



Mairiporã
PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA
R3: ESTUDO DE ALTERNATIVAS E MEDIDAS DE
CONTROLE ESTRUTURAIS
VOLUME ÚNICO

Icons: Cloud with rain, Factory with smoke, Water tap, Recycle symbol.

Responsabilidade



Financiamento



Elaboração



CONTRATO Nº. 093/2021

**ELABORAÇÃO DO PLANO DIRETOR DE
DRENAGEM URBANA PARA O MUNICÍPIO DE
MAIRIPORÃ**

**R3: ESTUDO DE ALTERNATIVAS E MEDIDAS DE CONTROLE
ESTRUTURAIS
OUTUBRO/2022**

00	25/10/22	Emissão inicial	Tamires Frauche	Ana Pontes	Ana Lima
REVISÃO	DATA	DESCRIÇÃO	EMISSÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO

PREFEITURA MUNICIPAL DE MAIRIPORÃ

PREFEITO

Walid Ali Hamid

VICE-PREFEITO

Wilson Rogério Rondina

SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS E PLANEJAMENTO

Marcus Ivonica

COORDENAÇÃO DOS TRABALHOS

Arq. Ana Lúcia Gonçalves de Moraes e Paiva

EQUIPE

Engenheiro Sênior – Andrei Fabiano da Cruz Almeida

CREA nº: 5060913502 – SP

Cargo: Assessor Institucional – Função: Engenheiro Civil

Arquiteta Sênior - Christiane Borba Perrucci

CAU nº: A40393-8

Cargo: Secretária Adjunta - Função: Arquiteta e Urbanista;

Arquiteta Sênior - Ana Lúcia Gonçalves de Moraes e Paiva

CAU nº: A104370-6

Cargo: Chefe de Divisão - Função: Arquiteta e Urbanista (Responsável Técnica);

Arquiteta Plena - Amabile dos Santos Bernardini Bueno

CAU nº: A126105-3

Cargo: Chefe de Gabinete – Função: Arquiteta e Urbanista;

Engenheiro Pleno - Rodrigo Silva de Souza
CREA nº: 5069648723
Cargo: Assessor Institucional – Função: Engenheiro Civil

Arquiteta Júnior – Manoela Linhares Souza
CAU nº: A248259-2
Cargo: Arquiteta – Função: Arquiteta e Urbanista;

Engenheira Civil - Kézya de Sousa Gomes
CREA nº: 5069846797/SP
Cargo: Fiscal de Obras – Função: Engenheira Civil

EQUIPE TÉCNICA DE ELABORAÇÃO DO PROJETO

NOME/TIPO DE PROFISSIONAL	ATIVIDADE/FUNÇÃO	NÍVEL DE ATUAÇÃO	FORMAÇÃO	Nº CONSELHO
Kenhiti Sicito	Responsável técnico/ Coordenador	Coordenação e Execução	Eng. ^a Civil	CREA: 0600428215
Ana Flávia Pontes	Engenheiro Projetista Hidráulico	Execução	Eng. ^a Civil e Doutora em Hidráulica e Saneamento	CREA: 0420234-SP
Ana Beatriz Barbosa Vinci Lima	Engenheiro Projetista Hidráulico	Execução	Eng. ^a Civil e Mestre em Hidráulica e Saneamento	CREA: 0420234-SP
Tamires Frauche	Engenheiro Projetista Hidráulico	Execução	Eng. ^a Civil	CREA: 5069941152
Cintia Harumi Sicito	Engenheira Civil	Coordenação	Eng ^o Civil	CREA: 5061006491

APRESENTAÇÃO

O presente estudo é previsto no contrato nº 093/2021, *Elaboração do o Plano Diretor de Drenagem Urbana para o Município de Mairiporã*, firmado com a Prefeitura Municipal de Mairiporã, a ser desenvolvido pela RGSE Engenharia e Projetos Ltda.

As atividades previstas foram divididas em 12 (doze) produtos:

Código	Relatório
PTC	Plano de Trabalho Consolidado.
R 1	Dados e Informações Coletadas e Definição da Base Cartográfica.
R 2	Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico das Inundações
R 3	Estudo de Alternativas e Medidas de Controle Estruturais
R 4	Medidas de Controle Não-Estruturais.
R 5	Levantamentos Complementares de Campo.
R 6	Anteprojeto das Medidas de Controle Estruturais.
R 7	Análises Benefício-Custo.
R 8	Programa Municipal de Drenagem: 1 relatório com as medidas emergenciais, 1 relatório geral e 1 relatório para cada sub-bacia.
R 9	Manual de Drenagem Urbana.
R 10	Banco de Dados Georreferenciados.
R 11	Síntese das atividades de divulgação do plano.

Após a elaboração do Relatório 2, com formulação de Cenários, realização do Diagnóstico e Prognóstico, o Termo de Referência prevê no Relatório 3 o Estudo de Alternativas e Medidas de Controle Estruturais.

O diagnóstico avaliou as principais deficiências do sistema de drenagem municipal, com indicação das possíveis causas das inundações de Mairiporã, as quais serão confirmadas após os estudos hidrológicos e levantamentos de campo. Também nessa etapa foi realizado o mapeamento das áreas de risco, contornos e cotas das linhas de inundação, trechos críticos, singularidades do sistema, eventos pluviométricos críticos e custos dos prejuízos causados pelas inundações.

O prognóstico apresentou os cenários atual, tendencial e proposto do sistema sem e com a implantação das propostas do Plano Diretor de Drenagem Urbana de Mairiporã, variando o número de intervenções a serem realizadas de acordo com os cenários estudados.

Os cenários formulados possibilitaram avaliar e priorizar as medidas de controle a serem propostas, otimizar as soluções e fornecer elementos para o Programa Municipal de Manejo de Águas Pluviais a ser desenvolvido na fase final do Plano.

Para que o cenário proposto possa ser concretizado serão necessárias as medidas estruturais e não estruturais citadas nos relatórios do presente Plano de Drenagem a fim de promover o escoamento de águas pluviais de forma menos prejudicial dentro do meio urbano. As intervenções nos pontos críticos foram priorizadas de acordo com os critérios especificados e serão mais detalhadamente estudadas nas próximas etapas de trabalho. Tais etapas são fundamentais para auxiliar o planejamento municipal em relação às melhorias necessárias para garantir a segurança da população, qualidade de vida e preservação do ambiente.

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO	10
2.	METODOLOGIA.....	11
3.	CRITÉRIOS E PARÂMETROS DOS MODELOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS	13
3.1.	EQUAÇÃO DE CHUVA	13
3.2.	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	16
3.2.1.	CURVA NÚMERO - CN.....	20
3.2.2.	COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL (C).....	20
3.3.	PERÍODO DE RETORNO	21
3.4.	TEMPO DE CONCENTRAÇÃO.....	23
3.5.	área das Bacias e sub-bacias hidrográficas	23
3.6.	método de cálculo de vazão	27
4.	MEDIDAS ESTRUTURAIS DE MACRODRENAGEM.....	29
5.	MEDIDAS ESTRUTURAIS DE MICRODRENAGEM	35
6.	MEDIDAS ESTRUTURAIS PARA OS PONTOS CRÍTICOS DE INSTABILIDADE GEOTÉCNICA.....	37
7.	PRIORIZAÇÃO DAS MEDIDAS ESTRUTURAIS.....	39
8.	BIBLIOGRAFIA	43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Curvas IDF - Estação Franco da Rocha (Hosp. Juqueri)	14
Figura 2: Mapa de Zoneamento Urbano do Município de Mairiporã	17
Figura 3: Mapa de Uso e Ocupação do Solo do Município de Mairiporã	19
Figura 4: Mapa de Zoneamento Urbano do Município de Mairiporã	19
Figura 5: Localização de Mairiporã em relação a UGRHI-05 e UGRHI-06	24
Figura 6: Detalhe do limite da UGRHI-05 e UGRHI-06 no município de Mairiporã	24
Figura 7: Localização de Mairiporã na sub-bacia Juqueri-Cantareira	25
Figura 8: Fluxograma das bacias e sub-bacias de Mairiporã	26
Figura 9: Sub-Bacias Mairiporã.....	26
Figura 10: Representação do Rio Juqueri no software HEC-RAS	30
Figura 11: Perfis de linhas d'água no rio Juqueri para avaliação das capacidades por trecho.....	31
Figura 12: Localização Geral dos Setores de Risco Geológico no município de Mairiporã	37
Figura 13: Áreas de risco para a população (1 a 18)	39
Figura 14: Prazos para as intervenções propostas pelo Plano Diretor de Drenagem Urbana	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Precipitações diárias máximas (mm) por ano hidrológico (01/out a 30/set)	15
Quadro 2: Intensidades de chuva (mm/h)	16
Quadro 3: Classes de Uso no Município de Mairiporã	18
Quadro 4: Coeficiente de Escoamento Superficial (C).....	21
Quadro 5: Período de Retorno.....	22
Quadro 6: Características físicas das sub-bacias do município de Mairiporã	27
Quadro 7: Métodos para Estimativa de Vazões de acordo com a Área de Drenagem	28
Quadro 8: Pontos Notáveis do Rio Juqueri no município de Mairiporã	33
Quadro 9: Pontos Notáveis do Córrego Canjica no município de Mairiporã	34
Quadro 10: Pontos Notáveis do Córrego Pedra Vermelha no município de Mairiporã.....	34
Quadro 11: Pontos Críticos do Sistema de Drenagem do município de Mairiporã	36
Quadro 12: Priorização das intervenções estruturais propostas	40
Quadro 13: Prazos para implantação das medidas estruturais propostas pelo Plano Diretor de Drenagem Urbana	41

RELAÇÃO DE DESENHOS

921.R1.DES.01_REV00 – Caracterização do Município de Mairiporã

921.R1.DES.02_REV00 – Densidade Demográfica do Município de Mairiporã

921.R1.DES.03_REV00 – Planta de Bacias do Município de Mairiporã

921.R1.DES.04_REV00 – Hipsometria do Município de Mairiporã

921.R1.DES.05_REV00 – Áreas Críticas do Município de Mairiporã

921.R1.DES.06_REV00 – Áreas de Influência para a População

921.R2.DES.01_REV00 – Manchas de Inundação

1. INTRODUÇÃO

As políticas públicas municipais para o planejamento urbano vêm ganhando destaque quando o objetivo é sistematizar a priorização das intervenções necessárias a fim de alcançar as melhorias nos serviços prestados à população. As ferramentas e instrumentos indicados na Constituição e leis federais, tais como leis orçamentárias, leis ambientais, planos diretores de desenvolvimento urbano e planos municipais de habitação auxiliam o poder público no planejamento e realização das melhorias necessárias.

O Plano Municipal de Drenagem contempla o estudo específico do Sistema de Manejo de Águas Pluviais e constitui um instrumento de planejamento que auxilia os municípios a identificar os problemas do setor, diagnosticar demandas de expansão e melhoria dos serviços, estudar alternativas de solução, bem como estabelecer e equacionar objetivos, metas e investimentos necessários.

O presente relatório aborda como serão propostas as medidas estruturais do Plano de Drenagem, que constituem intervenções físicas nas bacias como obras de drenagem, obras de contenção, recuperação de encostas, execução e adequação de canais, implantação de redes e dispositivos de microdrenagem, controle de processos erosivos, entre outras. A seguir serão descritos os critérios e métodos para definição das medidas estruturais a serem propostas no Plano Diretor de Drenagem de Mairiporã.

2. METODOLOGIA

As medidas estruturais a serem propostas no Plano de Drenagem de Mairiporã incluem intervenções de macro e microdrenagem. Para definição das medidas estruturais serão utilizados modelos e métodos para estimativas de vazão adequados às bacias hidrográficas correspondentes a cada um dos pontos críticos de drenagem identificados na etapa de Diagnóstico e pontos de confluência dos corpos hídricos municipais.

Para as bacias rurais, pouco urbanizadas ou onde não tenham sido identificados problemas relevantes de inundação, o Plano irá propor ações de preservação e medidas de controle não-estruturais.

Como dados de entrada serão utilizadas as seguintes informações:

- a) características urbanas atuais e físicas: uso e ocupação do solo, geologia e topografia;
- b) hidrologia: dados de precipitação para o estabelecimento da curva de intensidade-duração-frequência;
- c) cadastro da rede pluvial construída de acordo com as informações disponibilizadas pela prefeitura e complementadas com as vistorias de campo, incluindo quando possível a seção do conduto ou galeria, posicionamento em planta e cota do topo ou fundo da galeria e condições da galeria quanto a assoreamento ou obstruções, seções naturais representativas dos rios das áreas urbanas de interesse;
- d) localização da rede de lançamento, se existente, informações sobre o sistema de coleta de lixo e limpeza urbana.

A elaboração dos estudos será dividida em duas etapas:

ETAPA 1: DEFINIÇÃO DE PARÂMETROS DOS MODELOS DAS BACIAS

- Escolha do modelo de simulação, com preferência aos modelos de uso livre. Será analisada a viabilidade e a conveniência da utilização de modelos hidrológico-hidráulicos ou modelos hidrodinâmicos de acordo com as características das bacias hidrográficas;
- Definição dos critérios e parâmetros de simulação, abrangendo: método de cálculo de transformação chuva-vazão, tempo de concentração (em função do nível de urbanização, impermeabilização e outras características da bacia), precipitações críticas (tempo de recorrência, duração, intensidade e distribuição espacial) e parâmetros para a determinação dos volumes de escoamento em função do tipo de ocupação das bacias e das características do solo natural;
- A definição do parâmetro Tempo de Recorrência, deverá ser precedida de uma análise de sensibilidade de riscos, benefícios e custos e de acordo com as recomendações dos órgãos competentes;
- Calibração ou ajuste dos parâmetros com base nos eventos passados, de forma que o modelo represente, com precisão, os cenários que serão estudados.

ETAPA 2: SIMULAÇÕES DOS MODELOS

- Após a determinação dos parâmetros das bacias e escolha do modelo mais adequado para estimativa de vazão nas regiões e pontos críticos em relação ao escoamento de águas pluviais, serão realizadas propostas de medidas estruturais para cada bacia.
- Para cada proposta será realizada a análise benefício – custo. Os custos de implantação e manutenção das obras poderão ser inferidos a partir de curvas de custos obtidas do pré-dimensionamento de obras de diversos portes e padrões, aferidos com os custos de obras similares implantadas em Mairiporã e em outras localidades.
- As soluções propostas deverão atender às restrições urbanísticas e ambientais previamente estabelecidas.
- Serão avaliados os efeitos das medidas não-estruturais voltadas ao controle do uso do solo. Com este procedimento pretende-se demonstrar quantitativamente a eficácia dessas medidas e, assim, incentivar sua implementação.
- Para os casos em que a redução das inundações provocadas pelo extravasamento da macrodrenagem depende da implantação de medidas de controle em sub-bacias secundárias, cujos sistemas de drenagem não tenham sido abrangidos pela modelagem, serão impostas vazões de restrição. Estas vazões correspondem às vazões máximas que essas sub-bacias poderão gerar sem que a capacidade do sistema principal seja superada. Portanto deverão ser atendidas nos projetos de obras secundárias de drenagem, não contempladas diretamente pelo Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais e deverão ser incluídas no rol de medidas não-estruturais.

3. CRITÉRIOS E PARÂMETROS DOS MODELOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

A seguir, são descritos os principais critérios e parâmetros que serão utilizados nos modelos e simulações das bacias hidrográficas de Mairiporã para estimativa das vazões de projeto a serem consideradas nas medidas estruturais propostas.

3.1. EQUAÇÃO DE CHUVA

A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM por meio do Projeto Atlas Pluviométrico do Brasil, inserido no Programa de Levantamentos da Geodiversidade, reuniu, consolidou e organizou informações sobre chuvas obtidas na operação da rede hidrometeorológica nacional. Além disso, também definiu as relações intensidade-duração-frequência (IDF) para os pontos que possuem registros contínuos de chuva, ou seja, estações equipadas com pluviógrafos ou estações automáticas. Para localidades nas quais existem apenas pluviômetros, ou seja, não existem registros contínuos das precipitações, as relações IDF foram obtidas a partir da desagregação das precipitações máximas diárias.

Para o município de Mairiporã, a CPRM indica a utilização da equação IDF desenvolvida por Furtunato et al. (2013), na qual foi aplicada a metodologia de desagregação para os registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da estação pluviométrica Franco da Rocha (Hosp. Juqueri), Códigos 02346021 (ANA) e E3-047R (DAEE).

Para a determinação das curvas IDF dos municípios na região de Franco da Rocha foi utilizada a série de precipitações diárias máximas da Estação Franco da Rocha (Hosp. Juqueri) - ANA 02346021 DAEE E3-047-R, por ano hidrológico (01/out a 30/set), conforme dados do Quadro 1, com ajuste exponencial dos dados diários.

As curvas IDF estabelecidas constam na Figura 1 e podem ser representadas por uma equação do tipo:

$$i = \{[(a \ln(T) + b) \cdot \ln(t + (\delta/60))] + c \ln(T) + d\} / t$$

Em que:

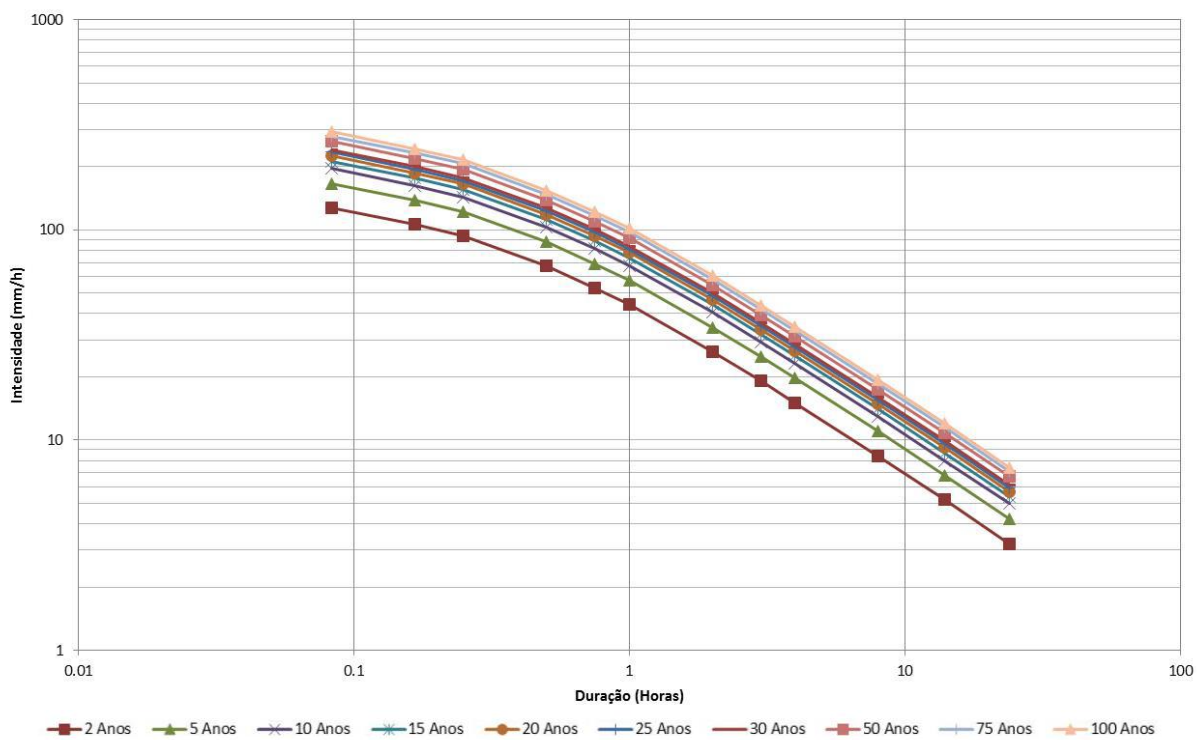
- i é a intensidade da chuva (mm/h)
- T é o tempo de retorno (anos)
- t é a duração da precipitação
- a, b, c, d são parâmetros da equação

Para a estação 02346021 (ANA) e E3-047R (DAEE), durações de 10 minutos a 1 hora e período de retorno até 100 anos, os parâmetros da equação são:

$$a = 5,7233 ; b = 13,3243 ; c = 14,3169 ; d = 33,2975 \text{ e } \delta = 4$$

$$i = \{[(5,7233 \ln(T) + 13,3243) \cdot \ln(t + (4/60))] + 14,3169 \ln(T) + 33,2975\} / t$$

Figura 1: Curvas IDF - Estação Franco da Rocha (Hosp. Juqueri)
ANA 02346021 DAEE E3-047-R



Fonte: Atlas Pluviométrico do Brasil

Quadro 1: Precipitações diárias máximas (mm) por ano hidrológico (01/out a 30/set)
Estação Franco da Rocha (Hosp. Juqueri) ANA 02346021 DAEE E3-047-R

AI	AF	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)	AI	AF	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)
1937	1938	17/11/1937	58,4	1973	1974	19/11/1973	56,1
1938	1939	09/12/1938	72,6	1974	1975	22/11/1974	67,5
1940	1941	25/03/1941	66,2	1975	1976	14/12/1975	91,4
1941	1942	12/03/1942	60,1	1976	1977	31/01/1977	87,2
1942	1943	07/03/1943	35,7	1977	1978	04/03/1978	83,0
1943	1944	13/01/1944	81,0	1978	1979	27/12/1978	74,5
1944	1945	01/02/1945	84,1	1979	1980	23/02/1980	60,8
1946	1947	25/09/1947	70,4	1980	1981	29/12/1980	89,1
1949	1950	19/03/1950	79,8	1981	1982	04/11/1981	57,3
1950	1951	27/11/1950	85,3	1981	1982	15/03/1982	57,2
1951	1952	21/02/1952	52,4	1982	1983	02/02/1983	92,2
1952	1953	14/02/1953	43,4	1983	1984	20/09/1984	71,4
1953	1954	04/01/1954	72,4	1984	1985	23/02/1985	78,2
1954	1955	15/01/1955	54,6	1985	1986	25/11/1985	72,3
1955	1956	20/02/1956	77,7	1986	1987	26/01/1987	193,1
1956	1957	15/01/1957	77,6	1987	1988	16/01/1988	75,6
1957	1958	14/09/1958	60,3	1988	1989	30/07/1989	74,7
1958	1959	28/10/1958	60,2	1989	1990	22/03/1990	46,7
1959	1960	28/02/1960	70,3	1990	1991	16/01/1991	122,3
1960	1961	19/12/1960	100,1	1991	1992	07/10/1991	101,7
1961	1962	13/03/1962	100,4	1992	1993	31/05/1993	80,8
1962	1963	11/12/1962	115,8	1993	1994	11/03/1994	105,1
1963	1964	22/10/1963	70,6	1994	1995	23/12/1994	60,0
1964	1965	20/01/1965	95,0	1995	1996	28/01/1996	62,7
1965	1966	03/09/1966	52,3	1996	1997	04/10/1996	69,0
1966	1967	23/12/1966	84,3	1997	1998	14/02/1998	70,7
1967	1968	16/05/1968	59,0	1998	1999	07/05/1999	62,9
1968	1969	30/12/1968	72,5	1999	2000	28/10/1999	90,3
1969	1970	20/11/1969	84,6	2000	2001	10/12/2000	51,0
1970	1971	02/01/1971	61	2001	2002	02/10/2001	82,7
1971	1972	22/01/1972	72,1	2002	2003	15/12/2002	68,0
1972	1973	14/02/1973	55,5	2003	2004	25/05/2004	102,0

Fonte: Atlas Pluviométrico do Brasil

Para durações superiores a 1 hora até 24 horas e períodos de retorno até 100 anos, os parâmetros da equação são:

$$a = 3,1351 ; b = 7,3102 ; c = 15,8790 ; d = 36,9679 \text{ e } \delta = -19$$

$$i = \{[(3,1351 \ln(T) + 7,3102) \cdot \ln(t + (-19/60))] + 15,8790 \ln(T) + 36,9679\} / t$$

O Quadro 2 apresenta as intensidades de chuva calculadas para várias durações e diferentes tempos de retorno.

Quadro 2: Intensidades de chuva (mm/h)

Estação Franco da Rocha (Hosp. Juqueri) ANA 02346021 DAEE E3-047-R

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, T (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	75	90	100
10 Minutos	108,3	141,3	166,2	180,7	191,1	199,1	205,6	216,0	224,0	230,5	238,6	245,1	248,9
15 Minutos	93,4	121,7	143,2	155,7	164,6	171,5	177,1	186,0	193,0	198,6	205,5	211,1	214,4
20 Minutos	82,1	107,1	125,9	137,0	144,8	150,9	155,8	163,7	169,7	174,7	180,8	185,7	188,6
30 Minutos	66,8	87,1	102,4	111,4	117,8	122,7	126,7	133,1	138,0	142,1	147,0	151,1	153,4
45 Minutos	53,0	69,0	81,2	88,3	93,4	97,3	100,5	105,5	109,4	112,6	116,5	119,7	121,6
1 HORA	44,3	57,8	68,0	73,9	78,2	81,4	84,1	88,3	91,6	94,3	97,6	100,2	101,8
2 HORAS	26,5	34,5	40,5	44,1	46,6	48,6	50,2	52,7	54,6	56,2	58,2	59,8	60,7
3 HORAS	19,1	24,9	29,3	31,9	33,7	35,1	36,2	38,1	39,5	40,6	42,0	43,2	43,9
4 HORAS	15,1	19,7	23,1	25,1	26,6	27,7	28,6	30,0	31,2	32,1	33,2	34,1	34,6
5 HORAS	12,5	16,3	19,2	20,9	22,1	23,0	23,7	24,9	25,9	26,6	27,5	28,3	28,7
6 HORAS	10,7	14,0	16,5	17,9	18,9	19,7	20,4	21,4	22,2	22,8	23,6	24,3	24,6
7 HORAS	9,4	12,3	14,4	15,7	16,6	17,3	17,9	18,8	19,5	20,0	20,7	21,3	21,6
8 HORAS	8,4	11,0	12,9	14,0	14,8	15,4	16,0	16,8	17,4	17,9	18,5	19,0	19,3
12 HORAS	5,9	7,7	9,1	9,9	10,5	10,9	11,3	11,8	12,3	12,6	13,1	13,4	13,6
14 HORAS	5,2	6,8	8,0	8,7	9,2	9,5	9,9	10,4	10,7	11,0	11,4	11,7	11,9
20 HORAS	3,8	5,0	5,8	6,4	6,7	7,0	7,2	7,6	7,9	8,1	8,4	8,6	8,7
24 HORAS	3,2	4,2	5,0	5,4	5,7	6,0	6,2	6,5	6,7	6,9	7,1	7,3	7,5

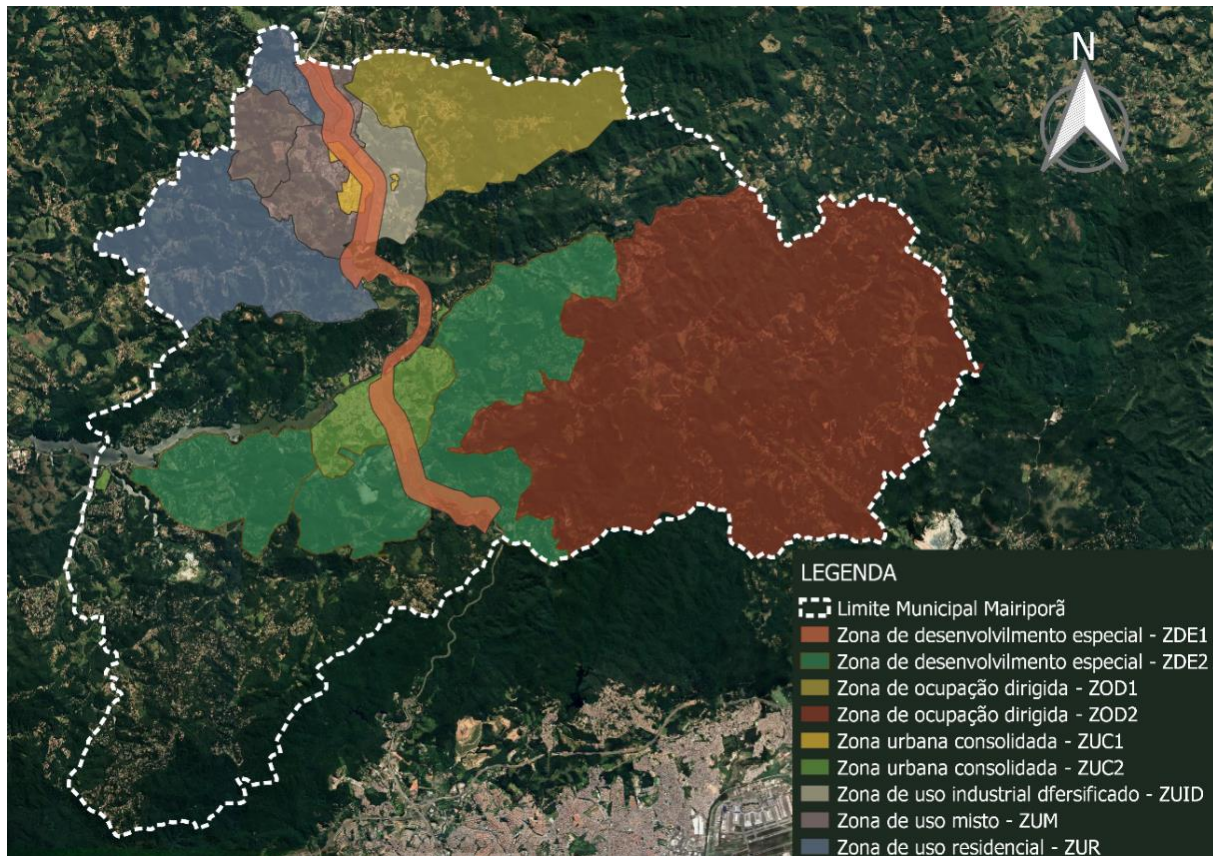
Fonte: Atlas Pluviométrico do Brasil

3.2. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

O Uso e Ocupação do Solo de Mairiporã é regulamentado pela Lei Complementar nº438/2021 que instituiu o Plano Diretor Participativo do município. Também dispõem sobre a ocupação territorial: Lei Ordinária 3920/2020 de Mobilidade Urbana; Lei Complementar 416/2020 sobre Código de Obras e Edificações; Decreto 8840/2019 sobre os critérios e procedimentos no âmbito do licenciamento e fiscalização ambiental que possa causar a degradação ao meio ambiente; Lei Ordinária 3858/2019 que

instituiu o Sistema Municipal de Meio Ambiente; Decreto 8504/2018 sobre o Estudo de Impacto de Vizinhança – EIV; Lei Ordinária 3762/2018 que define o abairramento e respectiva delimitação dos bairros do Município de Mairiporã. O Mapa de Zoneamento Urbano de Mairiporã é apresentado na Figura 2.

Figura 2: Mapa de Zoneamento Urbano do Município de Mairiporã



Fonte: Elaboração Própria – Dados da Prefeitura Municipal de Mairiporã

O mapeamento territorial de um município também pode ser feito por classe de uso conforme apresentado no Quadro 3 e Figura 3.

No caso do município de Mairiporã há uma restrição de uso do solo significativa já que grande parte (80,54%) do território está inserida na Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Alto Juquery (APRM-AJ) declarada como manancial de interesse regional destinado ao abastecimento das populações atuais e futuras pela Lei nº 15.790/2015.

A referida Lei dispõe sobre instrumentos de planejamento e gestão para garantir as condições ambientais e de uso e ocupação do solo necessárias ao cumprimento dos padrões e metas de qualidade de água estabelecidos para a APRM-AJ, definindo três áreas de intervenção: Área de Restrição à Ocupação (ARO); Área de Ocupação Dirigida (AOD); Área de Recuperação Ambiental (ARA).

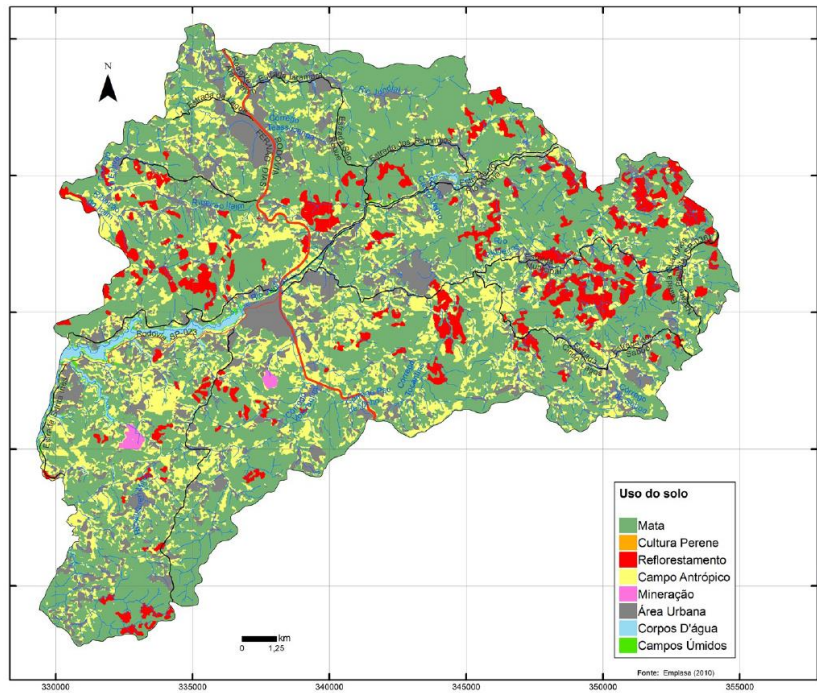
O município está inserido ainda, em nove unidades de conservação, das quais cinco são de proteção integral (Parque Estadual da Cantareira; Parque Estadual do Juquery, Parque Estadual do Itapetinga; Parque Estadual do Itaberaba; Monumento Natural da Pedra Grande) e quatro são de uso sustentável (APA Piracicaba Juqueri-Mirim Área II; APA Sistema Cantareira; RPPN Sítio Capuavinha; RPPN Paraíso). O Mapa de Unidades de Conservação inseridas no município de Mairiporã consta na Figura 4.

Quadro 3: Classes de Uso no Município de Mairiporã

Classe de Uso	% em relação ao Município
Mata – Compreende a mata nativa primária e secundária com área representativa e contínua, e também as matas ciliares representadas por toda a vegetação arbórea e arbustiva localizada ao longo das drenagens.	55,8
Campos úmidos – Formações herbáceas-subarbustivas que ocorrem em terrenos úmidos.	0,3
Área urbana – Área residencial densamente ocupada, com infraestrutura básica (pavimentação, sistema de drenagem, saneamento, etc.), atividades de comércio e serviços. Insere também os vazios e espaços verdes inseridos nessa área.	12,7
Reflorestamento – Formações arbóreas e homogêneas cultivadas com fins econômicos, e geralmente compostas por pinus e eucalipto	7,2
Cultura perene – Área destinada ao cultivo extensivo de diferentes culturas que permanecem sobre o solo todo o período do ano.	-
Campo antrópico – Área caracterizada por vegetação rasteira, constituindo uma cobertura que pode ser quase contínua ou apresentar-se sob a forma de tufos, deixando, nesse caso, alguns trechos de solo descoberto. Espaçadamente podem ocorrer pequenos subarbustos, arbustos ou mesmo árvores isoladas.	22,8
Mineração – Área de extração mineral que inclui o movimento de terra, cavas, edificações, entre outros com efeito desta atividade.	0,3
Corpo d'Água – Acumulação de água na superfície, tais como lagoas, reservatórios, açudes, entre outros.	1,0

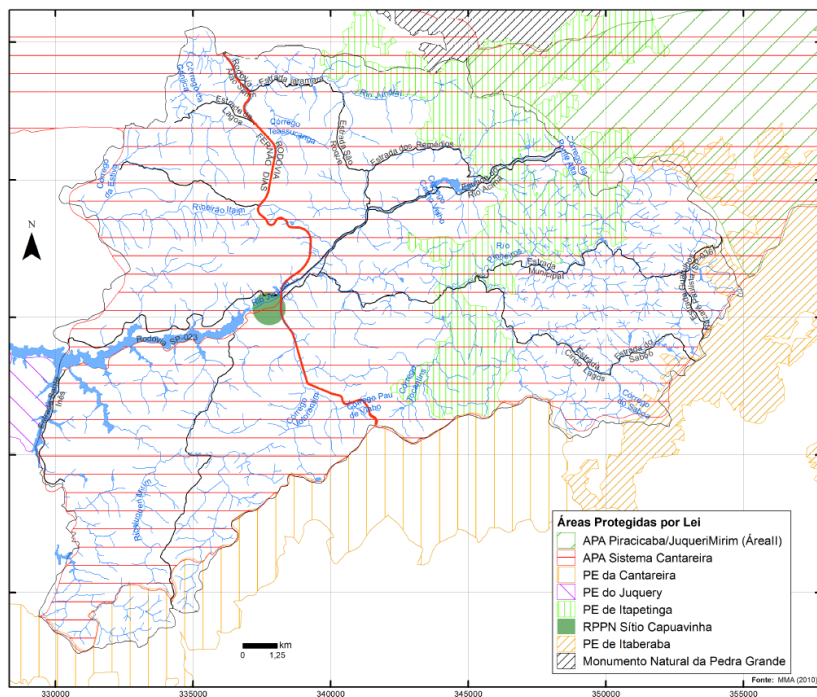
Fonte: Atlas Socioambiental do Município de Mairiporã- 2017

Figura 3: Mapa de Uso e Ocupação do Solo do Município de Mairiporã



Fonte: Atlas Socioambiental do Município de Mairiporã- 2017

Figura 4: Mapa de Zoneamento Urbano do Município de Mairiporã



Fonte: Atlas Socioambiental do Município de Mairiporã- 2017

A situação de ocupação e cobertura da superfície do solo em uma bacia hidrográfica impacta diretamente a parcela de escoamento superficial gerada pelas precipitações.

Para o estudo de vazões em grandes bacias hidrográficas (estudos de macrodrenagem) o modelo do Soil Conservation Service (SCS) do Departamento de Agricultura do Estados Unidos é amplamente utilizado para descrever o escoamento superficial a partir da retenção máxima e das perdas iniciais com base no Curve Number (CN). As características da bacia que definem o CN são: uso do solo, pedologia e umidade antecedente.

3.2.1. CURVA NÚMERO - CN

A curva número (CN – Cuve Number) é um parâmetro utilizado pelo método do Soil Conservation Service (SCS) para a determinação da precipitação efetiva, considerando apenas o efeito da infiltração no solo. Sua determinação depende de fatores como o uso e o tipo de solo, além das condições de umidade antecedentes da bacia.

Valores padronizados de CN são definidos através da publicação do SCS intitulada Technical Report 55 (USDA, 1986). Em áreas com diferentes usos e tipos de solo, calcula-se um valor médio de CN, chamado de CN médio, calculado através da equação a seguir.

$$CN_{\text{médio}} = CN_{\text{perm}} \cdot A_{\text{perm}} + CN_{\text{imp}} \cdot A_{\text{imp}}$$

Em que:

- CN_{perm} - CN da parcela permeável
- CN_{imp} - CN da parcela impermeável
- A_{perm} - Parcela de área permeável (%)
- A_{imp} - Parcela de área impermeável (%) = $(1,000 - A_{\text{perm}})$

Para a Bacia do Alto Tietê foram estudados os CN para a situação de ocupação chamada de atual (em relação ao ano de elaboração do plano 2009) e futura (ano de 2020), a partir dos dados de tipologia hidrológica e de uma estimativa de crescimento urbano na bacia. Os CN's obtidos para as sub-bacias na situação prevista para 2020 pelo Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (PBH-AT 2018) são CN's faixa de 66-70 para a sub-bacia do Rio Pinheiros e na faixa 71-75 para o restante das sub-bacias.

3.2.2. COEFICIENTE DE ESCOAMENTO SUPERFICIAL (C)

Já para o estudo de vazões em bacias hidrográficas com área inferior a 2km² O coeficiente de escoamento superficial (C) é a relação entre a quantidade de água que esco superficialmente e a

quantidade de água precipitada. Tal coeficiente representa os efeitos conjuntos, tanto das características físicas da bacia quanto da precipitação, interceptação e evaporação. Também são consideradas as futuras mudanças e ocupações do solo, resultantes da urbanização crescente e para possibilitar a realização de planos urbanísticos municipais. O Quadro 4 mostra os valores usualmente adotados para o coeficiente de escoamento superficial (C).

Quadro 4: Coeficiente de Escoamento Superficial (C)

Zonas		Valores de C
1	DE EDIFICAÇÃO MUITO DENSA Partes centrais, densamente construídas de uma cidade com ruas e calçadas pavimentadas.	0,70 a 0,95
2	DE EDIFICAÇÃO NÃO MUITO DENSA Partes adjacentes ao centro, de menor densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas.	0,60 a 0,70
3	DE EDIFICAÇÃO COM POUCAS SUPERFÍCIES LIVRES Partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas.	0,50 a 0,60
4	DE EDIFICAÇÃO COM MUITAS SUPERFÍCIES LIVRES Partes residenciais tipo Cidade-Jardim, ruas macadamizadas ou pavimentadas.	0,25 a 0,50
5	DE SUBÚRBIOS COM ALGUMA EDIFICAÇÃO Partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construções.	0,10 a 0,25
6	DE MATAS, PARQUES E CAMPOS DE ESPORTES Partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados, campos de esporte sem pavimentação.	0,05 a 0,20

Fonte: DP-H03 Diretrizes de Projeto para Estudos Hidrológicos – Método Racional – SIURB/PMSP

Os valores de CN e C descritos serão utilizados com referências para o estudo de vazões de projeto que fundamentarão o dimensionamento hidráulico das medidas estruturais do Plano de Drenagem de Mairiporã.

3.3. PERÍODO DE RETORNO

O período de retorno ou tempo de recorrência é o intervalo médio de anos dentro do qual ocorre ou é superada uma dada cheia. O Quadro 5 apresenta um resumo dos critérios para estabelecimento do período de retorno do projeto, de acordo com as diretrizes da Secretaria de Infraestrutura Urbana de São Paulo – SIURB.

Quadro 5: Período de Retorno

Tipos de Obras e Intervenções	Classificação	Período de Retorno (anos)
Arranjos e complexos viários	Alto impacto	TR ≥ 25 anos
	Médio Impacto	TR = 25 anos
	Baixo Impacto	TR = 10 anos
Pontes, viadutos e passagens subterrâneas	Alto impacto	TR ≥ 25 anos
	Médio Impacto	TR = 25 anos
	Baixo Impacto	TR = 10 anos
Passarelas de Pedestres	Alto impacto	TR = 10 anos
	Médio Impacto	TR = 10 anos
Obras de Contenção e estabilização	Alto impacto	TR = 25 anos
	Médio Impacto	TR = 10 anos
	Baixo Impacto	TR = 10 anos
Canalizações e obras de drenagem	Alto impacto	TR ≥ 25 anos
	Médio Impacto	TR ≥ 25 anos
	Baixo Impacto	TR = 25 anos
Obras em método não destrutivo (túneis viários e galerias hidráulicas)	Alto impacto	TR ≥ 25 anos
	Médio Impacto	TR ≥ 25 anos
Recuperação de Obras de Arte Especiais	Alto impacto	TR = 25 anos
	Médio Impacto	TR = 10 anos
	Baixo Impacto	TR = 10 anos
Pavimentação de vias	Alto impacto	TR = 25 anos
	Médio Impacto	TR = 10 anos
	Baixo Impacto	TR = 10 anos

Fonte: DP-H01 Diretrizes de Projeto para Estudos Hidrológicos – Período de Retorno – SIURB/PMSP

Assim, para o cálculo de vazões nos estudos de macrodrenagem será utilizado TR=100 anos, para estudos de microdrenagem em complexos viários de alto e médio impacto TR=25 anos e para vias adjacentes (baixo impacto) TR=10 anos.

3.4. TEMPO DE CONCENTRAÇÃO

Tempo de concentração é o tempo necessário para que toda a área de drenagem passe a contribuir para a vazão na seção estudada. As características físicas que influenciam o tempo de concentração são: a área da bacia, o comprimento e a declividade do canal mais longo e o comprimento ao longo do curso principal.

Existem inúmeras formas e fórmulas para o cálculo/estimativa do tempo de concentração. São fórmulas empíricas que devem ser utilizadas de acordo com as características de cada bacia.

Para estudos hidrológicos e projetos de microdrenagem em regiões urbanizadas, a fórmula do tempo de concentração de George Ribeiro é frequentemente utilizada e será adotada para os estudos de drenagem superficial no município. O tempo de concentração, de acordo com a fórmula de George Ribeiro, é dado por:

$$t_c = t_e + \frac{0,016 \cdot L}{i^{0,04}}$$

Em que:

t_c = tempo de concentração em minutos;

t_e = tempo de entrada = 10 min;

L = distância do ponto mais distante da área contribuinte, em metros;

i = declividade média do terreno, em m/m.

Para os estudos hidrológicos de macrodrenagem será utilizada a equação de *Kirpich* para cálculo do tempo de concentração. A fórmula de *Kirpich* é dada por:

$$T_c = 3,989 \cdot L^{0,77} \cdot \left(\frac{H}{L}\right)^{-0,385}$$

Em que:

T_c = tempo de concentração em minutos;

L = extensão do talvegue em km;

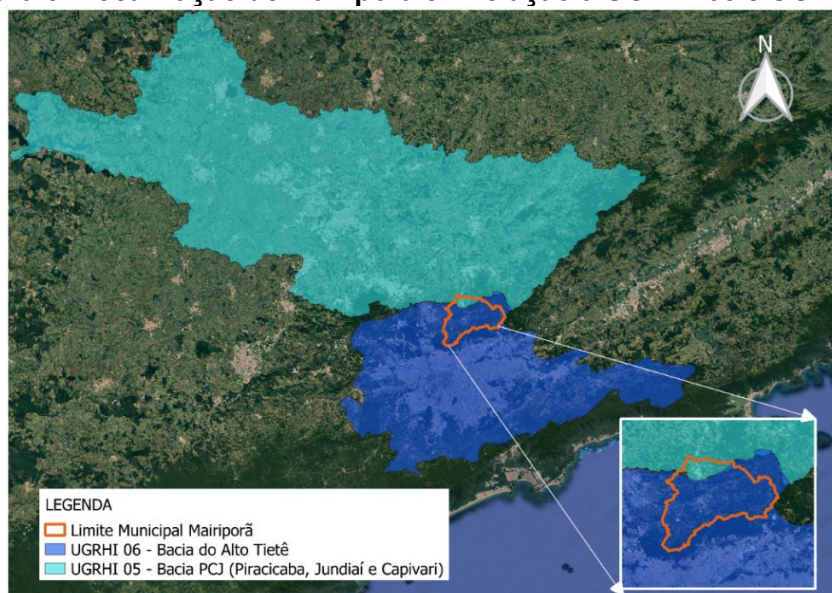
$\frac{H}{L}$ = declividade média do talvegue, em m/m.

3.5. ÁREA DAS BACIAS E SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS

O município de Mairiporã tem a maior parte de seu território (85%) dentro dos limites da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI 6 Alto Tietê, enquanto a parcela restante (15%) pertence a UGRHI 5 Piracicaba, Capivari e Jundiaí – PCJ. A Figura 5 apresenta a localização do

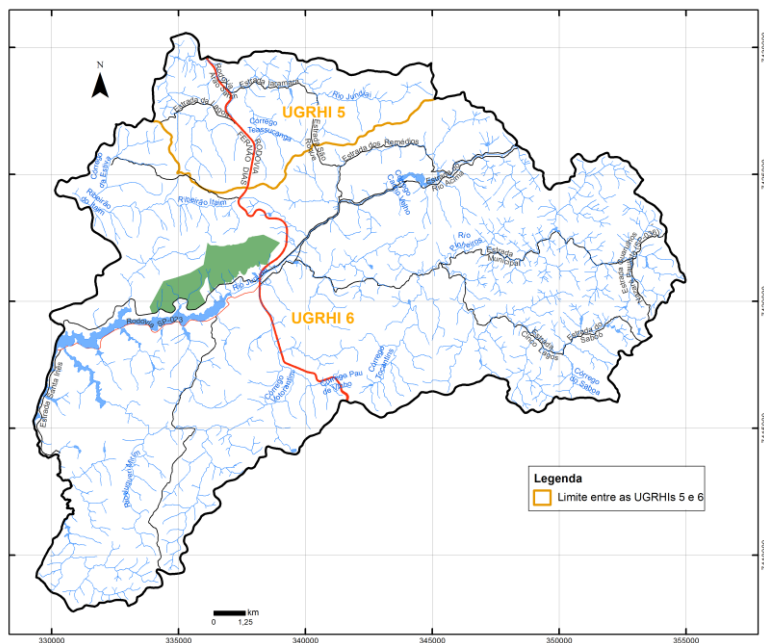
município de Mairiporã em relação às Bacias do Alto Tietê e a Figura 6 detalha o limite entre as bacias dentro do território municipal.

Figura 5: Localização de Mairiporã em relação a UGRHI-05 e UGRHI-06



Fonte: Elaboração Própria

Figura 6: Detalhe do limite da UGRHI-05 e UGRHI-06 no município de Mairiporã

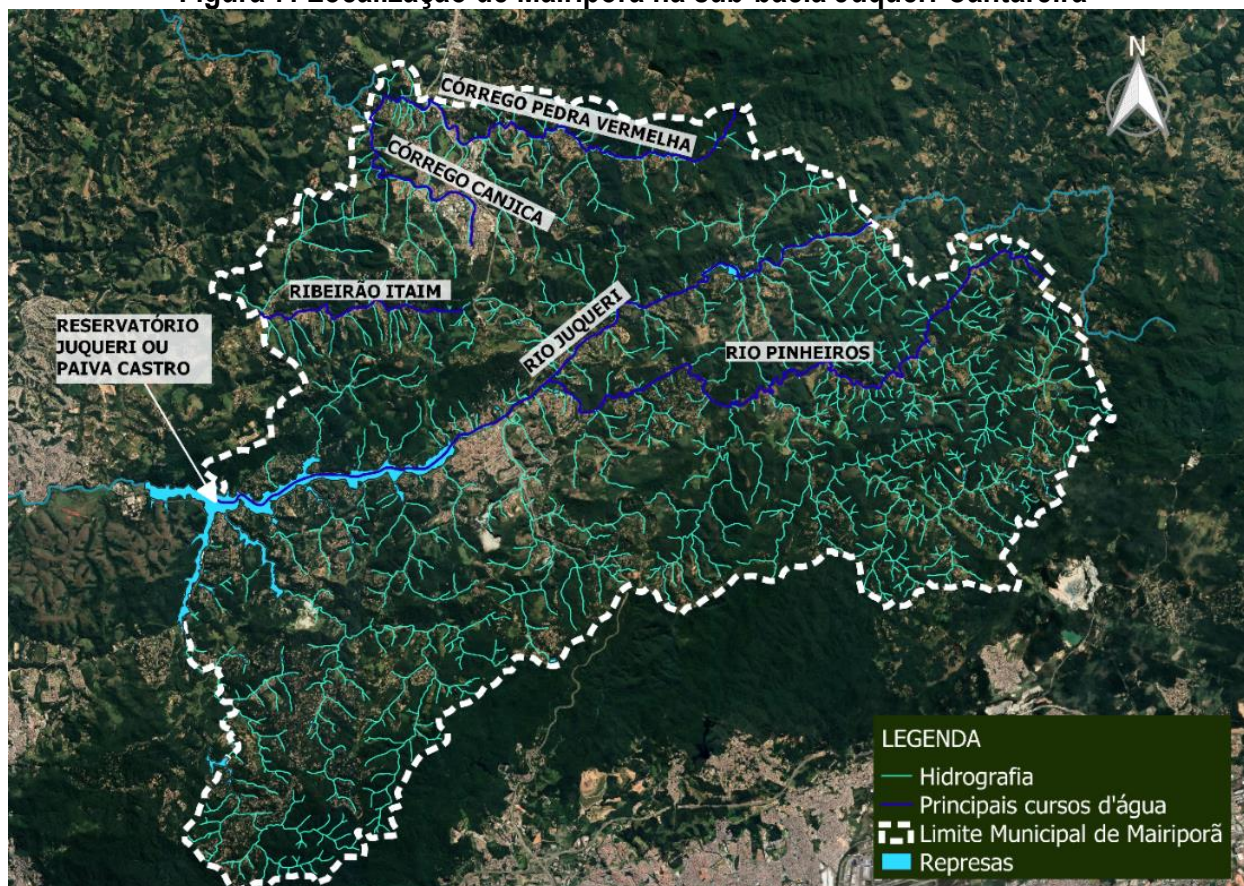


Fonte: Atlas Socioambiental do Município de Mairiporã- 2017

A disponibilidade de recursos hídricos de um município é de fundamental importância no suprimento de demandas de abastecimento da população da região e de diversas atividades econômicas. No município de Mairiporã há uma extensão aproximada de 785,3km de cursos d’água, entre os quais se destacam: Rio Juqueri; Córrego Canjica; Rio Pinheiros, Ribeirão Itaim; Córrego Pedra Vermelha e o Reservatório Juqueri ou Paiva Castro (Figura 7).

Particularmente para o município de Mairiporã, cuja localização encontra-se em APRM, a manutenção da qualidade das águas superficiais configura fator de grande magnitude na conservação dos recursos naturais municipais. Os principais rios e córregos de Mairiporã estão classificados como 1 e 2, com padrões de qualidade rigorosos a serem atendidos.

Figura 7: Localização de Mairiporã na sub-bacia Juqueri-Cantareira



Fonte: Elaboração Própria – Dados da Prefeitura Municipal de Mairiporã

As sub-bacias de drenagem foram descritas nos relatórios anteriores resultando na planta de bacias e sub-bacias do município de Mairiporã que pode ser observada no desenho 921.R1.DES.03_REV00-PLANTA DE BACIA, cujos principais componentes são apresentados de forma resumida no fluxograma da Figura 8 e na Figura 9.

As principais características físicas das bacias e sub-bacias foram descritas no Quadro 6 e constituem os dados para os estudos detalhados a serem desenvolvidos ao longo do Plano de Drenagem.

Figura 8: Fluxograma das bacias e sub-bacias de Mairiporã

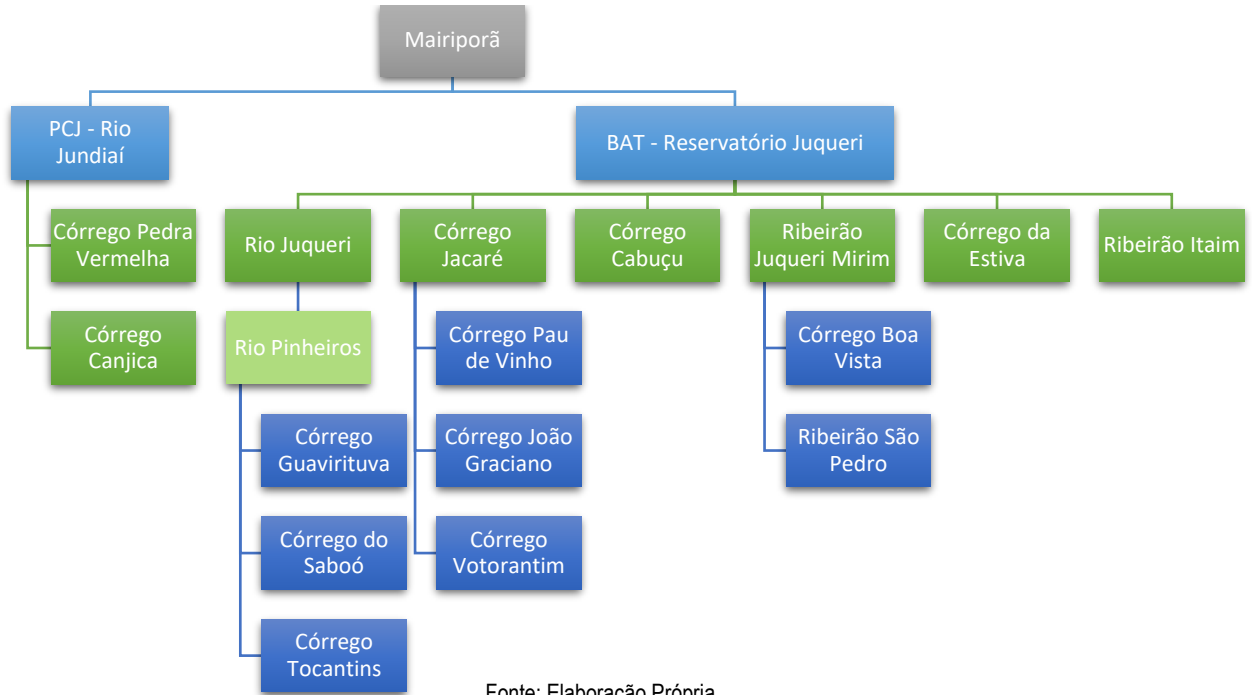
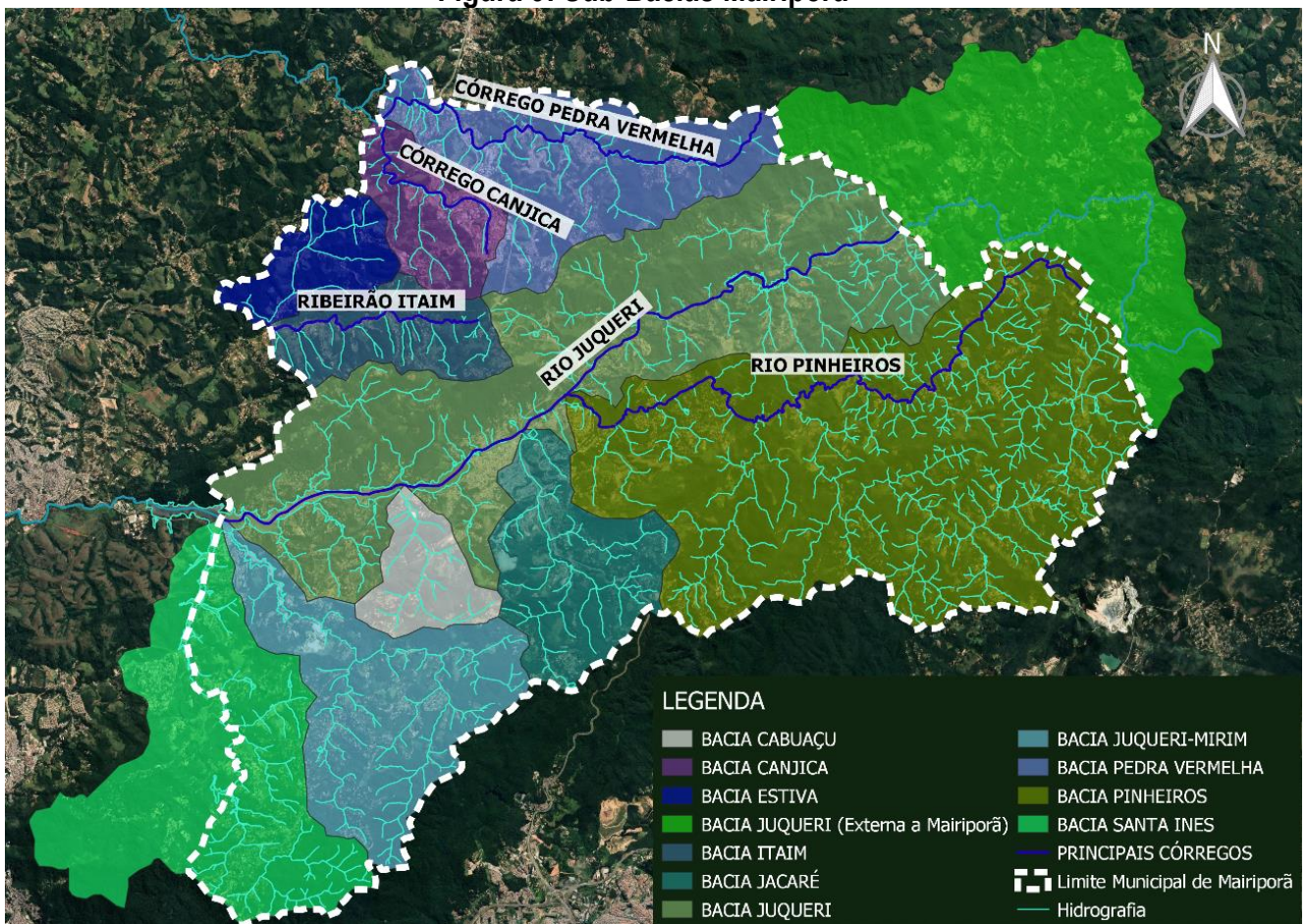


Figura 9: Sub-Bacias Mairiporã



Quadro 6: Características físicas das sub-bacias do município de Mairiporã

BACIA	PCJ		BAT						
SUB-BACIA	Jundiaí		Rio Juqueri						
SUB-BACIA MUNICIPAL	Córrego Pedra Vermelha	Córrego Canjica	Rio Juqueri	Rio Pinheiros	Córrego Jacaré	Córrego Cabuçu	Ribeirão Juqueri Mirim	Córrego da Estiva	Ribeirão Itaim
Área de Contribuição (km ²)	30,06	10,81	79,93*	96,05	19,860	8,40	31,10	9,69	11,75
Extensão do Talvegue Principal (km)	14,27	6,49	22,47*	22,77	6,70	5,66	10,55	4,74	6,86
Cota do ponto mais elevado no talvegue principal (m)	1280	1130	790*	1090	1120	1060	1130	960	1120
Cota do exutório da sub-bacia (m)	860	860	740*	760	750	750	750	800	800
Declividade do Talvegue (m/m)	0,03	0,04	0,002	0,015	0,055	0,05	0,04	0,03	0,05

Fonte: Elaboração Própria

*Representa os dados da bacia do Juqueri sem considerar os afluentes das outras bacias, para mais detalhes consultar 921.R1.DES.03_REV00-PLANTA DE BACIA

3.6. MÉTODO DE CÁLCULO DE VAZÃO

Em função das áreas de contribuição de cada bacia hidrográfica a ser estudada será definido o método de cálculo para obtenção das vazões mais adequado, de acordo com as diretrizes do Departamento de Águas e Energia Elétrica de São Paulo – DAEE, descritas no Quadro.

Para o caso de grandes bacias ou para aqueles em que, além das vazões máximas, necessita-se também de valores para o volume de escoamento produzido, devem ser utilizados os métodos baseados em hidrogramas (COLLISCHONN E DORNELLES, 2013).

Para bacias hidrográficas com área inferior a 2km² o método mais utilizado para determinar vazões de projeto é o Método Racional.

Quadro 7: Métodos para Estimativa de Vazões de acordo com a Área de Drenagem

Método	Área de Drenagem (AD)
Método Racional	$AD \leq 2\text{km}^2$
Método I-PAI-WU	$2 < AD \leq 200 \text{ km}^2$
Método Prof. Kokei Uehara	$200 < AD \leq 600 \text{ km}^2$
Hidrograma Unitário – Propagação	$AD > 600 \text{ km}^2$
Simulação de Ondas de Cheia (CAbc / ABC6/ Hec-Hms)	$AD > 2 \text{ km}^2$

Fonte: Guia prático para Projetos de Pequenas Obras Hidráulicas – DAEE – 2005

O Método Racional tem como conceito básico que o pico de vazão ocorre, quando toda a bacia está contribuindo, sob a influência de uma precipitação de intensidade constante e uniformemente distribuída em toda a bacia.

O Método Racional é definido analiticamente pela seguinte expressão:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$$

Em que:

Q = vazão, em m³/s;

C = coeficiente de escoamento;

I = intensidade da chuva, em mm/h;

A = área de contribuição, em hectares.

4. MEDIDAS ESTRUTURAIS DE MACRODRENAGEM

O sistema de macrodrenagem pode ser identificado como aquele localizado sobre rede de drenagem natural, pré-existente à urbanização, constituída por rios e córregos nos talwegues dos vales, e que pode receber obras que a modificam e complementam, tais como canalizações, barragens, diques e outras.

Como mencionado nos itens anteriores deste relatório, a macrodrenagem do município de Mairiporã constitui recurso natural de importância macrorregional por estar inserida no sistema de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo. Diante disso, o funcionamento adequado do sistema de drenagem, além da manutenção e limpeza constantes, contribuem para a qualidade das águas dessa fonte de abastecimento de grande importância no Estado.

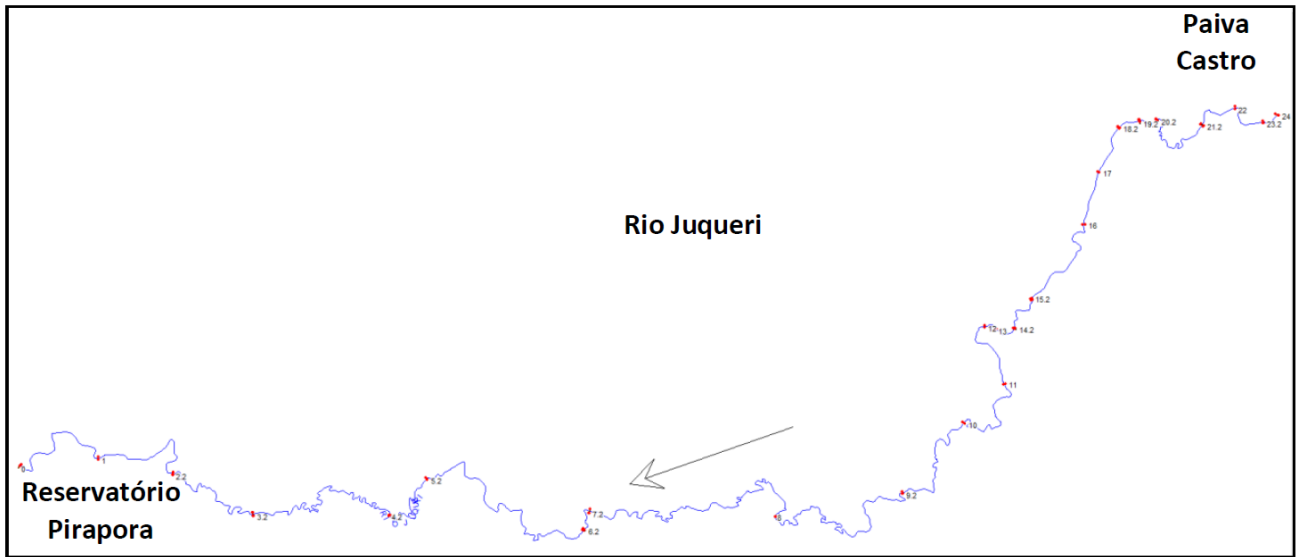
Os principais Córregos que constituem o Sistema de Macrodrenagem de Mairiporã são: Rio Juqueri e seus afluentes; Córrego Pedra Vermelha e Córrego Canjica, afluentes do Rio Jundiá; e o Reservatório Juqueri ou Paiva Castro.

Por estar localizado no Rio Juqueri, que recebe contribuição do escoamento superficial de 87% da área territorial do município, o Reservatório Juqueri ou Paiva Castro configura estrutura de macrodrenagem de grande importância no município. O reservatório foi formado a partir do barramento localizado no município de Franco da Rocha (SP), entretanto a maior parte do Reservatório está localizada no município de Mairiporã, a jusante da área urbanizada. Assim, o reservatório recebe a água proveniente dos demais reservatórios do Sistema Cantareira, bem como a drenagem do município de Mairiporã. A área de drenagem do Reservatório Paiva e Castro é de 314 km² (Giatti, 2000) e sua contribuição é de 4,4m³/s na vazão total de 33m³/s do Sistema Cantareira (SABESP, 1989).

O Terceiro Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê – PDMAT 3, em seu “Relatório 8: Estudos Hidrológicos e Hidrodinâmicos – Tomo I” apresenta o estudo de vazões e traçados de linhas d’água dos corpos hídricos da bacia, incluindo o Rio Juqueri.

Para a modelagem geométrica do Rio Juqueri no PDMAT 3 foram utilizadas 25 seções transversais, que interpoladas caracterizaram aproximadamente 48.800 m de canal, de jusante do reservatório de Paiva Castro até a foz no rio Tietê no reservatório de Pirapora. A Figura 10, a seguir, apresenta o arranjo do canal e as seções transversais correspondentes.

Figura 10: Representação do Rio Juqueri no software HEC-RAS

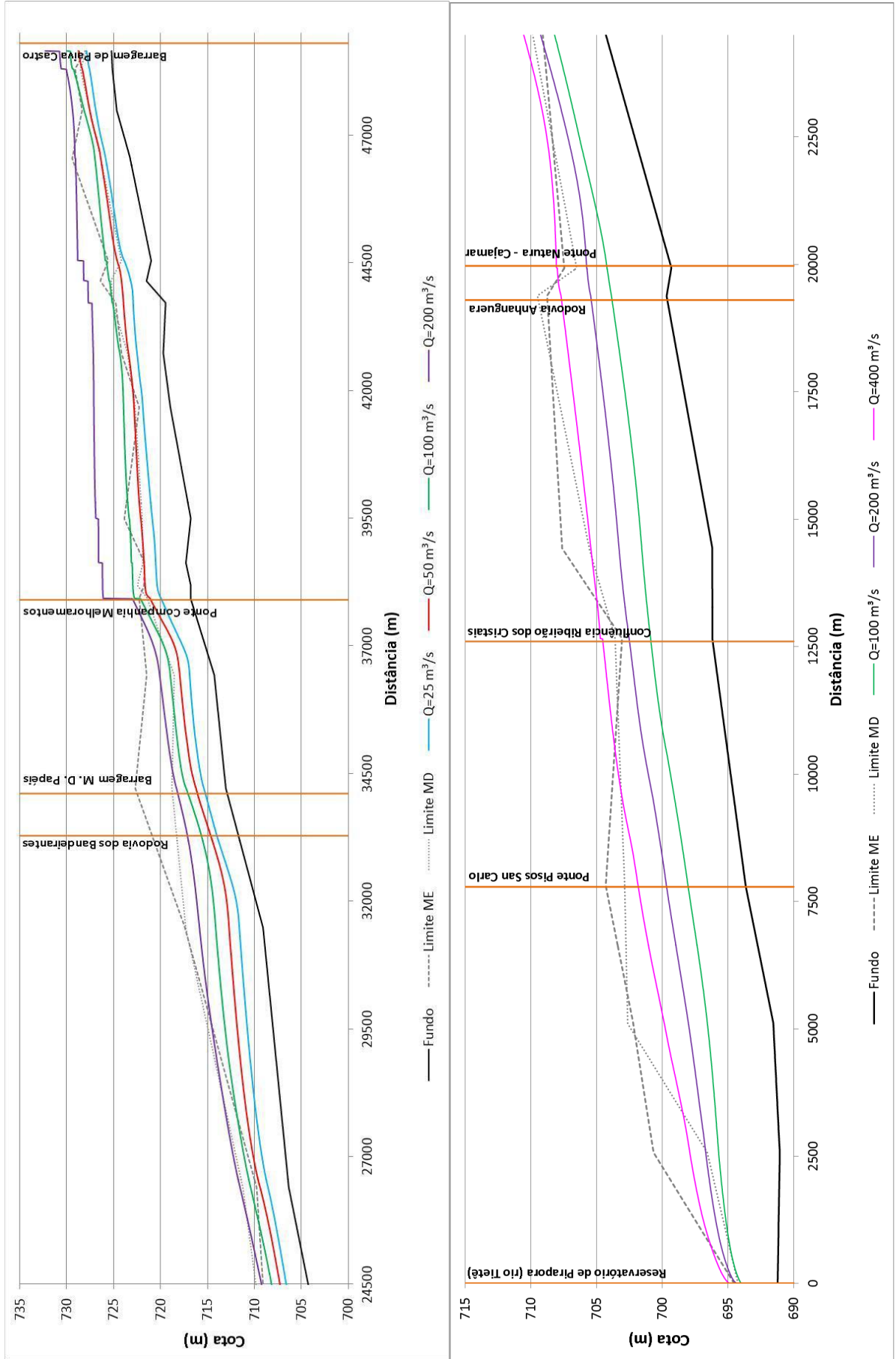


Fonte: PDMAT 3 – Relatório 8 Tomo I

O Rio Juqueri foi simulado com vazões de 25, 50, 100, 200 e 400 m³/s, sendo que o coeficiente de Manning adotado foi de 0,03. A Figura 11 apresenta o perfil de fundo, os limites do canal e os níveis d'água para cada uma das vazões simuladas.

Figura 11: Perfis de linhas d'água no rio Juqueri para avaliação das capacidades de vazão por trecho

Fonte: PDMAT 3 – Relatório 8 Tomo I



De acordo com as informações do PDMAT 3, no trecho entre a Barragem de Paiva Castro e a Barragem da M. D. Papéis, a capacidade do canal varia entre 50 e 100 m³/s; na simulação para 200 m³/s observam-se degraus na linha d'água que representam o remanso causado por seções de controle, como na Ponte de acesso à Companhia Melhoramentos. Entre as rodovias Bandeirantes e Anhanguera a área de várzea do Rio Juqueri ainda se encontra bastante preservada, possibilitando o espraiamento das vazões de cheia para o canal maior.

Ainda segundo o Relatório 8 – Tomo I – PDMAT 3, a capacidade do trecho final até a foz no rio Tietê chega a 400 m³/s, exceto na confluência com o Ribeirão dos Cristais, que é uma região de baixada. Vale dizer que da rodovia Anhanguera até a ponte de acesso à Pisos San Carlo, à margem esquerda do Rio Juqueri é bastante urbanizada, passando pelos municípios de Cajamar e Santana do Parnaíba.

Embora sirvam como referência para os estudos do Rio Juqueri, os resultados das simulações realizadas no PDMAT 3 englobam os trechos deste corpo hídrico a jusante do Reservatório Paiva Castro. Portanto, não fornecem as informações necessárias para os estudos de macrodrenagem do Rio Juqueri dentro dos limites do município de Mairiporã.

O Rio Juqueri tem sua nascente no município de Nazaré Paulista e passa pelos municípios Mairiporã, Franco da Rocha, Caieiras, São Paulo, Cajamar, Santana de Parnaíba e Pirapora do Bom Jesus, onde desagua no Rio Tietê. Seus principais afluentes dentro do território de Mairiporã são Rio Pinheiros, Córrego Jacaré, Córrego Cabuçu, Ribeirão Juqueri Mirim, Córrego da Estiva e Ribeirão Itaim.

O Rio Juqueri faz seu curso ao longo do município de Mairiporã em canal aberto e leito natural e sob diversas travessias aéreas. Além das travessias, apresenta outros pontos notáveis em seu curso como: o deságue de seus afluentes, a Barragem Paiva Castro, Barragem Sete Quedas e o Desemboque do Túnel 5 da Sabesp.

As travessias e confluências são pontos importantes para o modelo de simulação da bacia e, embora o município de Mairiporã não possua cadastro topográfico das travessias identificadas ao longo do curso do Rio Juqueri, bem como levantamentos topobatimétricos do leito do rio em algumas seções de interesse, o estudo da bacia para determinação de vazões a montante do Reservatório Paiva Castro é de suma importância para análise hidráulica das seções mínimas necessárias para que o escoamento da vazão de projeto ocorra de forma adequada. Esse estudo complementarará as vazões definidas para o trecho de jusante do Rio Juqueri apresentadas no PDMAT3.

Assim, o Quadro 8 apresenta os 12 pontos de interesse ao longo do curso do Rio Juqueri, nos quais serão determinadas as vazões de projeto por meio do modelo digital da bacia hidrográfica. As vazões obtidas serão utilizadas no dimensionamento hidráulico das medidas estruturais nos pontos em que as informações de cadastro permitirem e, nos casos em que as informações das estruturas existentes forem restritas serão feitas recomendações de projeto e das seções hidráulicas mínimas requeridas em cada medida proposta.

Quadro 8: Pontos Notáveis do Rio Juqueri no município de Mairiporã

Ponto	Código	Coordenada E	Coordenada S	Descrição
1	JUQ-001	328316	7418943	Barragem Paiva Castro
2	JMI-001	330537	7418185	Deságue do Ribeirão Juqueri Mirim
3	CAB-001	335207	7419041	Deságue do Córrego Cabuçu
4	JUQ-002	337677	7420564	Travessia da Av. Antonio de Oliveira
5	JUQ-003	338204	7420844	Travessia da Rodovia Fernão Dias
6	JAC-001	338248	7420845	Deságue do Córrego Jacaré
7	PIN-001	339419	7421831	Deságue do Rio Pinheiros
8	JUQ-004	339749	7422186	Travessia da Estrada Municipal
9	JUQ-005	340516	7423005	Travessia da Rua Não identificada
10	JUQ-006	342298	7423977	Travessia da Rua Três
11	JUQ-007	343698	7424753	Barragem Sete Quedas
12	JUQ-008	348541	7426415	Desemboque Túnel 5 Sabesp

De forma similar, foram definidos pontos de interesse ao longo dos Córregos Canjica e Pedra Vermelha, cujas travessias principais foram identificadas e são apresentadas nos Quadros 9 e 10.

As medidas estruturais de macrodrenagem incluem: adequação da capacidade hidráulica de travessias existentes, avaliando a opção mais vantajosa em cada caso (reforço ou substituição); adequação da calha/leito existente nos trechos de córregos/canais; proteção de margens de córregos com leito natural ou canalizado; proteção de taludes; adequação das seções hidráulicas nas confluências dos corpos hídricos.

Quadro 9: Pontos Notáveis do Córrego Canjica no município de Mairiporã

Ponto	Código	Coordenada E	Coordenada S	Descrição
1	CJC-001	334511	7429024	Confluência com o Córrego Pedra Vermelha
2	CJC-002	334561	7428454	Travessia Av. Dr. Sérgio Machado Brauner
3	CJC-003	334924	7427419	Travessia Est. Juvenal Cardoso Bueno
4	CJC-004	335708	7427193	Travessia Rua dos Cravos
5	CJC-005	336279	7426795	Travessia Rua João Bento
6	CJC-006	7426795	7426940	Travessia Av. Vitor Odorico Bueno
7	CJC-007	337336	7426407	Cruzamento R. Ari da Silva R. Sete de Setembro

Quadro 10: Pontos Notáveis do Córrego Pedra Vermelha no município de Mairiporã

Ponto	Código	Coordenada E	Coordenada S	Descrição
1	PVA-001	334511	7429024	Confluência com o Córrego Canjica
2	PVA-002	334877	7429623	Travessia Est. Campo Largo
3	PVA-003	336151	7429514	Travessia BR-381
4	PVA-004	336914	7428796	Travessia da Av. Espriada
5	PVA-005	338157	7428825	Travessia Alameda Christiano P. Bueno
6	PVA-006	339671	7428813	Travessia Estr. Fernando Marchi
7	PVA-007	340491	7428141	Travessia Rua das Paineiras

5. MEDIDAS ESTRUTURAIS DE MICRODRENAGEM

O sistema de microdrenagem é o conjunto de estruturas construído com o objetivo de receber as águas pluviais que incidem sobre lotes e vias e conduzi-las até o sistema de macrodrenagem de forma adequada, evitando a formação de áreas de alagamento e garantindo a integridade das estruturas existentes e a segurança e mobilidade da população local.

Os principais elementos constituintes da microdrenagem são:

- Vias e sarjetas: formam a calha inicial de escoamento das águas pluviais provenientes dos lotes;
- Bocas-de-lobo e demais captações: dispositivos de coleta de águas pluviais que escoam nas vias, posicionados para garantir que a capacidade hidráulica de escoamento do viário não seja extrapolada;
- Poços-de-visita: dispositivos localizados em pontos convenientes do sistema de galerias para permitirem mudança de direção, mudança de declividade, mudança de diâmetro e limpeza das tubulações;
- Tubulações: condutos destinados ao encaminhamento das águas pluviais até o sistema de macrodrenagem.

As obras de microdrenagem são fundamentais na prevenção de alagamentos e devem ser projetadas para atender precipitações de risco moderado, ou seja, para vazões com período de retorno igual ou inferior a 25 anos. Além disso, é primordial que a limpeza e manutenção sejam feitas com periodicidade regular e intensificadas nos períodos de chuva a fim de garantir correto funcionamento do sistema, já que que a microdrenagem é a etapa inicial no escoamento superficial das águas pluviais no meio urbano.

Como já explicitado nos relatórios anteriores, o sistema de drenagem municipal carece de informações compiladas na base de dados cadastral, que será complementada com os levantamentos de campo. Assim, após a complementação de tais informações, será realizada a análise do sistema de microdrenagem de Mairiporã de forma mais consistente, com proposição de soluções para as deficiências diagnosticadas.

Além dos 26 pontos indicados para avaliação das medidas estruturais de macrodrenagem, serão reavaliados os 18 pontos críticos de inundação que foram indicados no Plano Municipal de Saneamento de 2012, concentrados na área central e no distrito Terra Preta. Os pontos foram elencados com o auxílio da equipe técnica da Prefeitura de Mairiporã.

O Quadro 11 apresenta a localização dos 18 pontos críticos de drenagem para os quais serão propostas medidas estruturais e não estruturais com o objetivo de melhorar o escoamento de águas pluviais nessas regiões, reduzindo os prejuízos causados pelos eventos de precipitação intensa. As medidas estruturais de microdrenagem incluem: implantação de redes de galerias pluviais com

capacidade hidráulica adequada para condução da vazão de projeto; implantação de dispositivos de captação (bocas-de-lobo, bocas-de-leão e bocas combinadas) nas vias do entorno; dispositivos de dissipação de energia nos pontos de lançamento da água pluvial captada, evitando processos erosivos.

Quadro 11: Pontos Críticos do Sistema de Drenagem do município de Mairiporã

Ponto	Localização	Coordenada x	Coordenada y
Ponto 1	Rua Fernão Lopes	337.234	7.419.699
Ponto 2	Rua João Antonio da Silva	337.040	7.419.826
Ponto 3	Guido Pisa Neschi	336.930	7.419.778
Ponto 4	Rodovia Franco da Rocha – Mairiporã	336.863	7.419.785
Ponto 5	Ruas São Paulo e Sarkis Tellian	338.256	7.419.879
Ponto 6	Esquina da Av. Tabelaio Passarella e a R.Pe. Vairo	338.153	7.420.580
Ponto 7	Av. Tabelaio Passarella	338.082	7.420.485
Ponto 8	Travessia da Avenida Antonio Oliveira	337.690	7.420.514
Ponto 9	Estação de bombeamento de águas pluviais	337.290	7.420.290
Ponto 10	Estrada do Barreiro	336.670	7.419.146
Ponto 11	Rua Existente	338.851	7.418.462
Ponto 12	Rua Nair Hanickel Romaro	338.901	7.419.439
Ponto 13	Rua Vinte e cinco de dezembro	337.298	7.426.768
Ponto 14	João Antonio Brilha	337.078	7.420.442
Ponto 15	Rua Existente	338.833	7.419.370
Ponto 16	Rua Diamante	338.831	7.419.151
Ponto 17	Antiga Estrada de Bragança	338.582	7.421.002
Ponto 18	Córrego da Canjica	337.102	7.426.956

6. MEDIDAS ESTRUTURAIS PARA OS PONTOS CRÍTICOS DE INSTABILIDADE GEOTÉCNICA

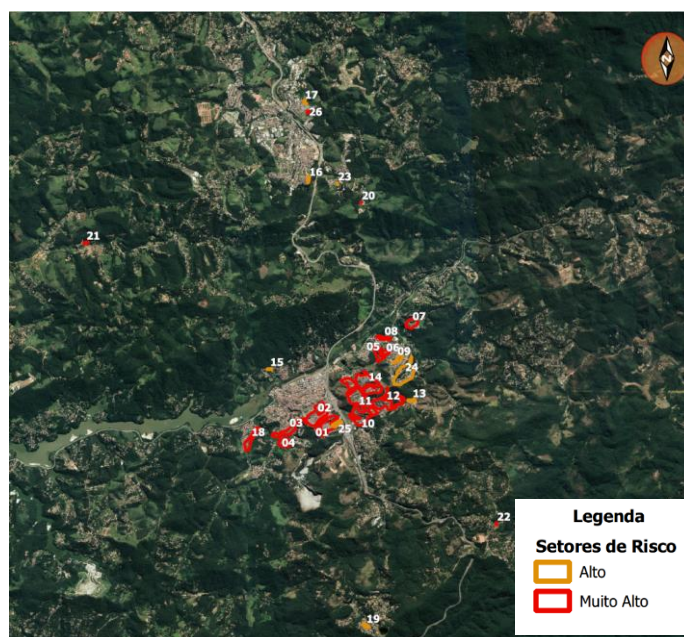
O Município de Mairiporã foi objeto de estudo recente pela Companhia de Pesquisas de Recursos Naturais – CPRM, que realizou o Diagnóstico da População em Áreas de Risco Geológico no ano de 2021. As conclusões do trabalho foram descritas em um relatório e em diversos mapas dos setores de risco.

O Diagnóstico teve como objetivo geral apresentar um panorama da população residente em áreas de risco geológico na cidade de Mairiporã como informação fundamental para a tomada de decisão nas políticas de ordenamento territorial e na prevenção de desastres. Também foram objetivos do trabalho: contribuir com a definição de critérios para a disponibilização de recursos públicos destinados ao financiamento de intervenções estruturais e não estruturais destinadas à prevenção e resposta a desastres; embasar as ações dos órgãos de fiscalização voltadas a inibir a expansão das áreas de risco.

Após realizar a interseção das 26 áreas de risco geológico mapeadas em Mairiporã, com a área urbanizada e os 166 setores censitários apresentados pelo Censo 2010, estimou-se que 2.444 domicílios particulares e coletivos estão localizados em áreas de risco alto ou muito alto. Esse número de domicílios equivale a aproximadamente 8.511 pessoas em área de risco geológico, das quais 50% são homens e 50% são mulheres; e idosos correspondem a 17% dessa parcela.

Os setores de risco geológico alto ou muito alto no município de Mairiporã são apresentados na Figura 12 e irão compor a base georreferenciada do município juntamente com as demais informações coletadas neste Plano Municipal de Drenagem Urbana (PMDU 2022).

Figura 12: Localização Geral dos Setores de Risco Geológico no município de Mairiporã



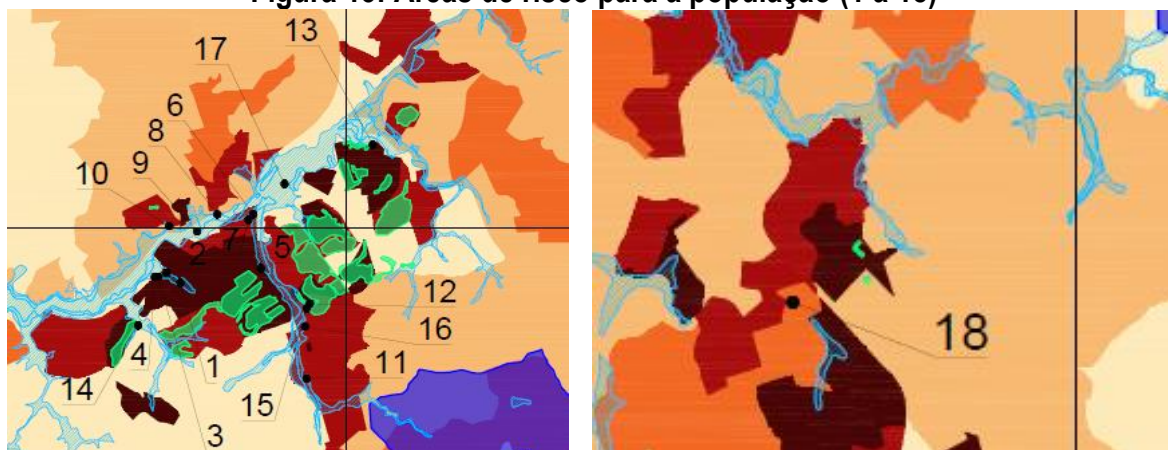
Fonte: Companhia de Pesquisas de Recursos Naturais - CPRM 2021

Para os setores de instabilidade geotécnica que coincidem com pontos críticos de drenagem, as medidas estruturais propostas já proporcionarão redução do risco geotécnico uma vez que as águas pluviais serão conduzidas de forma adequada, com redução dos processos erosivos que amplificam as chances de acidentes com as edificações e sistema viário adjacente.

7. PRIORIZAÇÃO DAS MEDIDAS ESTRUTURAIS

A partir da localização dos pontos críticos de inundação e da associação dessas informações com o estudo de densidade populacional e áreas de risco geotécnico foi elaborado o mapa 921.R1.DES.06_REV00-ÁREAS DE RISCO PARA POPULAÇÃO (Figura 13), que fundamentou a priorização das medidas estruturais (Quadro 12) a serem propostas neste Plano de Drenagem Municipal.

Figura 13: Áreas de risco para a população (1 a 18)



Fonte: Elaboração Própria

As propostas de intervenção foram caracterizadas e priorizadas de acordo com os seguintes critérios:

- Se a intervenção abrange apenas dispositivos de microdrenagem ou também engloba o sistema de macrodrenagem;
- Se a complexidade de intervenção é baixa, média ou alta;
- Se a densidade populacional da região é muito baixa; baixa; média; alta ou muito alta;
- Se o ponto também apresenta risco geotécnico.

As ações e intervenções devem ser planejadas já com prazo de início e conclusão estabelecidos, para que possam ser definidos os procedimentos de controle a serem utilizados ao longo do horizonte do Plano Municipal de Drenagem Urbana. De maneira geral, os prazos para implantação dos programas e projetos a serem propostos são divididos em quatro etapas: prazo imediato (até três anos); curto prazo (4 a 8 anos); médio prazo (9 a 12 anos) e longo prazo de 13 a 20 anos).

Quadro 12: Priorização das intervenções estruturais propostas

PONTO CRÍTICO	MICRODRENAGEM	MACRODRENAGEM	COMPLEXIDADE	DENSIDADE POPULACIONAL	RISCO GEOTÉCNICO	PRIORIDADE
1	Sim	Sim	Média	Muito Alta	Não	A
2	Sim	Sim	Média	Muito Alta	Não	A
3	Sim	Não	Baixa	Muito Alta	Não	B
4	Sim	Não	Baixa	Muito Alta	Não	B
5	Sim	Sim	Média	Muito Alta	Não	A
6	Sim	Sim	Alta	Alta	Não	C
7	Não	Sim	Baixa	Alta	Não	B
8	Não	Sim	Média	Baixa	Não	B
9	Não	Sim	Alta	Baixa	Não	C
10	Não	Sim	Muito Alta	Alta	Não	D
11	Sim	Limpeza	Baixa	Alta	Não	A
12	Sim	Não	Baixa	Alta	Sim	A
13	Sim	Não	Baixa	Muito Alta	Sim	A
14	Sim	Limpeza	Baixa	Muito Alta	Sim	A
15	Sim	Não	Baixa	Alta	Sim	B
16	Sim	Limpeza	Baixa	Alta	Não	B
17	Sim	Não	Baixa	Muito Baixa	Não	B
18	Sim	Sim	Média	Média	Não	B

Fonte: Elaboração Própria

Figura 14: Prazos para as intervenções propostas pelo Plano Diretor de Drenagem Urbana



O Quadro 13 apresenta os prazos propostos para que as medidas estruturais de macro e microdrenagem sejam implantadas, prevendo as etapas de contratação de Projeto Básico, Projeto Executivo e Obras.

Quadro 13: Prazos para implantação das medidas estruturais propostas pelo Plano Diretor de Drenagem Urbana

MEDIDAS ESTRUTURAIS		PRIORIDADE	PROJETO BÁSICO	PROJETO EXECUTIVO	OBRAS
Macro drenagem	<ul style="list-style-type: none"> • reforço/ampliação de travessias existentes; • adequação do leito/calha existente nos trechos de córregos/canais; • proteção de margens de córregos (leito natural ou canalizado) e taludes; • adequação das seções hidráulicas nas confluências dos corpos hídricos; • estudo de áreas para reservatórios de amortecimento de vazões. 	A	Curto	Curto	Médio
		B	Curto	Médio	Médio
		C	Médio	Médio	Longo
		D	Médio	Longo	Longo
Micro drenagem	<ul style="list-style-type: none"> • redes de galerias pluviais; • dispositivos de captação (bocas-de-lobo, bocas-de-leão e bocas combinadas); • muros de ala para lançamento em taludes; • dispositivos de dissipação de energia nos pontos de lançamento com alta velocidade de escoamento; • adequações de traçado e dispositivos de direcionamento do escoamento superficial. 	A	Imediato	Imediato	Curto
		B	Imediato	Curto	Médio
		C	Curto	Médio	Médio
		D	Médio	Longo	Longo

8. CONJUNTO DE AÇÕES E MEDIDAS PARA GESTÃO SUSTENTÁVEL DAS ÁGUAS PLUVIAIS

A gestão sustentável das águas pluviais deve ter com fundamento o conceito básico de sustentabilidade, a fim de proporcionar o “alcance das necessidades sociais, econômicas e ambientais atuais enquanto se cria condições que permitam que essas necessidades também sejam satisfeitas no futuro”.

Dessa forma, é possível concluir que, embora as medidas estruturais proporcionem soluções imediatas, um controle de escoamento eficiente deve ser pautado também em medidas não estruturais para que os avanços em qualidade de vida e segurança sejam efetivos e consistentes.



Assim, a identificação das principais deficiências (estruturais e não estruturais) do sistema de drenagem são etapa fundamental para um planejamento completo e eficaz a curto e longo prazo.

Além das medidas estruturais proposta neste Relatório 3, também devem ser previstas ações não estruturais que envolvem:

- Atualização, ampliação e consolidação do Cadastro do Sistema de Drenagem;
- Informatização dos Serviços e Cadastros;
- Implantação de Políticas e Diretrizes referentes ao Manejo de Águas Pluviais;
- Implantação de Programas de manutenção e limpeza das estruturas de drenagem existentes;
- Implantação de Sistema de Fiscalização dos sistemas de drenagem públicos e privados;
- Criação de Políticas de Incentivo e Procedimentos para o Aproveitamento das Águas de Chuva;
- Ações estruturais e não estruturais para melhoria do Sistema de Esgotamento Sanitário;
- Ações estruturais e não estruturais para melhoria do Sistema de Gerenciamento de Resíduos Sólidos;
- Ações de Educação Ambiental.

A descrição e planejamento das medidas não estruturais serão apresentadas no “Relatório 4 Medidas de Controle Não-Estruturais” deste Plano de Drenagem.

9. BIBLIOGRAFIA

COMITÊ DA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ. Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê. 2009.

COMITÊS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ. Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí – 2020 a 2035. 2020.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS CPRM. Diagnóstico da População em Áreas de Risco Geológico em Mairiporã. 2021.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS CPRM. Setorização de Áreas de Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massa, Enchentes e Inundações de Mairiporã. 2019.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS CPRM. Atlas Pluviométrico do Brasil. Município: Franco da Rocha/SP. Estação Pluviométrica: Franco da Rocha (Hosp. Juqueri), Códigos 02346021 (ANA) e E3-047R (DAEE). Osvalcêlio Mercês Furtunato; Karine Pickbrenner; Eber José de Andrade Pinto. - Salvador, BA.2017.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS CPRM. Carta de Suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações do município de Mairiporã. 2015.

DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA DAEE. Terceiro Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê – PDMAT 3. 2012.

INSTITUTOS DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. Plano para a Criação de Unidade de Conservação (UC) no Pico do Olho D'água. 2017.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS - IPT. Atlas Socioambiental do município de Mairiporã. 2017.

PALUMK ASSESSORIA E ENGENHARIA. Estudos Hidráulicos e Hidrológicos no Distrito de Terra Preta no Município de Mairiporã. 2021.

PALUMK ASSESSORIA E ENGENHARIA. Estudos Hidráulicos e Hidrológicos na região da Rua São Paulo no Município de Mairiporã. 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MAIRIPORÃ. Plano Diretor Participativo de Mairiporã. 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MAIRIPORÃ. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Mairiporã (PMGIRS). 2014.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MAIRIPORÃ. Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB. 2012.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MAIRIPORÃ. Relatório Operacional de Limpeza dos Córregos. 2021.