais no sentido de impedir a excessiva impermeabilização dos terrenos urbanos.

6.2. MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS – HIERARQUIZAÇÃO

AÇÃO	PRIORIDADE
Controle do uso do solo urbano;	5
Regulamentação desse plano Diretor de Macrodrenagem Urbana	1
Regulamentação para áreas em construção	2
Áreas verdes	8
Controle de ligações clandestinas	7
Varrição de Ruas	6
Educação da população	3
Controle da coleta e disposição final do lixo	4

6.3. AÇÕES SISTEMÁTICAS

Ações Sistemáticas abrangerá a elaboração do Manual de Diretrizes Básicas, que visará a uniformização dos critérios de planejamento e projeto de obras de drenagem urbana e da planificação e arquitetura do Sistema de Suporte a Decisão, composto por um Sistema de Informações, pelo Programa de Monitoramento Hidráulico-Hidrológico e pelo Modelo de Operação do Sistema. Também nesta Etapa está prevista a elaboração do Programa de Controle de Poluição Difusa, já que a questão do controle da qualidade das águas drenadas é de extrema importância para a recuperação dos nossos rios e córregos. Programa de Medidas de Fiscalização e Controle e do Sistema de Acompanhamento e Revisão do Plano permitirão a conclusão dos trabalhos que integram o Plano.

6.4. MANUAL DE DIRETRIZES BÁSICAS

Em anexo, apresenta-se um manual para as diretrizes de macrodrenagem urbana, elaborado de acordo com as melhores técnicas de engenharia.

6.5. SISTEMA DE SUPORTE A DECISÃO

Os princípios a seguir caracterizados visam orientar as decisões a serem tomadas quanto aos problemas de macrodrenagem do município. Esses princípios são essenciais para o bom desenvolvimento de um programa consistente de drenagem urbana, a saber:

- ❖ O Plano Diretor de Drenagem Urbana de Jacareí deve fazer parte do Plano de Desenvolvimento Urbano e Ambiental (PDDUA) da cidade. A drenagem faz parte da infraestrutura urbana, portanto, deve ser planejada em conjunto com os outros sistemas, principalmente os planos de controle ambiental, esgotamento sanitário, disposição de material sólido e tráfego;
- ❖ O escoamento durante os eventos chuvosos não pode ser ampliado pela ocupação da bacia, tanto num simples loteamento, como nas obras de macrodrenagem existentes no ambiente urbano. Isto se aplica desde a um simples aterro urbano, à construção de pontes, rodovias e ao adensamento da ocupação urbana. O princípio é de que cada usuário urbano não deve ampliar a cheia natural.
- ❖ O Plano de controle da drenagem urbana deve contemplar todas as bacias hidrográficas sobre as quais a urbanização se desenvolve. As medidas não podem reduzir o impacto de uma área em detrimento de outra, ou seja, os impactos de quaisquer medidas não devem ser transferidos. Caso isso ocorra, deve-se prever uma medida mitigadora.

Os princípios a seguir caracterizados visam evitar os problemas descritos no item anterior. Estes princípios são essenciais para o bom desenvolvimento de um programa consistente de drenagem urbana, a saber:

- ❖ O Plano Diretor de Drenagem Urbana de Jacareí deve fazer parte do Plano de Desenvolvimento Urbano e Ambiental (PDDUA) da cidade. A drenagem faz parte da infraestrutura urbana, portanto, deve ser planejada em conjunto com os outros sistemas, principalmente os planos de controle ambiental, esgotamento sanitário, disposição de material sólido e tráfego;
- ❖ As medidas não estruturais são as que:

- ❖ Não implicam na execução de obras;
- ❖ Promovem adaptação ao fenômeno das inundações;
- ❖ Privilegiam medidas preventivas;
- ❖ Têm aplicação difusa (na várzea especialmente);
- ❖ Apoiam-se em aspectos de caráter sociopolíticos;
- ❖ Investem em educação, participação pública, legislação, etc.; e
- ❖ Resultam em custos baixos, mas de difícil aplicação.
- ❖ As medidas estruturais são obras de engenharia implantadas para reduzir o risco das enchentes. Essas medidas podem ser extensivas ou intensivas. As medidas extensivas são aquelas que agem na bacia, procurando modificar as relações entre precipitação e vazão, como a alteração da cobertura vegetal do solo, que reduz e retarda os picos de enchentes e controla a erosão da bacia. As medidas intensivas são aquelas que agem no rio e podem ser de três tipos:
 - ❖ As que aceleram o escoamento: construção de diques e “polders”, aumento da capacidade de descarga dos rios e corte de meandros;
 - ❖ As que retardam o escoamento: reservatórios e as bacias de amortecimento; e
 - ❖ As que resultam em desvio do escoamento: são obras como canais e desvios.
- ❖ As medidas estruturais envolvem grande quantidade de recursos e resolvem somente problemas específicos e localizados. Isso não significa que esse tipo de medida seja totalmente descartável.
- ❖ A política de controle de inundações, certamente, poderá chegar às soluções estruturais para alguns locais, mas dentro da visão de conjunto de toda a bacia, em que estas sejam racionalmente integradas com outras medidas preventivas (não estruturais) e compatibilizadas com o esperado desenvolvimento urbano.
- ❖ O controle deve ser realizado considerando a bacia como um todo e não em trechos isolados;
- ❖ Os meios de implantação do controle de enchentes deverão ser o PDDUS e as Legislações Municipal/Estadual. O primeiro estabelecerá as linhas principais e as legislações controlarão o manejo.
- ❖ O controle permanente: o controle de enchentes é um processo permanente; não basta que sejam estabelecidos regulamentos e que sejam construídas obras de

proteção; é necessário estar atento às potenciais violações da legislação e na expansão da ocupação do solo de áreas de risco. Portanto, recomenda-se que:

- ❖ Nenhum espaço de risco seja desapropriado se não houver uma imediata ocupação pública que evite a sua invasão; e
- ❖ A comunidade tenha uma participação nos anseios, nos planos, na sua execução e na contínua obediência das medidas de controle de enchentes.
- ❖ A educação: a educação de engenheiros, arquitetos, agrônomos e geólogos, entre outros profissionais, da população e de administradores públicos é essencial para que as decisões públicas sejam tomadas conscientemente por todos;
- ❖ O custo da implantação das medidas estruturais e da operação e manutenção da drenagem urbana deve ser transferido aos proprietários dos lotes proporcionalmente à sua área impermeável, que é a geradora de volume adicional, com relação às condições naturais;
- ❖ O conjunto desses princípios trata o controle do escoamento urbano na fonte, distribuindo as medidas de controle para aqueles que produzem o aumento do escoamento e a contaminação das águas pluviais; e
- ❖ É essencial uma gestão eficiente na manutenção de drenagem e na fiscalização da regulamentação.
- ❖ O escoamento durante os eventos chuvosos não pode ser ampliado pela ocupação da bacia, tanto num simples loteamento, como nas obras de macrodrenagem existentes no ambiente urbano. Isto se aplica desde a um simples aterro urbano, à construção de pontes, rodovias e ao adensamento da ocupação urbana. O princípio é de que cada usuário urbano não deve ampliar a cheia natural.
- ❖ O Plano de controle da drenagem urbana deve contemplar todas as bacias hidrográficas sobre as quais a urbanização se desenvolve. As medidas não podem reduzir o impacto de uma área em detrimento de outra, ou seja, os impactos de quaisquer medidas não devem ser transferidos. Caso isso ocorra, deve-se prever uma medida mitigadora. O Plano deve prever a minimização do impacto ambiental devido ao escoamento pluvial através da compatibilização com o planejamento do saneamento ambiental, controle do material sólido e a redução da carga poluente nas águas pluviais.

- ❖ O Plano Diretor de Drenagem Urbana de Jacareí, na sua regulamentação, deve contemplar o planejamento das áreas a serem desenvolvidas e o adensamento das áreas atualmente loteadas. Depois que a bacia, ou parte dela estiver ocupada, dificilmente o poder público terá condições de responsabilizar aqueles que estiverem ampliando a cheia. Portanto, se a ação pública não for realizada preventivamente, através do gerenciamento, as consequências econômicas e sociais futuras serão muito maiores para todo o município.
- ❖ Nas áreas ribeirinhas, o controle de inundações é realizado através de medidas estruturais e não estruturais, que dificilmente estão dissociadas.

1.1. PROGRAMA DE MEDIDAS DE FISCALIZAÇÃO E CONTROLE E DO SISTEMA DE ACOMPANHAMENTO E REVISÃO DO PLANO

O programa de fiscalização e controle deverá ser composto por um conjunto de atividades que visem à preservação do desempenho, da segurança e da confiabilidade dos componentes do sistema de drenagem, de forma a prolongar a sua vida útil e reduzir os custos de manutenção;

- ❖ O plano de manutenção será configurado pelos seguintes pontos essenciais: organização da área de manutenção, arquivo técnico e cadastro dos componentes do sistema de drenagem e programa de manutenção;
- ❖ A forma de organização do programa de manutenção será compatível com o porte e complexidade do sistema de drenagem de cada região;
- ❖ A gestão do sistema de manutenção deverá compreender a manutenção do arquivo técnico e cadastro dos componentes do sistema de águas pluviais e elaboração do programa de manutenção;
- ❖ O arquivo técnico do sistema de drenagem deverá ser composto por todos os documentos de projeto e construção, incluindo memoriais descritivos, memoriais de cálculo, desenhos e especificações técnicas;
- ❖ O cadastro dos componentes do sistema de águas pluviais deverá conter o registro de todos os componentes e sistemas abrangidos pelo programa de manutenção, incluindo identificação, descrição e localização;
- ❖ O arquivo técnico e o cadastro dos componentes do sistema de águas pluviais serão mantidos permanentemente atualizados, refletindo fielmente todas as

modificações e complementações realizadas ao longo da vida útil do sistema de drenagem;

- ❖ Os procedimentos e rotinas de manutenção deverão ser continuamente avaliados e ajustados, de modo a permanecerem sempre atualizados e consistentes com as necessidades e experiência adquirida na gestão do Sistema de Manutenção.

7. PLANO DE INVESTIMENTO

O município de Jacareí, como a maioria das cidades brasileiras, herdou um passivo considerável quanto aos serviços de saneamento.

Com raras exceções, a grande maioria das obras de drenagem no Brasil vem seguindo até hoje o conceito higienista do século XIX (Silveira, 2000), onde a ideia era a eliminação sistemática das águas, através de obras de canalização. No entanto, hoje é consenso que a simples transferência das vazões gera problemas para as regiões a jusante da saída desta bacia. Assim sendo, impõe-se, resgatar os erros resultantes da urbanização sem controle do passado e prognosticar medidas para o futuro, que incluam propostas de implantação de ações estruturais e não estruturais de maneira a não produzir custos ambientais para as gerações futuras, configurando o desenvolvimento urbano sustentável.

O PMSB, também nesse tema de Drenagem Urbana, deve considerar a atual envergadura financeira do município.

Impõe-se, nesse raciocínio, apresentar os seguintes cenários e respectivas metas colimadas:

Metas	Cenários Estudados		
	Ideal	Factível	Indesejável
Qualidade dos Recursos Hídricos	Todos os cursos de água atendem ao padrão de qualidade de sua classe nos primeiros anos de plano.	Manutenção dos padrões de qualidade atendidos e readequação progressiva dos não atendidos	Diminuição da qualidade ambiental e da água atual constada.
Universalização e Eficiência para o Sistema de Microdrenagem	Todas as vias urbanas pavimentadas com sistema de microdrenagem implantado e funcionando adequadamente.	Aumentar anualmente a cobertura do sistema e diminuir progressivamente os locais com problemas, até atingir a universalização e eficiência adequada.	Paralisação total de projetos, obras, melhorias e readequações não acompanhando o crescimento do município.
Eficiência para o Sistema de Macrodrenagem	Manutenção dos fundos de vale realizada anualmente ou a cada 6 meses já a partir do Ano 1.	Execução de ao menos uma manutenção em cada fundo de vale a cada três anos.	Inexecução de manutenções nos fundos de vale.

Conforme se arquitetou no relatório anterior, Prognóstico I, tendo em vista as limitações da capacidade econômico-financeira de Jacareí, deve-se perseguir o Cenário Factível.

Para o planejamento do investimento, percebeu-se a necessidade de ressaltarem-se as características de dois tipos de ações, a saber: ações de intervenção única ou pontuais e ações de duração continuada.

- Ações pontuais: são as execuções de travessias, as canalizações de cursos d'água, execução de bacias de detenção e retenção e a universalização de galerias pluviais nos bairros onde houver carência. Essas ações atenderão regiões e pontos destacados da bacia que apresentam deficiência local. Devem ser executadas na seguinte sequência para cada curso d'água:
 - para as bacias de detenção e/ou retenção, indica-se priorizar a construção das obras de montante para jusante; assim cada obra realizada reduzirá as vazões máximas para os trechos situados a montante;
 - para as demais obras, que tendem a acelerar o escoamento, indica-se priorizar a execução de jusante para montante; assim, as obras já estarão prontas para receber as vazões de montante.
 - Obs.: Se existirem locais cujas condições alterem fortemente essa lógica, por exemplo, causando recorrentes enchentes ou erosões severas, essas obras deverão ser priorizadas.

Ações de duração continuada: são as que decorrem do manejo e manutenção do Sistema de Drenagem Urbana, tais como: limpeza de desassoreamento de rios córregos; manutenção de galerias pluviais existentes. Também têm essa característica as ações não estruturais, tais como: Planos de Educação Ambiental; Planos de Contingência; Monitoramento, e outras.

7.1. PARÂMETROS E CUSTOS UTILIZADOS PARA UNIVERSALIZAÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE MICRODRENAGEM

Para a estimativa de complementação dos equipamentos urbanos de microdrenagem, adotaram-se os seguintes parâmetros e custos:

7.1.1. CUSTOS

Os custos para implantação e manutenção do sistema de galeria pluviais estão discutidos no ANEXO 1 deste relatório.

7.1.2. PARÂMETROS

Para a estimativa de universalização e manutenção dos equipamentos urbanos de microdrenagem, em conjunto com representantes da secretaria de Infraestrutura, adotaram-se os seguintes parâmetros:

Tabela 1 - Parâmetros para infraestrutura de microdrenagem ideal

PARÂMETROS PARA A QUANTIFICAÇÃO DOS SISTEMA DE GALERIAS PLUVIAIS				
Descrição	Tipo de relevo			Unidade
	Serra	Misto	Plano	
Construção de Boca de Lobo dupla	2	4	6	un/ha
Construção de galerias	50	70	90	m/hectare
Construção de Poços de Visita	1	2	2	un/ha
Construção de sarjeta em concreto	400	400	400	m/ha
Reforma de Bocas de Lobo dupla	2,00%	2,00%	2,00%	% reformadas/ano
Reforma de Galerias	0,50%	0,50%	0,50%	% reformadas/ano
Reforma de Poços de Visita	1,00%	1,00%	1,00%	% reformados/ano
Reforma de sarjeta	1	1	1	% reformados/ano

Para a **limpeza das bocas de lobo**, será adotado o seguinte critério:

Tabela 2 - Volume e frequência para limpeza de bocas de lobo

Relevo	Quantidade limpezas/ ano	Compr. (m)	Largura(m)	Altura (m)	Volume (m³)
Serra	1	2,40	1,00	0,35	0,84

Misto	2	2,40	1,00	0,35	1,68
Plano	4	2,40	1,00	0,35	3,36

Tendo em vista que os córregos urbanos e rururbanos de Jacaré apresentam declividades altas nas proximidades das suas cabeceiras e que estas vêm diminuindo até uma declividade de terrenos planos ao chegarem à foz desses cursos d'água, consideraram-se que as bacias correspondem ao relevo misto. Assim serão tomados os valores correspondentes nas tabelas 1 e 2.

7.2. ESTIMATIVA DE CUSTO PARA CADASTRO DOS DISPOSITIVOS DE MICRODRENAGEM

Para esse cálculo essa estimativa de cálculo, considerou-se que não precisarão ser cadastradas 25% das áreas urbanizadas. Em consenso com técnicos da secretaria da Infraestrutura, adotou-se como preço de mercado o valor de R\$ 0,32/m². Assim sendo, tem-se:

Tabela 3 - Custo para Cadastro do Sistema de Galerias Pluviais por Bacia Hidrográfica

CUSTO PARA CADASTRO DO SISTEMA DE GALERIAS PLUVIAIS.				
Curso d'água	Área total da bacia (km ²)	Área urbanizada 2020 (ha)	Área a cadastrar 2040(ha)	Custo (R\$)
Córrego Tanquinho	19,14	1.498,44	1.872,92	6.555.220,00
Córrego Turi	17,18	1.295,75	1.619,59	5.668.565,00
Córrego Seco	11,75	929,44	1.028,39	3.599.365,00
Córrego Comprido	2,83	125,58	156,97	549.395,00
Rio Parateí	108,00	1.015,95	1.269,86	4.444.510,00
Córrego Fazenda do Poço	24,10	413,85	517,28	1.810.480,00
Córrego 4 Ribeiras	14,52	334,38	417,94	1.462.790,00
Bacia 2	20,68	1.504,85	1.880,93	6.583.255,00
Bacia 9	38,30	980,35	1.226,36	4.292.260,00
TOTAL				34.965.840,00

As áreas de expansão urbana de Jacaré a serem urbanizadas deverão apresentar os projetos de parcelamento de solo, incluindo projetos de Galerias Pluviais completos e “as built” na entrega do empreendimento. Assim os custos atuais são um passivo para o município a ser resolvido, mas não haverá agravamento do quadro atual de deficiência de cadastro. A seguir, apresenta-se o cronograma de aplicação de recursos em cadastro com as metas sugeridas pela municipalidade.

7.3. ESTIMATIVA DE CUSTO PARA CADASTRO DOS DISPOSITIVOS DE MICRODRENAGEM

Para esse cálculo essa estimativa de cálculo, considerou-se que não precisarão ser cadastradas 25% das áreas urbanizadas. Em consenso com técnicos da secretaria da Infra-estrutura, adotou-se como preço de mercado o valor de R\$ 0,32/m². Assim sendo, tem-se:

Tabela 4 - Custo para Cadastro do Sistema de Galerias Pluviais por Bacia Hidrográfica

CUSTO PARA CADASTRO DO SISTEMA DE GALERIAS PLUVIAIS.				
Curso d'água	Área total da bacia (km ²)	Área urbanizada 2020 (ha)	Área a cadastrar 2040(ha)	Custo (R\$)
Córrego Tanquinho	19,14	1.498,44	1.872,92	6.555.220,00
Córrego Turi	17,18	1.295,75	1.619,59	5.668.565,00
Córrego Seco	11,75	929,44	1.028,39	3.599.365,00
Córrego Comprido	2,83	125,58	156,97	549.395,00
Rio Parateí	108,00	1.015,95	1.269,86	4.444.510,00
Córrego Fazenda do Poço	24,10	413,85	517,28	1.810.480,00
Córrego 4 Ribeiras	14,52	334,38	417,94	1.462.790,00
Bacia 2	20,68	1.504,85	1.880,93	6.583.255,00
Bacia 9	38,30	980,35	1.226,36	4.292.260,00
TOTAL				34.965.840,00

CUSTO PARA CADASTRO DO SISTEMA DE GALERIAS PLUVIAIS.				
Curso d'água	Área total da bacia (km²)	Área urbanizada 2020 (ha)	Área a cadastrar 2040(ha)	Custo (R\$)
Córrego Tanquinho	19,14	1.498,44	1.872,92	6.555.220,00
CórregoTuri	17,18	1.295,75	1.619,59	5.668.565,00
Córrego Seco	11,75	929,44	1.028,39	3.599.365,00
Córrego Comprido	2,83	125,58	156,97	549.395,00
Rio Parateí	108,00	1.015,95	1.269,86	4.444.510,00
CórregoFazenda do Poço	24,10	413,85	517,28	1.810.480,00
Córrego 4 Ribeiras	14,52	334,38	417,94	1.462.790,00
Bacia 2	20,68	1.504,85	1.880,93	6.583.255,00
Bacia 9	38,30	980,35	1.226,36	4.292.260,00
TOTAL				34.965.840,00

As áreas de expansão urbana de Jacaré a serem urbanizadas deverão apresentar os projetos de parcelamento de solo, incluindo projetos de Galerias Pluviais completos e “as built” na entrega do empreendimento. Assim os custos atuais são um passivo para o município a ser resolvido, mas não haverá agravamento do quadro atual de deficiência de cadastro. A seguir, apresenta-se o cronograma de aplicação de recursos em cadastro com as metas sugeridas pela municipalidade.

Tabela 5 - Cadastro dos Sistemas de Galerias de 2021 a 2040

CADASTRO DOS SISTEMAS DE GALERIAS PLUVIAIS (1000 x R\$) de 2020 a 2040																					
CURSOS D'ÁGUA																					
ANO	ANO																				
ANO	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	TOTAIS
Córrego do Tanquinho	327,76	327,76	327,76	327,76	655,52	655,52	655,52	655,52	655,52	655,52	131,1	131,1	131,1	131,1	131,1	131,1	131,1	131,1	131,1	131,1	6555,22
Corrego Turi	283,43	283,43	283,43	283,43	566,86	566,86	566,86	566,86	566,86	566,86	113,37	113,37	113,37	113,37	113,37	113,37	113,37	113,37	113,37	113,37	5461,645
Córrego Seco	179,97	179,97	179,97	179,97	359,94	359,94	359,94	359,94	359,94	359,94	71,987	71,987	71,987	71,987	71,987	71,987	71,987	71,987	71,987	71,987	3599,365
Comprido	27,47	27,47	27,47	27,47	54,94	54,94	54,94	54,94	54,94	54,94	10,988	10,988	10,988	10,988	10,988	10,988	10,988	10,988	10,988	10,988	549,395
Parateí	222,23	222,23	222,23	222,23	444,45	444,45	444,45	444,45	444,45	444,45	88,89	88,89	88,89	88,89	88,89	88,89	88,89	88,89	88,89	88,89	4444,51
Fazenda do Poço	90,524	90,524	90,524	90,524	181,05	181,05	181,05	181,05	181,05	181,05	36,21	36,21	36,21	36,21	36,21	36,21	36,21	36,21	36,21	36,21	1810,48
4 Ribeiras	73,14	73,14	73,14	73,14	146,28	146,28	146,28	146,28	146,28	146,28	29,256	29,256	29,256	29,256	29,256	29,256	29,256	29,256	29,256	29,256	1462,79
Bacia 2	329,16	329,16	329,16	329,16	658,33	658,33	658,33	658,33	658,33	658,33	131,67	131,67	131,67	131,67	131,67	131,67	131,67	131,67	131,67	131,67	6583,255
Bacia 9	214,61	214,61	214,61	214,61	429,23	429,23	429,23	429,23	429,23	429,23	85,845	85,845	85,845	85,845	85,845	85,845	85,845	85,845	85,845	85,845	4292,26
Percentagem do total	20%				10%	50%					20%										100%

7.4. CUSTOS E CRONOGRAMA PARA A UNIVERSALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS DE MICRODRENAGEM

QUANTIDADE IDEAL DE DISPOSITIVOS DE MICRODRENAGEM POR BACIA HIDROGRÁFICA

A contratação do cadastro do sistema de microdrenagem apresentada anteriormente poderá melhorar muito as estimativas desse item. Para estimar a área das bacias que têm deficiência, estimou-se que Jacareí tenha 25% dos seu território com os seus sistemas da Galerias Pluviais completos e satisfatórios. Considera-se que os futuros parcelamentos de solo em Jacareí, forçosamente, têm que ser entregues com os sistemas microdrenagem completos. Assim considerou-se que 75% das áreas urbanas de Jacareí necessitam de aplicação de Galerias Pluviais, Bocas de Lobo e Poços de Visita.

Assim, utilizando-se os parâmetros da Tabela 1, para relevo misto apresenta-se o que segue:

Tabela 6 – Quantidade Ideal de Dispositivos de Microdrenagem por Bacia Hidrográfica

QUANTIDADE IDEAL DE DISPOSITIVOS DE MICRODRENAGEM POR BACIA HIDROGRÁFICA							
Curso d'água	Área total da bacia (km²)	Área urbanizada 2020 (ha)	Infraestrutura a executar (ha)	Demanda atual de BL 2020 (un)	Demanda atual de GAP 2020 (m)	Demanda atual de PV 2020 (um)	Demanda atual de sarjetas (m)
Tanquinho	19,14	1.498,44	1.123,83	4.495	78.668,10	2.248	599.376
Turi	17,18	1.295,75	971,81	3.887	68.026,88	1.944	518.300
Seco	11,75	929,44	697,08	2.788	48.795,60	1.394	371.776
Comprido	2,83	125,58	94,19	377	6.592,95	188	50.232
Parateí	108,00	1.015,95	761,96	3.048	53.337,38	1.524	406.380
do Poço	24,10	413,85	310,39	1.242	21.727,13	621	165.540
4 Ribeiras	14,52	334,38	250,79	1.003	17.554,95	502	133.752
Bacia 2	20,68	1.504,85	1.128,64	4.515	79.004,63	2.257	601.940
Bacia 9	38,30	980,35	735,26	2.941	51.468,38	1.471	392.140
TOTAIS				24.296	425.175,98	12.148	3.239.436

7.5. CUSTO PREVISTO PARA A UNIVERSALIZAÇÃO DOS DISPOSITIVOS DE MICRODRENAGEM POR BACIA HIDROGRÁFICA

Adotamos considerar que 25% das áreas das bacias já estão com o sistema de microdrenagem implantado. Além disso, não se levarão em conta os novos loteamentos que deverão implantar obrigatoriamente esse sistema, de acordo com os padrões municipais exigidos. Assim sendo, os seguintes quadros de quantidades e investimentos significam a universalização desses serviços nessas bacias, compreendendo poços de visita, bocas de lobo, e redes de galerias:

Tabela 7 – Custos Totais para a Universalização da Microdrenagem por Bacia

CUSTOS TOTAIS PARA UNIVERSALIZAÇÃO DA MICRODRENAGEM POR BACIA					
Curso d'água	BL(R\$)	GAP(R\$)	PV(R\$)	SARJETAS (R\$)	TOTAL POR BACIA
Tanquinho	16.971.765,99	71.064.828,14	8.248.081	72.980.022	169.264.696
Turi	14.676.040,27	61.452.077,53	7.132.385	63.108.208	146.368.710
Seco	10.527.106,98	44.079.505,26	5.116.051	45.267.446	104.990.109
Comprido	1.422.355,50	5.955.741,38	691.248	6.116.248	14.185.593
Parateí	11.506.944,33	48.182.317,71	5.592.241	49.480.829	114.762.332
Fazenda do Poço	4.687.385,12	19.627.198,37	2.278.015	20.156.150	46.748.748
4 Ribeiras	3.787.284,85	15.858.264,08	1.840.576	16.285.644	37.771.769
Bacia 2	17.044.367,51	71.368.827,99	8.283.364	73.292.214	169.988.774
Bacia 9	11.103.728,40	46.493.956,56	5.396.283	47.746.966	110.740.934
	91.726.978,93	384.082.717,02	44.578.243	394.433.727	914.821.667

A seguir, coloca-se a proposta de custos e metas ao longo do horizonte desse plano para a universalização dos sistemas de microdrenagem de Jacaré-SP em forma de cronograma:

Tabela 8 – Cronograma para Universalização da Microdrenagem de Jacaré

CUSTOS PARA UNIVERSALIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE GALERIAS PLUVIAIS DE JACARÉ (1000X R\$)																				
BACIAS/ AN	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040
Tanquinho	6347,43	6347,43	6347,43	6347,43	8463,23	13541,18	13541,18	13541,18	13541,18	13541,18	6770,59	6770,59	6770,59	6770,59	6770,59	6770,59	6770,59	6770,59	6770,59	6770,59
Turi	550,35	550,35	550,35	550,35	733,80	1174,08	1174,08	1174,08	1174,08	1174,08	587,04	587,04	587,04	587,04	587,04	587,04	587,04	587,04	587,04	587,04
Seco	394,77	394,77	394,77	394,77	526,36	842,17	842,17	842,17	842,17	842,17	421,08	421,08	421,08	421,08	421,08	421,08	421,08	421,08	421,08	421,08
Comprido	53,34	53,34	53,34	53,34	71,12	113,79	113,79	113,79	113,79	113,79	56,89	56,89	56,89	56,89	56,89	56,89	56,89	56,89	56,89	56,89
Parateí	431,51	431,51	431,51	431,51	575,35	920,56	920,56	920,56	920,56	920,56	460,28	460,28	460,28	460,28	460,28	460,28	460,28	460,28	460,28	460,28
Fazenda do Poço	175,78	175,78	175,78	175,78	234,37	374,99	374,99	374,99	374,99	374,99	187,50	187,50	187,50	187,50	187,50	187,50	187,50	187,50	187,50	187,50
4 Ribeiras	142,02	142,02	142,02	142,02	189,36	302,98	302,98	302,98	302,98	302,98	151,49	151,49	151,49	151,49	151,49	151,49	151,49	151,49	151,49	151,49
Bacia 2	639,16	639,16	639,16	639,16	852,22	1363,55	1363,55	1363,55	1363,55	1363,55	681,77	681,77	681,77	681,77	681,77	681,77	681,77	681,77	681,77	681,77
Bacia 9	416,39	416,39	416,39	416,39	555,19	888,30	888,30	888,30	888,30	888,30	444,15	444,15	444,15	444,15	444,15	444,15	444,15	444,15	444,15	444,15
TOTAIS	9150,75	9150,75	9150,75	9150,75	12201,00	19521,59	19521,59	19521,59	19521,59	19521,59	9760,80	9760,80	9760,80	9760,80	9760,80	9760,80	9760,80	9760,80	9760,80	9760,80
METAS	ATÉ 15%				até 20%	até 60%					até 100%									

7.6. PREVISÃO DAS QUANTIDADES E CUSTOS PARA MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE MICRODRENAGEM

Estima-se que a quantidade de dispositivos de microdrenagem ao longo do horizonte de projeto acompanhará, proporcionalmente, a evolução populacional de Jacaréi. Utilizando os parâmetros das Tabelas 1 e 2, resulta na seguinte situação:

Tabela 9 – Quantidade Ideal de Dispositivos de Microdrenagem por Bacia Hidrográfica

QUANTIDADE IDEAL DE DISPOSITIVOS DE MICRODRENAGEM POR BACIA HIDROGRÁFICA											
Curso d'água	Área total da bacia (km²)	Área urbanizada 2020 (ha)	Área urbanizada 2040 (ha)	Estimativa de BL 2020 existentes (un)	Estimativa de BL em 2040 (un)	Estimativa de GAP 2020 (m)	Estimativa de GAP em 2040 (m)	Estimativa de PV 2020 (un)	Estimativa de PV em 2040 (un)	Estimativa de sarjetas em 2020 (m)	Estimativa de sarjetas em 2040 (m)
Tanquinho	19,14	1.498,44	1.872,92	2.997	3.746	82.414,20	103.010,60	1.498	1.873	599.376	749.168
Turi	17,18	1.295,75	1.619,59	2.592	3.239	71.266,25	89.077,45	1.296	1.620	518.300	647.836
Seco	11,75	929,44	1.028,39	1.859	2.057	51.119,20	56.561,45	929	1.028	371.776	411.356
Comprido	2,83	125,58	156,97	251	314	6.906,90	8.633,35	126	157	50.232	62.788
Parateí	108,00	1.015,95	1.269,86	2.032	2.540	55.877,25	69.842,30	1.016	1.270	406.380	507.944
Fazenda do Poço	24,10	413,85	517,28	828	1.035	22.761,75	28.450,40	414	517	165.540	206.912
4 Ribeiras	14,52	334,38	417,94	669	836	18.390,90	22.986,70	334	418	133.752	167.176
Bacia 2	20,68	1.504,85	1.880,93	3.010	3.762	82.766,75	103.451,15	1.505	1.881	601.940	752.372
Bacia 9	38,30	980,35	1.226,36	1.961	2.453	53.919,25	67.449,80	980	1.226	392.140	490.544

A partir dessa situação, utilizando-se os parâmetros colocados anteriormente e os custos unitários disponíveis no ANEXO 1, colocam-se as quantidades de serviço e os valores a serem disponibilizados ao longo do horizonte de projeto.:

Tabela 10 – Quantidade de Bocas de Lobo para Manutenção

REFORMA DE BOCAS DE LOBO (unidade)																				
ANO	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
CURSO D'ÁGUA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tanquinho	60	61	61	62	63	64	64	65	66	67	67	68	69	70	71	71	72	73	74	75
Turi	52	52	53	54	54	55	56	56	57	58	58	59	60	60	61	62	63	63	64	65
Seco	37	37	38	38	38	38	38	39	39	39	39	39	40	40	40	40	41	41	41	41
Comprido	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Parateí	41	41	41	42	42	43	43	44	44	45	45	46	46	47	47	48	48	49	50	51
Fazenda do Poço	17	17	17	17	17	18	18	18	18	18	19	19	19	19	19	20	20	20	20	21
4 Ribeiras	13	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	16	16	16	16	17	17	17	17	17
Bacia 2	60	61	62	62	63	64	65	65	66	67	68	68	69	70	71	72	73	73	74	75
Bacia 9	39	40	40	41	41	42	42	43	43	44	44	45	45	46	46	47	48	48	49	49

Tabela 11 – Custo Anual para a Manutenção de Bocas de Lobo

CUSTO ANUAL PARA REFORMA DE BOCAS DE LOBO (MIL X R\$)																				
ANO	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
CURSO D'ÁGUA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tanquinho	57,88	58,57	59,26	59,96	60,67	61,38	62,11	62,84	63,58	64,33	65,09	65,86	66,64	67,43	68,23	69,03	69,85	70,67	71,51	72,35
Turi	50,05	50,64	51,24	51,85	52,46	53,08	53,71	54,34	54,98	55,63	56,29	56,95	57,63	58,31	59,00	59,69	60,40	61,11	61,83	62,56
Seco	35,90	36,10	36,29	36,49	36,69	36,89	37,09	37,29	37,49	37,69	37,90	38,10	38,31	38,51	38,72	38,93	39,14	39,36	39,57	39,72
Comprido	4,85	4,90	4,94	4,99	5,04	5,09	5,14	5,19	5,24	5,29	5,34	5,39	5,44	5,50	5,55	5,60	5,66	5,71	5,77	6,06
Parateí	39,24	39,19	39,65	40,12	40,60	41,08	41,56	42,06	42,55	43,06	43,56	44,08	44,60	45,13	45,66	46,20	46,74	47,29	47,85	49,05
Fazenda do Poço	15,99	16,16	16,35	16,53	16,71	16,90	17,09	17,28	17,47	17,67	17,87	18,07	18,27	18,47	18,68	18,89	19,10	19,31	19,53	19,98
4 Ribeiras	12,92	13,10	13,29	13,48	13,67	13,86	14,06	14,26	14,46	14,67	14,88	15,09	15,30	15,52	15,74	15,96	16,19	16,42	16,65	16,14
Bacia 2	58,13	58,82	59,51	60,21	60,93	61,65	62,37	63,11	63,86	64,61	65,37	66,15	66,93	67,72	68,52	69,33	70,15	70,97	71,81	72,66
Bacia 9	37,87	38,33	38,79	39,26	39,73	40,21	40,70	41,19	41,69	42,19	42,70	43,22	43,74	44,27	44,81	45,35	45,89	46,45	47,01	47,37
TOTAIS	312,83	315,80	319,32	322,89	326,49	330,14	333,82	337,55	341,33	345,14	349,00	352,91	356,86	360,85	364,89	368,98	373,12	377,30	381,53	385,90

Tabela 12 – Quantidade de Redes de Águas Pluviais para fazer a Manutenção ($\varnothing_{med} = 800 \text{ mm}$)

REFORMA DE REDES (m)																				
ANO	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
CURSO D'ÁGUA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tanquinho	412	417	422	427	432	437	442	447	453	458	463	469	474	480	486	491	497	503	509	515
Turi	356	361	365	369	373	378	382	387	391	396	401	405	410	415	420	425	430	435	440	445
Seco	256	257	259	260	261	263	264	266	267	268	270	271	273	274	276	277	279	280	282	283
Comprido	35	35	35	36	36	36	37	37	38	38	38	39	39	40	40	41	41	42	42	43
Parateí	279	283	286	289	293	296	300	303	307	311	314	318	322	326	329	333	337	341	345	349
Fazenda do Poço	114	115	116	118	119	121	122	123	125	126	128	129	131	132	134	135	137	139	140	142
4 Ribeiras	92	93	94	95	96	98	99	100	101	102	103	105	106	107	108	110	111	112	114	115
Bacia 2	414	419	424	429	434	439	444	449	454	460	465	471	476	482	487	493	499	505	511	517
Bacia 9	270	273	276	279	282	286	289	293	296	299	303	307	310	314	317	321	325	329	333	337

Tabela 13 – Custo Anual para a Manutenção de Redes de Águas Pluviais

REFORMA DE REDES (MIL X R\$)																				
ANO	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
CURSO D'ÁGUA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tanquinho	186,12	188,32	190,55	192,80	195,08	197,38	199,71	202,07	204,46	206,87	209,32	211,79	214,29	216,83	219,39	221,98	224,60	227,25	229,94	232,64
Turi	160,95	162,85	164,77	166,72	168,69	170,68	172,70	174,74	176,80	178,89	181,00	183,14	185,31	187,50	189,71	191,95	194,22	196,51	198,84	201,17
Seco	115,45	116,22	116,84	117,46	118,08	118,71	119,34	119,97	120,61	121,25	121,90	122,54	123,19	123,85	124,51	125,17	125,83	126,50	127,17	127,74
Comprido	15,60	15,77	15,94	16,11	16,29	16,47	16,65	16,83	17,01	17,20	17,38	17,57	17,76	17,96	18,15	18,35	18,55	18,75	18,96	19,50
Parateí	126,19	127,69	129,20	130,73	132,28	133,85	135,44	137,04	138,67	140,31	141,97	143,66	145,36	147,08	148,82	150,59	152,37	154,18	156,01	157,73
Fazenda do Poço	51,41	52,00	52,61	53,22	53,84	54,46	55,10	55,74	56,39	57,04	57,70	58,38	59,05	59,74	60,44	61,14	61,85	62,57	63,30	64,25
4 Ribeiras	41,53	42,02	42,52	43,02	43,53	44,05	44,57	45,09	45,63	46,16	46,71	47,26	47,82	48,39	48,96	49,53	50,12	50,71	51,31	51,91
Bacia 2	186,92	189,12	191,34	193,59	195,87	198,18	200,51	202,86	205,25	207,66	210,11	212,58	215,08	217,61	220,17	222,76	225,38	228,03	230,71	233,63
Bacia 9	121,77	123,20	124,65	126,11	127,59	129,09	130,60	132,13	133,68	135,25	136,84	138,45	140,07	141,71	143,38	145,06	146,76	148,48	150,23	152,33
TOTAIS	1.005,94	1.017,20	1.028,42	1.039,77	1.051,25	1.062,86	1.074,60	1.086,48	1.098,50	1.110,65	1.122,94	1.135,37	1.147,94	1.160,66	1.173,52	1.186,53	1.199,68	1.212,99	1.226,45	1.240,91

Tabela 14 – Quantidade de Poços de Visita para Manutenção

REFORMA DE POÇOS DE VISITA (unidade)																				
ANO	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
CURSO D'ÁGUA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tanquinho	15	15	15	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	18	18	18	18	19	19	19
Turi	13	13	13	13	14	14	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	16	16	16
Seco	9	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Comprido	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Parateí	10	10	10	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13
Fazenda do Poço	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4 Ribeiras	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Bacia 2	15	15	15	16	16	16	16	16	17	17	17	17	17	18	18	18	18	19	19	19
Bacia 9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11	1	12	12

Tabela 15 – Custo Anual para a Manutenção de Poços de Visita

REFORMA DE POÇOS DE VISITA (R\$)																				
ANO	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
CURSO D'ÁGUA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tanquinho	8537	8644	8752	8862	8973	9085	9199	9314	9431	9549	9668	9789	9912	10036	10162	10289	10418	10548	10680	10671
Turi	7382	7464	7546	7628	7712	7797	7883	7969	8057	8145	8235	8325	8417	8509	8603	8697	8793	8890	8987	9227
Seco	5295	5325	5354	5384	5414	5444	5475	5505	5536	5566	5597	5628	5660	5691	5723	5755	5787	5819	5851	5859
Comprido	715	742	770	798	828	859	891	924	958	994	1030	1069	1108	1150	1192	1237	1283	1330	1380	894
Parateí	5788	5869	5950	6033	6117	6202	6288	6376	6464	6554	6645	6738	6831	6926	7023	7120	7219	7320	7422	7235
Fazenda do Poço	2358	2386	2414	2442	2471	2500	2530	2560	2590	2621	2651	2683	2714	2746	2779	2812	2845	2878	2912	2947
4 Ribeiras	1905	1934	1964	1994	2024	2055	2086	2118	2150	2183	2216	2250	2284	2319	2355	2391	2427	2464	2502	2381
Bacia 2	8574	8681	8790	8900	9011	9124	9238	9354	9471	9590	9710	9831	9954	10079	10205	10333	10462	10593	10726	10716
Bacia 9	5585	5697	5697	5697	5697	5697	5697	5697	5697	5697	6267	6267	6267	6267	6267	6267	6267	570	6837	6987

Tabela 16 – Volumes de Limpeza de Bocas de lobo

LIMPEZA D BOCASDE LOBO (m³)																				
ANO	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
CURSO D'ÁGUA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tanquinho	5994	6065	6136	6209	6282	6356	6431	6507	6584	6662	6740	6820	6901	6982	7065	7148	7232	7318	7404	7492
Turi	5183	5244	5306	5369	5432	5496	5561	5627	5693	5761	5829	5897	5967	6037	6109	6181	6254	6328	6402	6478
Seco	3718	3738	3758	3778	3798	3818	3839	3859	3880	3900	3921	3942	3963	3984	4006	4027	4049	4070	4092	4114
Comprido	502	508	514	520	527	533	539	546	552	559	565	572	579	585	592	599	607	614	621	628
Parateí	4064	4112	4160	4209	4259	4309	4360	4412	4464	4516	4570	4624	4678	4733	4789	4846	4903	4961	5020	5079
Fazenda do Poço	1655	1675	1695	1715	1735	1756	1776	1797	1819	1840	1862	1884	1906	1929	1951	1974	1998	2021	2045	2069
4 Ribeiras	1338	1353	1369	1385	1402	1418	1435	1452	1469	1486	1504	1522	1540	1558	1576	1595	1614	1633	1652	1672
Bacia 2	6019	6091	6162	6235	6309	6384	6459	6535	6612	6691	6770	6850	6931	7012	7095	7179	7264	7350	7437	7524
Bacia 9	3921	3968	4015	4063	4111	4159	4209	4259	4309	4360	4412	4464	4517	4571	4625	4680	4735	4791	4848	4905

Tabela 17 – Custo Anual para a Limpeza de Bocas de lobo

LIMPEZA D BOCASDE LOBO (MIL REAIS)																				
ANO	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
CURSO D'ÁGUA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tanquinho	481,00	486,68	492,43	498,24	504,13	510,08	516,11	522,20	528,37	534,61	540,92	547,31	553,77	560,31	566,93	573,63	580,40	587,26	594,19	601,21
Turi	415,94	420,85	425,82	430,84	435,93	441,08	446,29	451,56	456,89	462,28	467,74	473,26	478,85	484,51	490,23	496,01	501,87	507,80	513,79	519,89
Seco	298,35	299,94	301,55	303,16	304,78	306,40	308,04	309,69	311,34	313,00	314,67	316,35	318,04	319,74	321,45	323,17	324,89	326,63	328,37	330,11
Comprido	40,31	40,79	41,27	41,76	42,26	42,76	43,27	43,78	44,30	44,82	45,35	45,89	46,44	46,99	47,54	48,11	48,68	49,25	49,84	50,39
Parateí	326,12	329,97	333,86	337,80	341,79	345,83	349,91	354,04	358,22	362,44	366,72	371,05	375,43	379,86	384,35	388,88	393,47	398,12	402,82	407,63
Fazenda do Poço	132,85	134,42	136,00	137,61	139,24	140,88	142,55	144,24	145,94	147,67	149,41	151,18	152,96	154,77	156,60	158,45	160,32	162,22	164,14	166,05
4 Ribeiras	107,34	108,60	109,88	111,18	112,49	113,82	115,16	116,52	117,89	119,29	120,69	122,12	123,56	125,02	126,49	127,98	129,49	131,02	132,57	134,16
Bacia 2	483,06	488,76	494,54	500,38	506,29	512,28	518,33	524,45	530,65	536,92	543,26	549,68	556,18	562,75	569,40	576,13	582,93	589,82	596,79	603,78
Bacia 9	314,69	318,42	322,20	326,02	329,88	333,79	337,75	341,75	345,80	349,90	354,05	358,25	362,50	366,79	371,14	375,54	379,99	384,50	389,05	393,66

Tabela 18 – Quantidade de Sarjetas a Reforma para Reformar

QUANTIDADE DE SARJETAS A REFORMAR (m)																				
ANO	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
CURSO D'ÁGUA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tanquinho	5994	6065	6136	6209	6282	6356	6431	6507	6584	6662	6740	6820	6901	6982	7065	7148	7232	7318	7404	7492
Turi	5183	5244	5306	5369	5432	5496	5561	5627	5693	5761	5829	5898	5967	6038	6109	6181	6254	6328	6403	6478
Seco	3718	3758	3778	3798	3818	3838	3859	3880	3900	3921	3942	3963	3984	4005	4027	4048	4070	4092	4114	4114
Comprido	502	508	514	520	526	533	539	545	552	558	565	572	578	585	592	599	606	613	621	628
Parateí	4064	4112	4160	4209	4259	4310	4360	4412	4464	4517	4570	4624	4679	4734	4790	4846	4904	4962	5020	5079
Fazenda do Poço	1655	1675	1695	1715	1735	1755	1776	1797	1818	1840	1862	1884	1906	1928	1951	1974	1998	2021	2045	2069
4 Ribeiras	1338	1353	1369	1385	1402	1418	1435	1452	1469	1487	1504	1522	1540	1558	1576	1595	1614	1633	1652	1672
Bacia 2	6019	6162	6235	6309	6383	6459	6535	6612	6690	6769	6849	6930	7012	7095	7179	7263	7349	7436	7524	7524
Bacia 9	3921	3968	4015	4063	4111	4159	4209	4259	4309	4360	4412	4464	4517	4571	4625	4680	4735	4791	4848	4905

Tabela 19 – Custo Anual para a Reforma de Sarjetas.

CRONOGRAMA DE REFORMA DE SARJETAS (1000 X R\$)																				
ANO	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039
CURSO D'ÁGUA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tanquinho	781,29	790,51	799,85	809,30	818,85	828,52	838,31	848,21	858,23	868,36	878,62	888,99	899,49	910,12	920,86	931,74	942,74	953,88	965,14	976,54
Turi	675,60	683,58	691,66	699,83	708,09	716,45	724,92	733,48	742,14	750,90	759,77	768,75	777,83	787,01	796,31	805,71	815,23	824,86	834,60	844,45
Seco	484,61	489,80	492,41	495,04	497,68	500,34	503,01	505,70	508,40	511,11	513,84	516,58	519,34	522,11	524,90	527,70	530,52	533,35	536,20	536,20
Comprido	65,48	66,25	67,03	67,83	68,63	69,44	70,26	71,09	71,93	72,78	73,64	74,51	75,39	76,28	77,18	78,09	79,01	79,94	80,89	81,84
Parateí	529,72	535,97	542,30	548,71	555,19	561,74	568,38	575,09	581,88	588,76	595,71	602,75	609,86	617,07	624,35	631,73	639,19	646,74	654,38	662,11
Fazenda do Poço	215,78	218,33	220,91	223,52	226,16	228,83	231,53	234,27	237,03	239,83	242,66	245,53	248,43	251,36	254,33	257,34	260,38	263,45	266,56	269,71
4 Ribeiras	174,35	176,40	178,49	180,60	182,73	184,89	187,07	189,28	191,51	193,78	196,06	198,38	200,72	203,09	205,49	207,92	210,37	212,86	215,37	217,91
Bacia 2	784,63	803,27	812,76	822,36	832,07	841,89	851,84	861,90	872,08	882,38	892,80	903,34	914,01	924,80	935,72	946,78	957,96	969,27	980,72	980,72
Bacia 9	511,15	517,21	523,34	529,55	535,83	542,18	548,60	555,11	561,69	568,34	575,08	581,90	588,80	595,78	602,84	609,98	617,21	624,53	631,93	639,42

8. PREVISÃO DOS INVESTIMENTOS EM MACRODRENAGEM

No Diagnóstico do Sistema de Macrodrenagem, constatou-se que algumas travessias e galerias estão em desconformidade com as Instruções Técnicas do Departamento de Águas e Energia Elétrica, DPO – DAEE - SP, com relação ao Tempo de Retorno de 100 anos. A tabela colocada a seguir, apresenta as estimativas de custo para as substituições dessas obras.

Os custos foram baseados em composições baseadas no código 15.05.520 – Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo - CDHU – Boletim de Custos de Novembro/ 2022, para os elementos de concreto. Para as obras suplementares foi acrescentado um percentual de 120% em relação às peças pré-moldadas conforme Planilha Orçamentárias de Serviços assemelhados.

Os custos de algumas obras, com projetos básicos já existentes foram informados pela Secretaria de Infraestrutura.

OBSERVAÇÃO IMPORTANTE:

Algumas obras importantes, tais como: **Travessias da Avenida Siqueira Campos, Rua Regina, Rua Mariana e Rua Santa Cecília** na bacia do **Córrego do Turi**, situam-se a **jusante das bacias de retenção recém inauguradas**. Outra não menos relevantes da bacia do **Córrego Comprido** é a **Travessia da Estrada da Lagoa**. Não existem dados de vazão nem cadastros topográficos nesses locais. Deverão ser assunto a destacar quando da contratação da revisão do **Plano de Drenagem Urbana**.

A seguir, colocam-se as obras previstas, algumas já contratadas, por bacias hidrográficas:

Tabela 20 - Obras de Macrodrenagem Propostas por bacia Hidrográfica.

OBRAS PROPOSTAS								
RIO	Obra	Tipo	Quantidade de peças de 1 m (un)	Custo/peça de pré-moldados	Total geral (R\$)	Correção monetária (R\$)	Custo atual da obra	Custo atual por Bacia Hidrográfica
CÓRREGO DO TANQUINHO	TRECHO 1 - PONTO A - ESTR. BENEDITO FOGIO	BSCC - 2,0 x 2,0 m	15	11.825,30	177.379,50	1,69346	R\$ 300.385,09	R\$ 100.498.644,38
	TRECHO 1 - PONTO B - ESTR. SOLDAB	BSCC - 3,0 x 2,0 m	14	11.825,30	165.554,20	1,69346	R\$ 280.359,42	
	Obras nas Proximidades da Rua Diogo Fontes, Trechos 1, 3 e 5, incluindo Canal Retangular Aberto e Galeria Retangular em Aduelas.						R\$ 11.908.183,39	
	Canalização de 2.600 m do Córrego do Tanquinho entre as proximidades do Jardim Paulistano e a foz do Rio Paraíba						R\$ 55.780.142,28	
	Obras na Avenida Lucas Nogueira Garcez, Trechos 6 a 9, incluindo Canal Trapezoidal Aberto e Galeria retangular Fechada.						R\$ 4.352.503,19	
	Obras no Jardim São Luís – Fase 1- Trecho 9 a 11, Canal Retangular Aberto e Trecho 10 (Travessia Lucas N. Garcez) - Galeria Retangular						R\$ 13.407.190,03	
	Obras no Jardim São Luiz, Fase 2 - Trecho 12 - Canal Retangular Aberto						R\$ 14.469.880,99	
	Obras no Jardim Califórnia, dese a Avenida Crystal, coletando Afluente do Lago Passando -pela Rua Francisco Trutys, incluindo Travessias, Canais Abertos e Fechados, até a Rodovia Geraldo Scavone.						R\$ 18.713.813,38	R\$ 34.174.163,93
	Obras no Jardim Luiza, incluindo Travessias, Canalizações e microdrenagem das Ruas Colusa, Santa Cruz, Irajá, Tpinambás. Iracema, Tamois, Timbiras, Guaporé e Luiz Borges de Moraes						R\$ 15.460.350,55	
RIO TURI	RIO TURI TRAVESSIA RT - 3 - ÁREA RURAL	BDCC 2, 0 x 1,0 m	40	11.825,30	473.012,00	1,69346	R\$ 801.026,90	R\$ 1.602.053,80
	RIO TURI TRAVESSIA RT - 4 - SUBÚRBIO	BDCC 3, 0 x 2,0 m	40	11.825,30	473.012,00	1,69346	R\$ 801.026,90	
RIO COMPRI DO	TRAVESSIA RC - 03 - ESTRADA DO IMPERADOR	BTCC 3,0 X 3,0	60	11.825,30	709.518,00	1,69346	R\$ 1.201.540,35	R\$ 1.201.540,35
TOTAL								R\$ 137.476.402,47

9. INDICADORES DE MONITORAMENTO

O planejamento do controle quantitativo e qualitativo da drenagem urbana passa pelo conhecimento do comportamento dos processos relacionados com a drenagem pluvial.

A quantidade de dados hidrológicos e ambientais costuma ser reduzida e a planificação nessa etapa é realizada com base em informações secundárias, o que tende a apresentar mais incertezas quanto à tomada de decisão na escolha de alternativas.

O programa de Sistema de Informações deve buscar disponibilizar informações para a gestão do desenvolvimento urbano, articulando produtores e usuários e estabelecendo critérios que garantam a qualidade das informações produzidas.

O programa de monitoramento proposto neste plano conta de:

9.1. MONITORAMENTO DE BACIAS REPRESENTATIVAS DA CIDADE

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

Para isso propõe-se proceder ao levantamento e revisar as informações existentes sobre variáveis hidrológicas e de parâmetros de qualidade da água, quais sejam:

- ❖ identificar, para os mesmos locais, os principais indicadores de ocupação urbana para os mesmos períodos dos dados coletados;
- ❖ preparar um plano de complementação da rede existente;
- ❖ criar um banco de dados para receber as informações existentes e coletadas; e
- ❖ implementar a rede prevista e torná-la operacional.

9.2. MONITORAMENTO DAS ÁREAS IMPERMEÁVEIS

O objetivo dessa ação é acompanhar a variação das áreas impermeáveis das bacias hidrográficas da cidade, verificando alterações das condições de planejamento.

Esse programa pode ser estabelecido com base no seguinte:

- ❖ obter anualmente imagem de satélite da cidade;
- ❖ proceder, para cada uma das bacias da cidade, a determinação sistemática das áreas impermeáveis;
- ❖ verificar se estão conformes os cenários previstos no PMSB;
- ❖ sempre que houver novos levantamentos populacionais, atualizar a relação densidade populacional x área impermeável. Ajustar essa relação para áreas comerciais e industriais.

9.3. MONITORAMENTO DE MATERIAL SÓLIDO NA DRENAGEM

Existem grandes incertezas quanto à quantidade de material sólido que chega ao sistema de drenagem. A avaliação dessas informações é muito limitada no Brasil. Geralmente, é conhecida a quantidade de material sólido coletado em cada área de coleta, mas não se conhece quanto efetivamente chega à drenagem. Os números podem chegar a diferenças de magnitude significativas.

O objetivo dessa ação é quantificar o material sólido que chega à drenagem pluvial, como base para a implantação de medidas mitigadoras.

Para quantificar os componentes que envolvem a produção e o transporte do material sólido, é necessário definir uma ou mais áreas de amostra. A metodologia prevista é a seguinte:

- ❖ definir as metas de um programa de estimativa dos componentes do processo de geração e transporte de material sólido para a drenagem;
- ❖ escolher uma ou mais áreas representativas para amostragem;

- ❖ definir os componentes;
- ❖ quantificar os componentes para as áreas amostradas por um período suficientemente representativo;
- ❖ propor medidas mitigadoras para a redução dos entupimentos.

10. REVISÃO DO CADASTRO DO SISTEMA DE DRENAGEM

Em conjunto com o levantamento e a análise dos dados cadastrais, referentes ao sistema de macrodrenagem das bacias, devem-se levantar os dados e elementos topológicos adicionais que forem necessários à modelagem hidráulico-hidrológica do sistema. O cadastro final deve apresentar seções transversais suficientes para bem caracterizar o leito de escoamento do canal ou galeria, incluindo todas as singularidades existentes, tais como: curvas, inflexões, transições, estreitamentos bruscos, mudanças de declividades, entradas de afluentes, desemboques, etc. Deve-se incluir ainda a caracterização topológica de reservatórios de amortecimento de cheias, lagos e represas que, de alguma forma, interfiram no regime hidráulico-hidrológico do sistema. Também se devem cadastrar os trechos críticos dos sistemas de microdrenagem que drenam áreas sujeitas à inundação ou que de alguma forma, interfiram no desempenho do sistema de macrodrenagem. Os traçados e principais características das redes existentes devem ser indicados em planta. Aconselha-se que a precisão do cadastro seja compatível com a precisão dos demais dados de entrada dos modelos de simulação. Sugere-se também que os cadastros e nivelamentos sejam georreferenciados ao mesmo sistema de referência da base cartográfica adotada.

O cadastro existente do sistema de microdrenagem é exíguo e consta, principalmente, de projetos de loteamentos novos, que são obrigatoriamente disponibilizados junto com o Projeto do Parcelamento do Solo.

Sugere-se também que os cadastros e nivelamentos sejam georreferenciados ao mesmo sistema de referência da base cartográfica adotada e à mesma cota.

11. CRITÉRIOS E INDICADORES PARA AVALIAÇÃO DOS SISTEMA DE GALERIAS PLUVIAIS

1.1. AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE

Levantar a situação de cada bacia hidrográfica, abordando os seguintes aspectos:

Tabela 21 - Critérios para avaliação da vulnerabilidade do sistema de drenagem

Indicador de vulnerabilidade
Pontos críticos de alagamento e inundação <ul style="list-style-type: none">- Número de imóveis atingidos- População atingida- Prejuízos materiais- Ocorrência de mortes- Ocorrência de doenças de veiculação hídrica- Interferência com a mobilidade- Frequência
Demandas da população
Chuvas <ul style="list-style-type: none">- Intensidade- Frequência- Distribuição espacial
Qualidade da água (IQA)
Data da última inspeção

11.1. ESTABELECE A FREQUÊNCIA PARA A EXECUÇÃO DA MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Tabela 22 - Programa de manutenção do sistema de drenagem

Dispositivos
Captações: bocas de lobo, aberturas nas guias padrão DER, outras
Conduto de ligação
Galerias, redes, canais
Pavimentos permeáveis
Trincheiras, valas e poços de infiltração
Faixas gramadas
Reservatórios de detenção ou retenção abertos
Reservatórios subterrâneos

12. A HIERARQUIZAÇÃO DOS PROGRAMAS DE INTERVENÇÃO PRIORITÁRIOS

Os serviços de manutenção do sistema de drenagem devem priorizar as áreas mais vulneráveis de Jacareí. Sugere-se localizar, em cada bacia hidrográfica, as áreas mais vulneráveis segundo os critérios indicados na tabela “Critérios para avaliação da vulnerabilidade do sistema de drenagem”, colocada anteriormente. Foram destacadas no Prognóstico 1 as ruas e regiões suscetíveis de alagamento.

As travessias subdimensionadas da rede de macrodrenagem, devem ser executadas na ordem de jusante para montante, de maneira que as regiões a jusante estejam preparadas para receber as vazões.

De maneira inversa, as bacias de retenção devem ser executadas de montante para jusante.

13. ANEXO 1

Para efeito de estimativa de valores a utilizar no planejamento da complementação do Sistema de Galerias Pluviais, utilizaram-se os seguintes valores.

Conforme a tabela do SIURB de jan/2023, para **Manutenção de Bocas de Lobo**:

06-23-02	REFORMA DE BOCA DE LOBO DUPLA					UN		965,70
	subitem	descrição	un	quant	Cust unit		Subtotal (R\$)	
	02001	AJUDANTE GERAL (SGSP)	H	20,12	2,618800		52,6932	
	02013	CARPINTEIRO (SGSP)	H	24,17	1,216600		29,4142	
	02014	AJUDANTE DE CARPINTEIRO (SGSP)	H	19,54	1,216600		23,7823	
	02020	PEDREIRO (SGSP)	H	23,99	5,202200		124,8221	
	02099	SERVENTE (SGSP)	H	19,54	7,131300		139,4040	
	02102	ARMADOR - OFICIAL FERREIRO (SGSP)	H	24,42	1,878300		45,8859	
	10524	CONCRETO USINADO, BRITA 1E2, SLUMP 5+0,11cm / FCK= 20,0MPA	M3	418,96	0,231100		96,8216	
	10535	CONCRETO USINADO, CONSUMO 120 KG CIMENTO/M3 - BRITA 1 E 2	M3	466,13	0,085600		39,9007	
	10633	ARGAMASSA DE CIMENTO COM AREIA MÉDIA 1:5	M3	554,33	0,151100		83,7588	
	11066	PINUS - SARRAFO DE 1" X 4" - BRUTO	M	3,52	0,546800		1,9247	
	11070	PINUS - TÁBUA DE 1" X 12" - BRUTA	M	12,95	0,869000		11,2535	
	11513	AÇO CA-50 - 10,0 MM - 3/8" - NERVURADO	Kg	7,57	21,036400		159,2455	
	12534	BLOCO DE CONCRETO COMUM - (19X19X39) CM	Un	4,54	32,793800		148,8838	
	17515	PREGO 18 X 27 COMUM - POLIDO	Kg	14,54	0,130400		1,8960	
	17740	ARAME RECOZIDO N. 16 E N. 18	Kg	16,01	0,375700		6,0149	

Para manutenção de bocas de lobo, considerou-se que a ação mais frequente seria a **Substituição da Tampa da Caixa** conforme previsto na tabela do SIURB de jan/2023:

06-23-05	SUBSTITUIÇÃO DE TAMPA DE CONCRETO PARA BOCA DE LOBO					UN		316,85
	subitem	descrição	un	quant	C unit		Subtotal (R\$)	
	02020	PEDREIRO (SGSP)	H	23,99	0,666700		15,9968	
	02099	SERVENTE (SGSP)	H	19,54	0,666700		13,0327	
	36226	TAMPA DE CONCRETO PARA BOCA DE LOBO TIPO PMSP - MEDIDA DE 1,10 X 0,70 X 0,08 M	Un	287,83	1,000000		287,83	

Para a estimativa de custos de manutenção utilizou-se, entre os dois custos acima, o maior deles, ou seja, **R\$ 965,70**, a favor da segurança.

Para **Manutenção Poços de Visita**, considerou-se que as principais demandas seriam o alteamento/ rebaixamento do seu afloramento e a recolocação do tampão de ferro, conforme SIURB de jan/2023:

06-21-00		LEVANTAMENTO OU REBAIXAMENTO DE TAMPÃO DE POÇO DE VISITA	1				155,78
	subitem	descrição	un	quant.	Custo unit		Total
	02020	PEDREIRO (SGSP)	H	23,99	1,000000	23,9940	
	02099	SERVENTE (SGSP)	H	19,54	2,382000	46,5638	
	10629	ARGAMASSA DE CIMENTO COM AREIA MÉDIA 1:3	M3	676,55	0,030900	20,9053	
	12580	TIJOLO MAÇICO DE BARRO COMUM	Un	0,50	84,666000	42,3330	
	36010	REVESTIMENTO COM 2 CM DE ARGAMASSA 1:3	M2	49,98	0,440000	21,9927	

06-20-21	FORNECIMENTO DE TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO DÚCTIL CLASSE MÍNIMA 400 (40T) D=600MM - NBR 10160 ARTICULADO - P/ GAL. ÁGUAS PLUV.					UN		413,96
	Subitem	Descrição	un	C unit.	quant		Subtotal	
	36235	TAMPÃO DE FERRO FUNDIDO DÚCTIL CLASSE MÍNIMA 400 (40T) D=600 MM - NBR 10160 - ARTICULADO - P/ GAL. ÁGUAS PLUV.	Un	413,96	1		413,9600	

O preço total dos itens acima para PVs é de R\$ 413,96 + R\$ 155,78 = R\$ **569,74**.

Para **Manutenção de Galerias Pluviais**, tendo em vista que depende da situação em que se encontra cada galeria, adotou-se 50% do valor da implantação, que está proposta a seguir, ou seja:

$$50\% \times R\$ 903,35 = \mathbf{R\$ 451,67}$$

Para **limpeza de Bocas de lobo**, conforme SIURB de janeiro/2023, tem-se:

LIMPEZA DE BOCA DE LOBO							
04-15-00	CARGA E REMOÇÃO DE TERRA ATÉ A DISTÂNCIA MÉDIA DE 1,0KM, COM CAMINHÃO BASCULANTE DE 14M3						
	subitem	Descrição		un		C. Unit.	
	94009	CAMINHÃO BASCULANTE - 14 M3				308,91	
	94015	PÁ CARREGADEIRA DE PNEUS - 1,80 M3		H		289,4	
04/02/2000	ESCAVAÇÃO MANUAL PARA FUNDAÇÕES E VALAS COM PROFUNDIDADE MÉDIA MAIOR QUE 1,5M E MENOR OU IGUAL À 3,0M					M3	68,41
	subitem	Descrição		un	C. Unit.	Quantidade	1
	2099	SERVENTE (SGSP)		H	19,54	3,5	68,4187
TOTAL							80,25

Para Im- plantação de Galerias Pluviais, conforme SIURB de jan/2023:06- 22-04	BOCA DE LOBO DUPLA					UN		R\$ 3.775,43
	subi- tem	descrição	un	quant	Cust unit		Custo to- tal (R\$)	
	02001	AJUDANTE GERAL (SGSP)	H	20,12	8,490300		170,8343	
	02013	CARPINTEIRO (SGSP)	H	24,17	3,710000		89,6982	
	02014	AJUDANTE DE CARPINTEIRO (SGSP)	H	19,54	3,710000		72,5238	
	02020	PEDREIRO (SGSP)	H	23,99	20,843500		500,1210	
	02099	SERVENTE (SGSP)	H	19,54	18,750000		366,5287	
	02102	ARMADOR - OFICIAL FER- REIRO (SGSP)	H	24,42	6,210000		151,7073	
	10524	CONCRETO USINADO, BRITA 1E2, SLUMP 5+OU-1cm / FCK= 20,0MPA	M3	418,96	0,711700		298,1738	
	10535	CONCRETO USINADO, CON- SUMO 120 KG CIMENTO/M3 - BRITA 1 E 2	M3	466,13	0,309000		144,0341	
	10633	ARGAMASSA DE CIMENTO COM AREIA MÉDIA 1:5	M3	554,33	0,482200		267,2965	
	11066	PINUS - SARRAFO DE 1" X 4" - BRUTO	M	3,52	1,691300		5,9533	
	11070	PINUS - TÁBUA DE 1" X 12" - BRUTA	M	12,95	2,650000		34,3175	
	11513	AÇO CA-50 - 10,0 MM - 3/8" - NERVURADO	Kg	7,57	69,552000		526,5086	
	12534	BLOCO DE CONCRETO CO- MUM - (19X19X39) CM	Un	4,54	98,625000		447,7575	
	17515	PREGO 18 X 27 COMUM - PO- LIDO	Kg	14,54	0,397500		5,7796	
	17740	ARAME RECOZIDO N. 16 E N. 18	Kg	16,01	1,242000		19,8844	
	36205	CHAPÉU DE BOCA DE LOBO	Un	49,33	2,000000		98,6600	
	36226	TAMPA DE CONCRETO PARA BOCA DE LOBO - TIPO PMSP - MEDIDA DE 1,10 X 0,70 X 0,08 M	Un	287,83	2,000000		575,6600	

Para **Implantação Poços de Visita**, conforme SINAPI - abr/2023:

COMPOSIÇÃO CUSTO DE POÇO DE VISITA PARA DRENAGEM					
CÓDIGO	ATIVIDADE	QT	UN	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
102457	BASE PARA POÇO DE VISITA CIRCULAR PARA DRENAGEM, EM ALVENARIA COM TIJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS, DIÂMETRO INTERNO = 1,20 M, PROFUNDIDADE = 1,40M, EXCLUINDO TAMPAO	1	un	1.564,24	1564,24
99278	ACRÉSCIMO PARA POÇO DE VISITA CIRCULAR PARA DRENAGEM, EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, DIÂMETRO INTERNO = 0,8 M.	1,4	m	366,05	512,47
99319	CHAMINÉ CIRCULAR PARA POÇO DE VISITA PARA DRENAGEM, EM ALVENARIA COM TIJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS, DIÂMETRO INTERNO = 0,6 M	1	m	896,27	896,27
98114	TAMPA CIRCULAR PARA ESGOTO E DRENAGEM, EM FERRO FUNDIDO, DIÂMETRO INTERNO = 0,6 M	1	un	696,65	696,65
TOTAL					3669,63

Para **Implantação de Galerias Pluviais**, conforme :

COMPOSIÇÃO DE CUSTO IMPLANTAÇÃO DE GALERIA DE ÁGUA PLUVIAL DE 800 MM					
CÓDIGO	ATIVIDADE	QT	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
24.16.13.99	TUBO DE CONCRETO D=0,80M CLASSE PA-3	1	m	903,35	903,35

Para **Construção de sarjetas**:

COMPOSIÇÃO DE CUSTO IMPLANTAÇÃO DE SARJETAS CDHU-MAI/2023					
CÓDIGO	ATIVIDADE	QT	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO (R\$)	CUSTO TOTAL (R\$)
30064	SARJETAS OU SARJETÕES IN LOCO	1	m	121,76	121,76

Para **Reforma de Sarjetas:**

COMPOSIÇÃO DE CUSTO IMPLANTAÇÃO DE SARJETAS CDHU-MAI/2023						
CÓDIGO	SUBI- TEM	ATIVI- DADE	QT	UNIDADE	CUSTO UNI- TÁRIO (R\$)	CUSTO TO- TAL (R\$)
05-01-00 – SIURB JAN/2023						
	02090- SIURB- JAN/2023	PEDREIRO	0,40	H	19,54	7,8192
	02090 SIURB- JAN/2023	CAMINHÃO CARGA SECA CAPACIDADE 8 TON.	0,004	H	0,77056	0,7705
TOTAL						8,58
30064 CDHU- MAI/2023	SARJETAS OU SARJE- TÕES IN LOCO		1	m	121,76	121,76
TOTAL GERAL						130,34

14. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO NETTO, J. M. **Manual de Hidráulica**. 8ª Edição. São Paulo. Editora Edgard Blücher Ltda., 1998.

BAPTISTA, M. Nascimento, N. Barraud, S. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**, Porto Alegre, ABRH, 2005.

CAMPANA, N.; TUCCI, C.E.M. **Estimativa de área impermeável de macrobacias urbanas**, Caderno de Recursos Hídricos V12 nº2. 1994.

CANHOLI, A. P. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

Drenagem Urbana, Manual de Projeto, 3ª Edição, São Paulo, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB, 1986.

DAEE – DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. **Manual de Cálculo de Vazões Máximas, Médias e Mínimas para as Bacias Hidrográficas do Estado de São Paulo**. São Paulo, 1994.

Instruções Técnicas da DPO/DAEE 08 a 015, São Paulo, DAEE, 30 de julho de 2007 a 19/10/2018.

FERNANDES, C. - MICRODRENAGEM - **Um Estudo Inicial**, DEC/CCT/UFPB, Campina Grande, 2002.

FENDICH, RUA [et al] – **Drenagem e Controle de Erosão Urbana**

MARTINEZ & MAGNI, **Equações de Chuvas Intensas do Estado de São Paulo**, São Paulo, Secretaria De Recursos Hídricos, Saneamento e Obras, Departamento de Águas e Energia Elétrica, Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos, Convênio Departamento de Águas e Energia Elétrica e Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999.

PORTO, Rodrigo de Melo. **Hidráulica Básica**, 1º Edição, São Carlos. Projeto Reenge - EESC/USP, 1998.

Guia prático para projetos de pequenas obras hidráulicas, 2ª Edição SECRETARIA DE ESTADO DE ENERGIA, RECURSOS HÍDRICOS SANEAMENTO, DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA, 2006.

TOMAZ, P. **Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos para Obras Municipais**, 1ª edição, São Paulo, Editora Navegar, 2002.

TUCCI, C.E.M., Porto, RUAL.L., Barros, M.T. **Drenagem Urbana**, Porto Alegre: ABRH/Editora da Universidade/UFRGS, 1995

TUCCI, C.E.M., **Gestão de Águas Pluviais Urbanas** Ministério das Cidades – Global Water Partnership - World Bank – Unesco 2005

WILKEN, Paulo Sampaio. **Engenharia de Drenagem Superficial**. São Paulo, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1978.

IPH, **Plano Diretor de Drenagem Urbana de Porto Alegre**. Instituto de Pesquisas Hidráulicas DEP Departamento de Esgotos Pluviais Prefeitura Municipal de Porto Alegre. 2001