



Socorro/SP, 26 de março de 2024

Ofício nº 96/2024
Gabinete do Prefeito
Ref.: Ofício nº 26/2024 – AL

Senhor Presidente

Com os cordiais cumprimentos e, em atenção à solicitação contida no Ofício em apreço, sirvo-me do presente para encaminhar a Vossa Excelência as informações solicitadas no Ofício em apreço, nos termos da documentação anexa.

Certo da compreensão, na oportunidade renovo votos de elevado apreço e distinta consideração.

Josué Ricardo Lopes
Prefeito Municipal

Ao Excelentíssimo Senhor
Airton Benedito Domingues de Souza
Presidente da Câmara Municipal da Estância de Socorro/SP

Gabinete do Prefeito
Av. José Maria de Faria, nº 71 – Fone: 19 3855.9665 – e-mail: gabinete@socorro.sp.gov.br
www.socorro.sp.gov.br





companhia de saneamento básico do estado de são paulo

UNIDADE DE NEGÓCIO NORTE
DIRETORIA METROPOLITANA - M
CONTRATO MN Nº 02.910/19

PLANO DE MACRODRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE SOCORRO - SP

RF - PRODUTOS FINAIS

Janeiro / 2021



cobrape



companhia de saneamento básico do estado de são paulo

UNIDADE DE NEGÓCIO NORTE
DIRETORIA METROPOLITANA - M
CONTRATO MN Nº 02.910/19

PLANO DE MACRODRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE SOCORRO - SP

RF - PRODUTOS FINAIS

Janeiro / 2021



cobrape



00	02/2021	RF – Produtos Finais			
Revisão	Data	Descrição	Verif.	Aprov.	Autoriz.
Elaboração do Plano de Macrodrenagem Urbanas no Município de Socorro – SP					
RF – PRODUTOS FINAIS					
 UNIDADE DE NEGÓCIO NORTE – DITEORIA METROPOLITANA – M			 COBRAPE – Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos		
Revisão	Finalidade				
00	3				

Legenda Finalidade: [1] Para Informação [2] Para Comentário [3] Para Aprovação



SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	4
1 INTRODUÇÃO	5
2 SISTEMA DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO DE SOCORRO	7
2.1 Caracterização Geral	7
2.2 Caracterização do Sistema de Drenagem Existente	13
2.2.1 Macrodrrenagem.....	13
2.2.2 Microdrrenagem.....	17
2.3 Diagnóstico e Prognóstico.....	18
2.3.1 Estudos Anteriores de Drenagem Urbana	19
3 PLANO DE AÇÃO.....	27
4 ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO	30
5 HIERARQUIZAÇÃO DAS OBRAS	32
6 MODELO DE GESTÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS (SDMAP).....	33
6.1 Aspectos gerais.....	33
6.2 Diretrizes	34
6.3 Abordagem conceitual.....	34
6.4 Modelo de gestão atual	35
6.5 A atual organização municipal de gestão da drenagem.....	38
6.6 Modelo de Gestão Municipal da Drenagem e do MAP proposto para o Município de Estância de Socorro	43

ANEXOS

Volume I

RP1 – Caracterização da Área de Projeto

RP2 – Definição de Critérios e Parâmetros de Projeto

Volume II

RP3 – Serviços de Campo – Tomo I

Volume III

RP3 – Serviços de Campo – Tomo II

Volume IV

RP4 – Proposição de Alternativas de Solução

RP5 – Cotejo das Alternativas Propostas e Seleção da Opção a Adotar



APRESENTAÇÃO

Em 12/03/2020, conforme resultado da Licitação 02.910/2019 em que a Cobrape - Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos sagrou-se vencedora, foi assinado o Contrato de nº 02.910/19 firmado com a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP, Unidade de Negócio Norte – Diretoria M.

O objetivo principal do estudo contratado trata da formulação do Plano Diretor de Macrodrrenagem do Município de Socorro, realçando, conforme destaque apontado no Edital e respectivos anexos, um imbricamento aos mecanismos da gestão urbana como forma de correlacionar as influências decorrentes do processo de urbanização e correspondente implementação de infraestrutura sobre a garantia do pleno escoamento das águas pluviais, sobretudo durante eventos pluviométricos de alta intensidade.

Extraem-se desse enfoque subsídios técnicos e institucionais que garantem maior controle dos escoamentos superficiais que importam na redução de impactos decorrentes de eventos pluviais extremos, dando impulso para uma gestão sustentável da drenagem urbana.

O antigo modelo de intervenção¹ deve então ser substituído por uma visão mais realista da capacidade de ação do Poder Público. As soluções meramente de engenharia hidráulica devem ser combinadas com estratégias de ordenamento territorial, educação ambiental e, por que não dizer, de sistemas de alerta e de enfrentamento para as situações nas quais os dispositivos de contenção existentes não sejam suficientes.

Os princípios da precaução e de controle de riscos devem ser amplamente difundidos nas práticas de planejamento e de gestão urbana. A redução de riscos à pessoa humana, às propriedades, aos patrimônios públicos e aos fluxos de bens e serviços que garantem as condições de vida e a preservação do ambiente urbano deve estar no topo das estratégias voltadas ao controle de cheias de grandes magnitudes.

Essa diretriz irá orientar (ou fornecerá os balizamentos a serem considerados) todo o desenvolvimento do Plano, principalmente em sua fase de consolidação, ou seja, durante a formulação das propostas e respectivo Plano de Ações para o sistema de drenagem do município de Socorro.

¹ O modelo ou filosofia de planejamento e atuação utilizado até o final da década de 90, adotava o conceito de intervenção higienista para as obras de drenagem urbana, ou seja, dava-se prioridade para o rápido escoamento e afastamentos das águas pluviais. Destacam-se pela mudança ou aperfeiçoamento no trato da drenagem os documentos formulados pela ABRH (1995) e Ministério das Cidades PMSS (2005) e SNSA (2007).



1 INTRODUÇÃO

O modelo sustentável de gestão de águas pluviais adota fundamentos que orientam os novos sistemas de drenagem, entre eles que o futuro desenvolvimento não pode ocasionar o aumento da vazão de pico das condições naturais; a bacia hidrográfica deve ser planejada como um todo para controle do volume; e, as intervenções de controle e prevenção não devem resultar em transferência dos impactos para jusante.

Para se atingir estes fundamentos são primordiais a adoção combinada de medidas estruturais (convencionais e não convencionais) e medidas não estruturais.

As medidas estruturais convencionais correspondem às obras (estruturas) que visam o escoamento mais rápido das águas pluviais, ou sua retenção em grande escala e pontual. Já as medidas estruturais não convencionais constituem obras de pequeno porte dispersas na bacia que visam produzir efeitos compensatórios ou impeditivos aos aumentos do escoamento pluvial. Finalmente, as medidas não estruturais correspondem às ações que visam diminuir os danos das inundações não por meio de obra, mas por meio de normas, leis, regulamentos e ações educacionais.

Como forma de orientar o município quanto à implantação dessas medidas, este Plano apresentará o Plano de Ação que visa garantir a qualidade da prestação dos serviços em questão, tendo em vista a mitigação e prevenção das áreas críticas (inundações e alagamentos), a segurança e o bem-estar social. São objetivos deste Plano:

- Ampliar o sistema drenagem do município, proporcionando a redução/eliminação dos pontos críticos existentes de inundaçāo e a formação de novos pontos;
- Otimizar a operação do sistema de drenagem, visando uma maior eficiência do mesmo;
- Implementar ferramentas de gestão, objetivando suprir a carência de instrumentos técnicos adequados ao manejo de águas pluviais.

As ações apresentadas no Plano de Ação serão distribuídas em grupos:

- Ampliação do Sistema de Drenagem e Controle de Inundações;
- Otimização e Melhorias da Operação do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais;
- Monitoramento, previsão e alerta; e
- Promoção de Ações em Educação Ambiental

As ações apresentadas no Plano de Ação serão distribuídas em diferentes períodos de execução:

- Curto prazo (2021-2026) – 5 anos;
- Médio prazo (2026-2031) – 5 anos;
- Longo prazo (2031-2046) – 15 anos.



Como forma de embasamento será apresentado um resumo das etapas de diagnóstico e prognóstico do sistema de drenagem das águas pluviais do município.



2 SISTEMA DE DRENAGEM DO MUNICÍPIO DE SOCORRO

2.1 Caracterização Geral

A maior parcela do município de Socorro, incluindo sua área urbana, insere-se na bacia hidrográfica do rio do Peixe (UGRHI 09 - MOGI), e pequeno trecho de seu território, ao sul, insere-se na bacia do rio Camanducaia (UGRHI 05 - PCJ) – sendo esses dois rios os receptores dos principais canais de macrodrenagem do município, conforme ilustrado no **Mapa 1**.

Na bacia do rio do Peixe, parcela do município em que se insere a área urbana de Socorro (**Mapa 2**), a rede de macrodrenagem é composta pelo curso principal do rio do Peixe e seus afluentes de maior porte: pela margem esquerda os córregos dos Machados, Nogueiras e Barroção, os córregos sem denominações que escoam próximos as ruas Nagibe Jorge e Nicolau Comito; e, pela margem direita, o Ribeirão dos Cubas, e o córrego também sem denominação que cruza a rua Andrelino de Souza Pinto, próximo à rua José Franco Craveiro.

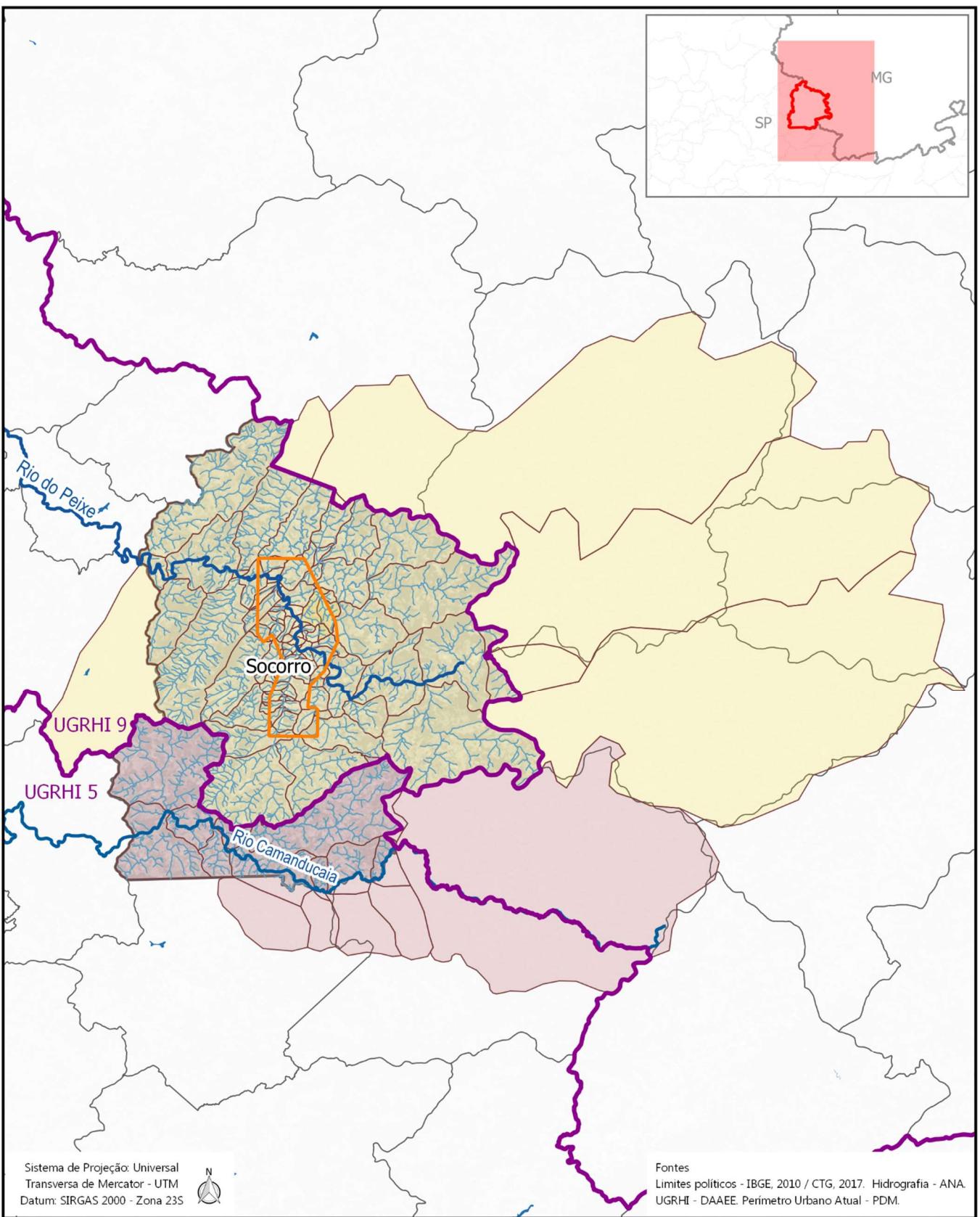
As bacias de contribuição dos córregos urbanos do município de Socorro assemelham-se quanto a geomorfologia apresentando trechos com altas declividades nas cabeceiras de drenagem, suavizando os declives ao longo de seu percurso até o deságue no rio do Peixe, porém, sem presença marcante de uma planície fluvial extensa nesse trecho. Os vales fluviais são em geral bem encaixados com margens destacadas.

Apenas os córregos dos Machados e da Estrada da Pompéia, apresentam, próximo ao exutório, trechos típicos de planície fluvial com margens baixas e declividades reduzidas.

Outra semelhança que se observa são os padrões de ocupação dessas bacias para o uso urbano, com maior intensidade nas porções próximas ao deságue no rio do Peixe, diminuindo em direção às regiões mais altas nas cabeceiras. Na maioria dessas bacias a região das cabeceiras situa-se externamente aos limites definidos para o uso urbano no município, onde são encontrados os remanescentes de vegetação nativa entremeados com pastagens e áreas cultivadas.

Exceção a esse panorama geral de ocupação das bacias é identificada na bacia do córrego dos Machados, onde a urbanização mostra um marcante avanço sobre as suas porções mais altas.

Nesse contexto da expansão urbana é relevante comentar a regulamentação de uso do solo definida pelo Plano Diretor Municipal (PDM, 2006 e 2017), que delimita a área para o uso urbano, inclusive, prevendo sua expansão futura, e regula as diferentes formas e parâmetros da ocupação admissíveis para cada tipologia ou classe de uso, conforme apresentado no **Mapa 3**.



Legenda

- Limite Estadual
- Limite Municipal
- Limite Municipal Socorro
- Perímetro Urbano Atual
- Limite UGRHI
- Hidrografia
- Principais Rios

Bacias Hidrográficas

- Rio Camanducaia
- Rio do Peixe



COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP
UNIDADE DE NEGÓCIO NORTE – DIRETORIA Metropolitana – M

Elaboração do Plano de Macrodrenagem Urbanas no
Município de Socorro – SP

Título

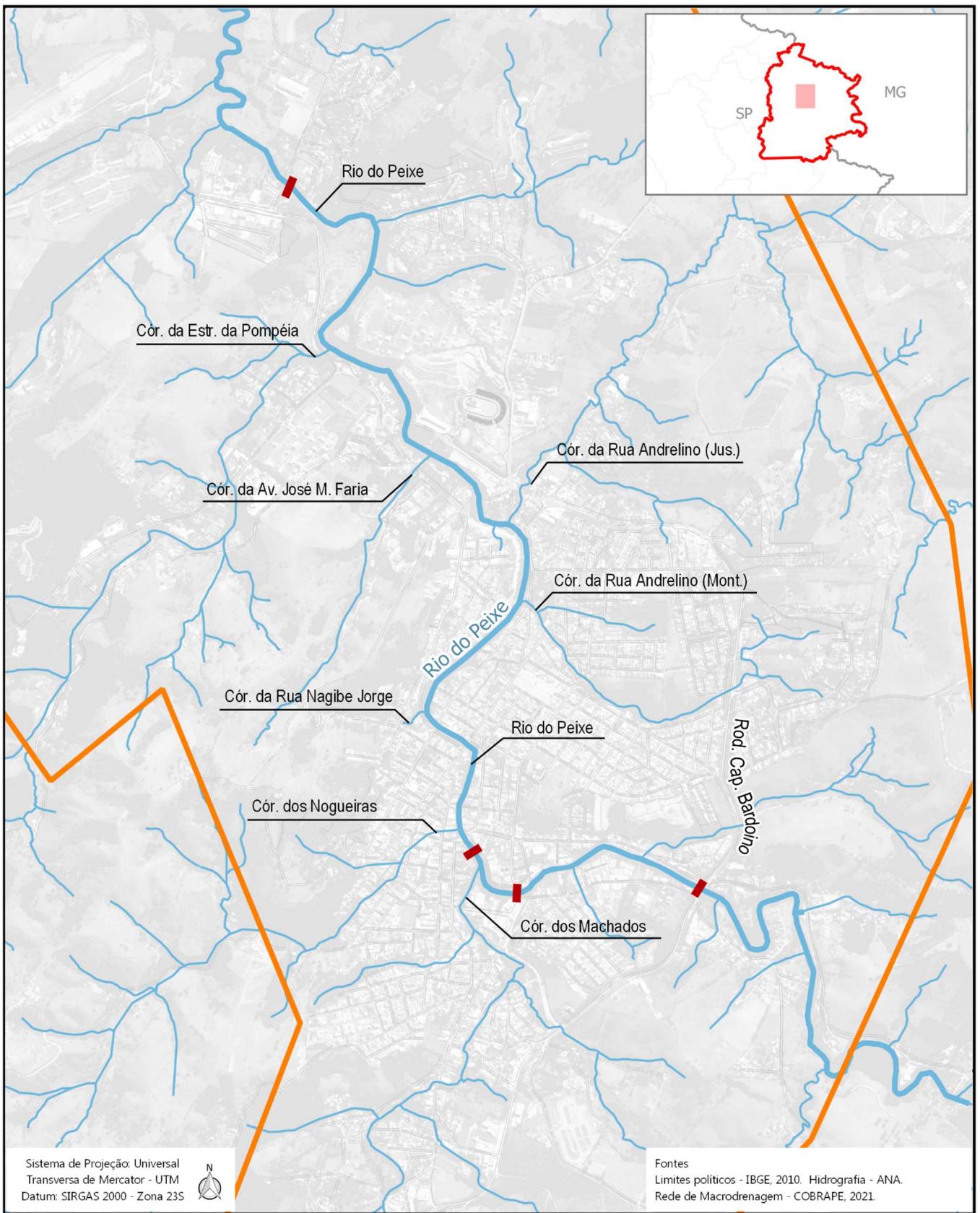
Mapa 1 - Bacias Hidrográficas do Município
de Socorro.

Versão
00

Escala Numérica
1:250000

Folha
01/01





Legenda

- Limite Estadual
- Limite Municipal Socorro
- Perímetro Urbano Atual
- Vias Perímetro Urbano
- Hidrografia
- Rede de Macrodrenagem

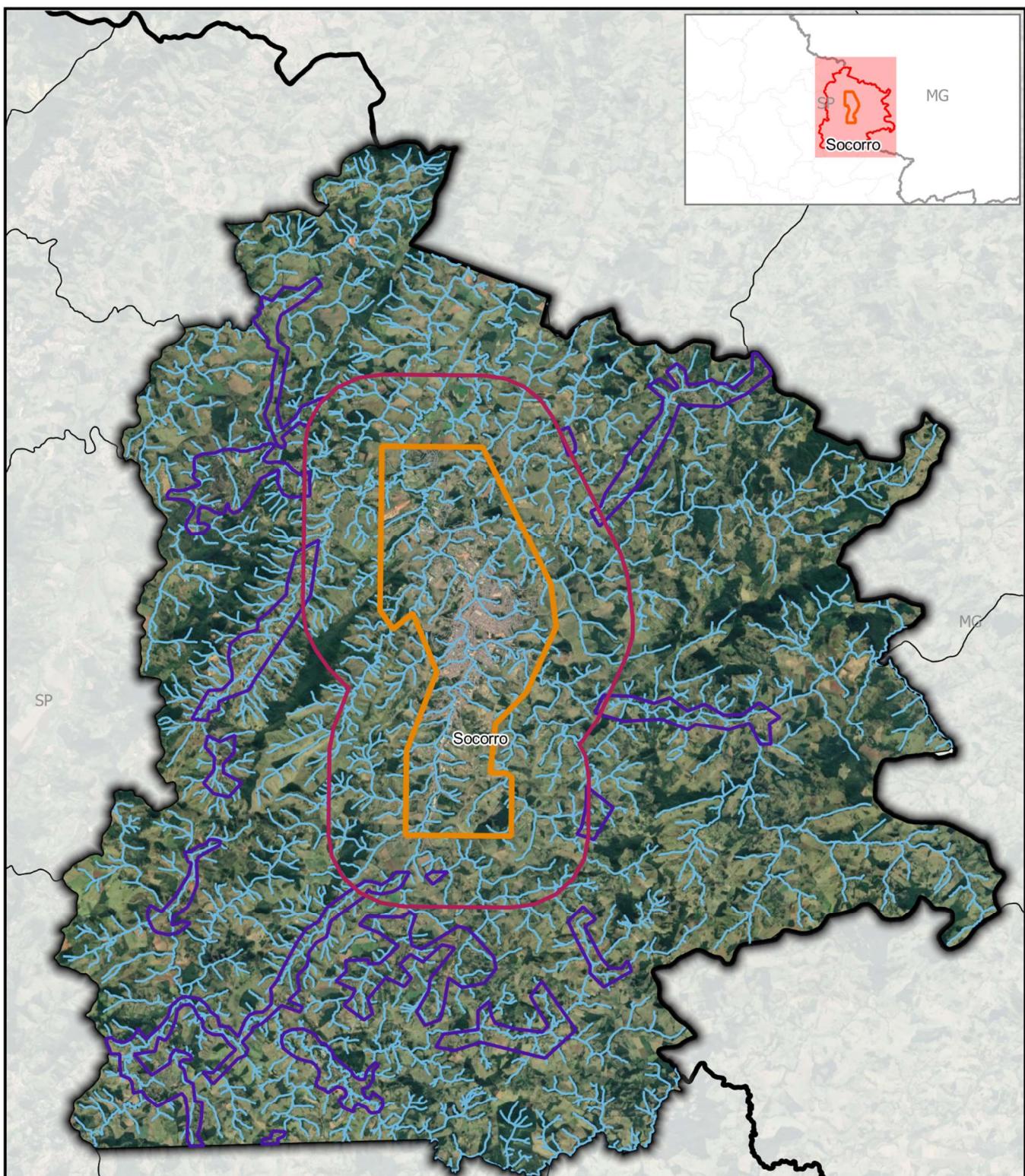


COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP
UNIDADE DE NEGÓCIO NORTE – DIRETORIA Metropolitana – M
sabesp

Elaboração do Plano de Macrodrenagem Urbanas no
Município de Socorro – SP

Título

Mapa 2 - Rede de Macrodrenagem



Sistema de Projeção: Universal
Transversa de Mercator - UTM
Datum: SIRGAS 2000 - Zona 23S



Fontes: Limites políticos - IBGE, 2010 / CTG, 2017. Hidrografia -
ANA. Perímetro Urbano Atual - PDM. Perímetro de Expansão
Urbana Atual - COBRAPE, 2020.

Legenda

- Limite Estadual
- Limite Municipal Socorro
- Perímetro Urbano Atual (PDM)
- Perímetro de Expansão Urbana Atual
- Perímetro de Expansão Urbana Atual (Complemento)
- Hidrografia
- Vias Perímetro Urbano



COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP
UNIDADE DE NEGÓCIO NORTE – DIRETORIA Metropolitana – M

Elaboração do Plano de Macrodrrenagem Urbanas no
Município de Socorro – SP

Título

Mapa 3 - Perímetro Urbano Atual e
Perímetro de Expansão Urbana



No Plano de Ações Estratégicas do PDM, o município promove a ocupação dos vazios e regiões subutilizadas, porém, compatibilizando o uso e ocupação, e o aproveitamento dos terrenos com a capacidade da infraestrutura e equipamentos, tendo em vista a salubridade, segurança da população e a qualidade do meio ambiente. Nesse sentido o PDM define a Zona de Expansão Urbana (ZEU), incorporando áreas já ocupadas, ampliando a área urbana, com incentivos a ocupações de todas as categorias de uso (residências unifamiliares e multifamiliares, comércios, serviços de âmbito local e geral, e indústrias) condicionando-se à observância de condições favoráveis para implantação.

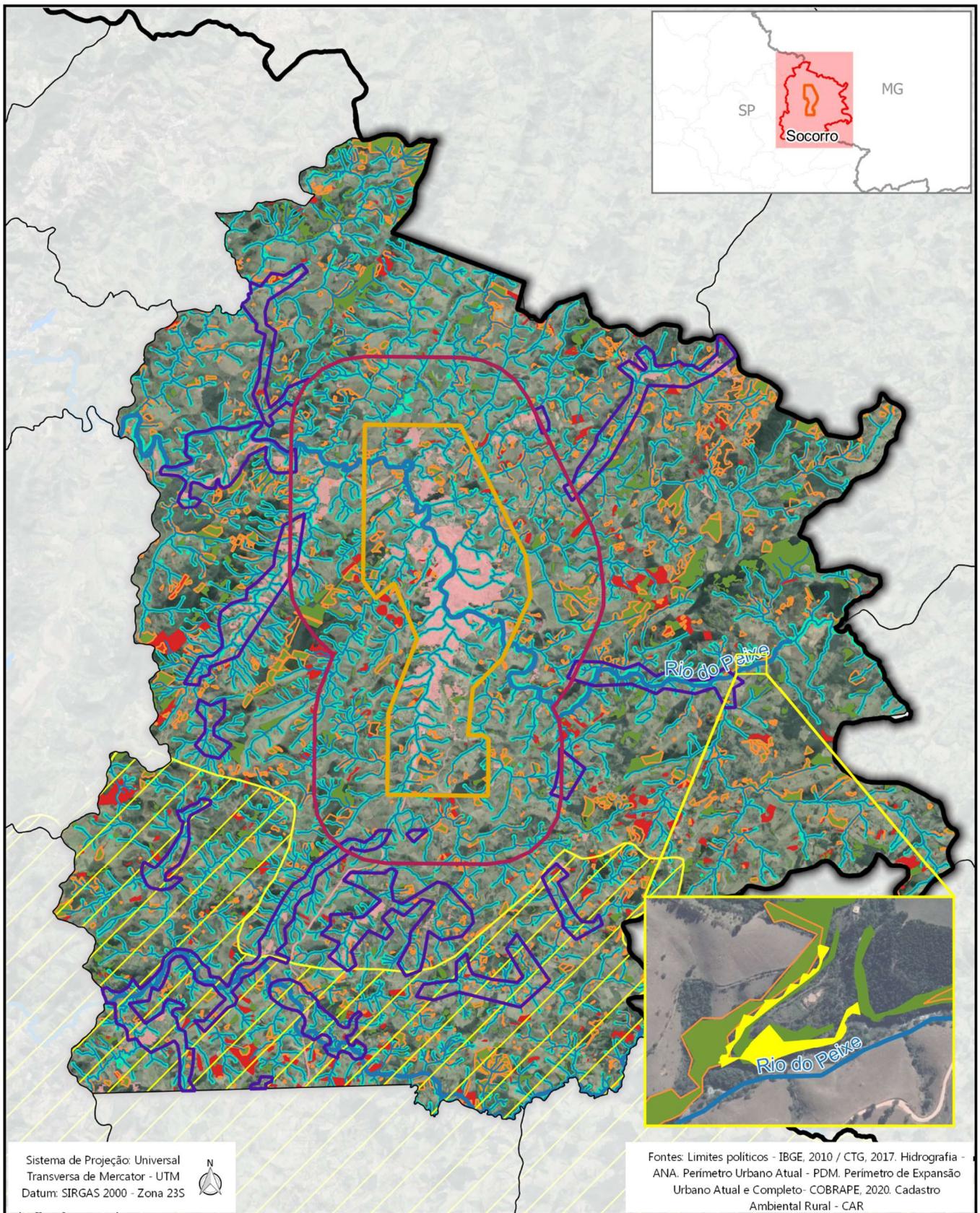
A ZEU abrange, segundo o PDM, o perímetro da Zona Urbana ampliado em 2,0 km e 16 áreas destacadas em meio ao município, as quais são objeto de regularização fundiária. Toda área não compreendida pela Zona Urbana e Zona de Expansão Urbana, corresponde à Zona Rural do município.

Com a nova conformação a Zona de Expansão Urbana ampliará em 100 km² (10.039 ha) a atual Zona Urbana que abrange apenas 3.129 hectares - define-se a ampliação da ZEU com 6.397 ha e mais 3.642 ha para a área complementar de expansão urbana. Essa conduta possibilitará um crescimento territorial da área urbana em aproximadamente 22%. O território, que antes ocupava algo em torno de 7% de todo o município (44.787 ha) passará a ocupar pouco mais de 29%.

Esse crescimento deverá ser acompanhado, segundo o PDM, de forma a conter a ocupação dentro do limite de zona de expansão, não sendo permitido, portanto, novas ocupações urbanas em meio a zonas rurais, assim como, de forma a conter ocupações sobre áreas não dotadas de infraestrutura e saneamento, topes de morros, ou em APAs. Vale destacar também, que, esse estímulo de crescimento urbano deverá ser cauteloso ao possível impacto ambiental.

Destarte a expansão prevista em área a ser ocupada pelo perímetro urbano, a população urbana residente era de 24.944 habitantes (IBGE, 2010) e segundo as estimativas para 2019 igual a 27.944 habitantes (SEADE, 2019) e estimadas em 30.367 habitantes para o ano de 2046 (PMSB, 2017).

Considerando que em 2010 toda a população estivesse inserida no perímetro urbano inicial de 3.129 ha, resultaria uma densidade habitacional de 8,0 hab./ha, enquanto, para essa mesma área, em 2019, essa taxa seria de 8,8 hab./ha. Em 2046, o acréscimo de população deve ser mais concentrado na área de expansão (6.397 ha), que definiria um setor com densidade da ordem de 0,4 hab./ha, portanto, com baixo poder de impacto sobre a infraestrutura de drenagem, desde que a ocupação ocorra controlada e em conformidade com o PDM-Anexo IV com ênfase ao disposto para a implantação de Parques Ecológicos ou Lineares ao longo dos principais corpos hídricos do município, e para o estabelecimento de faixas de proteção de 30 metros ao longo das margens de rios e córregos urbanos (**Mapa 4**).



Legenda

- Limite Estadual
- Limite Municipal Socorro
- Perímetro Urbano Atual (PDM)
- Perímetro de Expansão Urbana Atual
- Perímetro de Expansão Urbana Completo
- Mancha Urbana
- Hidrografia
- Principais Rios
- APPs
- Parque Ecológico Anauá

Informações CAR

- Reserva Legal
- Remanescente Vegetal
- Área de Uso Restrito (Declividade)



COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP
UNIDADE DE NEGÓCIO NORTE – DIRETORIA Metropolitana – M
sabesp

Elaboração do Plano de Macrodrrenagem Urbanas no
Município de Socorro – SP

Título

Mapa 4 - Área Urbana x Áreas Protegidas

Versão
00

Escala Numérica
1:120000

Folha
01/01



2.2 Caracterização do Sistema de Drenagem Existente

2.2.1 Macrodrenagem

O sistema urbano de macrodrenagem de Socorro não apresenta grandes intervenções sobre os leitos fluviais configurando um percentual inferior a 0,5% de cursos d'água canalizados abertos ou fechados (2,0 km de canais abertos e 5,0 km de canais fechados). Tampouco não dispõem de Parques Lineares e estruturas para reservação de águas pluviais (SNIS 2017).

Essas características foram constatadas e detalhadas durante os levantamentos de campo realizados para apoio ao desenvolvimento deste Plano de Diretor, conforme descrito na sequência para os principais canais de macrodrenagem listados no quadro a seguir.

Quadro 2-1 – Cursos d'Água Analisados no Plano Diretor de Macrodrenagem

Curso d'Água	Área (km ²)	Talvegue		Tempo de Concentração (h)
		Extensão (km)	Desnível (m)	
Rio do Peixe - Entrada da Cidade de Socorro	506,41	71,18	776,0	4,0
Córrego dos Machados	52,28	38,3	492	2,0
Córrego dos Nogueiras	2,72	3,72	257,3	0,5
Córrego da Rua Nagibe Jorge	0,25	0,870	173	0,5
Córrego da Rua XV de Novembro (próximo rua Nicolau Comito)	0,69	1,850	175	0,5
Córrego da Rua Andrelino S. Pinto - Montante (próximo rua José F. Craveiro)	1,33	2,02	105	1,0
Córrego da Rua Andrelino S. Pinto - Jusante (próximo rua Antonio de M. Filho)	14,81	10,32	514,5	2,0
Córrego da Estrada da Pompéia	12,60	10,05	451	2,0
Rio do Peixe - Limite de Jusante da Área Urbana do Município de Socorro	914,21	12,0	27,0	6,0

O Rio do Peixe tem suas nascentes situadas na Serra da Mantiqueira, em áreas do Estado de Minas Gerais, no município de Munhoz, e parte de seus afluentes (e nascente) no município de Senador Amaral, onde recebe o nome de rio Corrente até sua confluência com o rio Cachoeirinha, vindo de Bueno Brandão - MG. A partir da confluência, tendo vencido um desnível da ordem de 776 m e onde a área de drenagem é de 506,41 km², inicia-se o curso do rio do Peixe, já em território paulista em áreas do Município de Socorro.

A partir daí, após um percurso de mais de 12,0 km, o rio do Peixe, em um declive menor de cerca de 27,0 m, chega até o limite da área urbana de Socorro acumulando uma área de contribuição de 914,21 km². Desde as nascentes e até o limite de jusante do município de Socorro, o rio do Peixe mantém sua calha fluvial em seção sem revestimento estrutural, observando-se algumas retificações de curso e intervenções localizadas, de reconstituição e proteção de margens erodidas.

As maiores intervenções sobre a calha ocorrem nos pontos de travessias do sistema viário da área urbana de Socorro, com um total de 9 (nove) pontes existentes atualmente que cruzam o rio do Peixe (além de uma passarela de pedestres junto a Trav. B. F. Toledo). Todas as pontes possuem larguras úteis bastante próximas as dos trechos de canal a montante e jusante de cada uma delas, porém, confinando a



seção hidráulica do canal para alturas próximas as margens. Nesse contexto, são mais evidentes a diminuição da seção de escoamento para as altas lâminas d'água no canal as pontes das ruas Capitão Sobrinho; Sebastião T. Paiva; e, José Maria de Souza.

Após a última travessia viária, na ponte da rua Justino Tovazi, percorrendo por cerca de 5,0 km em um desnível de 43,0 m o rio do Peixe totaliza uma área de 1.017,59 km².

Os principais tributários do rio do Peixe inseridos na área urbana de Socorro, são brevemente descritos na sequência, de montante para jusante.



Córrego dos Machados

Totalmente inserida no município de Socorro, tem suas nascentes localizadas na face norte da serra em altitudes de cerca de 1.200 m, em trecho caracterizada como Área Rural. Com a ampliação da área urbana (Zona de Expansão Urbana) a maior parte dessa bacia estará compreendida em área urbana, ficando excluída apenas uma pequena porção nas cabeceiras.

Na alta bacia, já se configura o uso urbano com destaque para os bairros Machados e dos Camilos, que apresentam atualmente baixa densidade de habitações. Situação semelhante ocorre em seu principal afluente no trecho, com nascentes preservadas e início do trecho urbano com habitações ainda esparsas (Bairro Santa Cruz).

A partir daí até a altura da ponte da rua Voluntários da Pátria o uso urbano vai sendo progressivamente mais frequente, evoluindo o percentual de ocupação urbana a medida em se caminha para o exutório n margem esquerda do rio do Peixe.

Ao longo de todo o percurso do córrego dos Machados não são observadas alterações em sua calha decorrentes de obras estruturais anteriores. Apenas uma retificação de traçado (linearização) é visível no trecho entre as pontes das ruas Tiradentes e Cap. Joaquim de Souza Pinto, inclusive, com confinamento da calha por edificações marginais.

Merce destaque a presença de 5 (cinco) pontes executadas para travessias do sistema viário, as quais excluídas, as duas últimas da rua João Leonardelli e Av. Rebouças, seccionam as seções de escoamento dos canais de montante. São as pontes das ruas Voluntários da Pátria, Tiradentes e Cap. Joaquim de Souza Pinto.

Córrego dos Nogueiras

A bacia hidrográfica tem suas nascentes em Área Rural, com habitações muito esparsas (imagem Google Earth, jul/20). O uso urbano tem intensificação crescente em direção ao exutório no rio do Peixe, tendo como ponto de início as imediações do início da rua José Pereto.

A partir daí até cerca de 50,0 m antes da rua General Glicério, a calha fluvial apresenta seções regulares, sem obras significativas de canalização, porém, com marcante confinamento decorrentes das edificações marginais. Desse ponto até próximo ao desemboque no rio do Peixe (margem esquerda), todo a calha fluvial encontra-se alterada e confinada por edificações, quando não, com as mesmas sobrepostas ao mesmo.

Pouco antes da rua General Glicério o canal encontra-se canalizado em concreto com seção retangular estando confinado entre muros das edificações laterais. Sob a citada via, o canal transforma-se em galeria até cruzar todo o leito da rua onde volta a escoar a céu aberto até pouco antes do cruzamento das ruas Dr. Alfredo de C. Pinto e Jacira A. Ribessi. Nesse local, volta a galeria em uma extensão da ordem de 15,0m.

Após a galeria, volta-se ao canal retangular em concreto por cerca de 40,0m, embocando em uma galeria circular dupla de diâmetro 1,00m por cerca de 50,0m até cruzar a rua José Angelo Calafiore. Após a galeria o canal volta a seção retangular em concreto, também, confinado entre muros de edificações, por cerca de 35,0m, passando a escoar sob edificação, com saída detectada após a rua 13 de Maio, cerca de 140,0 m a jusante do emboque.



Córrego da Rua Nagibe Jorge

A bacia hidrográfica desse córrego sem denominação insere-se integralmente nos limites da Zona de Expansão Urbana. Suas nascentes situam-se próximo a Estrada do Cristo Redentor, com talvegue principal com traçado paralelo a rua Nagibe Jorge, identificando-se as pontes da rua Florêncio Espíridião e Av. 15 de Agosto. O desemboque no rio do Peixe ocorre cerca de 15,0 m desta última.

Ambas as travessias ocorrem em galerias (bueiros) circulares de 1,00m de diâmetro, sendo buero simples na primeira e duplo sob a Av. 15 de Agosto.

Córrego da Rua Andrelino de Souza Pinto - Montante

Deu-se essa denominação ao talvegue que cruza a referida rua próximo ao ponto de seu cruzamento com a rua José Campo Craveiro.

Toda a bacia hidrográfica está inserida na Zona de Expansão Urbana, a despeito de não apresentar habitações em sua parte mais alta (áreas a montante da rua Miguel Russo) ainda com feições rurais (conforme imagem do Google Earth, jul/20). A porção média-alta da bacia mostra atualmente um padrão médio de densidade de edificações, passando a ocupação densa nos trechos médio e baixo.

Os talvezes encontram-se preservados (sem intervenções estruturais), havendo somente as estruturas de travessias do sistema viário, representadas pelo buero da Rodovia Pompeu Conti, a galeria / buero da rua Vicente Dana e a ponte da rua Andrelino Souza Pinto.

Ribeirão dos Cubas (Córrego da Rua Andrelino de Souza Pinto – Jusante)

Deu-se essa denominação ao talvegue que cruza a referida rua no trecho entre as ruas Antonio Marco Filho e Atilio Moreira de Souza.

Praticamente toda a bacia hidrográfica está inserida na Zona de Expansão Urbana, excetuando-se a drenagem de pequenos talvezes de cabeceiras, próximos aos limites divisores.

A ocupação urbana ainda é esparsa na bacia, porém, bastante favorável ao adensamento face a existência do vetor de expansão representado pela Rodovia José Vicente Lomônico, cruzando perimetralmente a bacia e quase às margens do talvegue principal.

O principal curso d'água encontra-se preservado em toda a sua extensão, apresentando apenas as estruturas viárias de travessias da Rodovia Pompeu Conti e rua Andrelino de Souza Pinto. A primeira é constituída por um buero retangular em concreto e, a segunda, uma ponte e canal retangular sob a mesma.

Córrego da Rua 15 de Agosto

Deu-se essa denominação ao talvegue que cruza a referida rua no trecho entre as a Av. José Mario de Faria (lateral ao prédio da Prefeitura) e rua Nicolau Comito.

Toda a área de contribuição está inserida no perímetro da Zona de Expansão Urbana - Área Predominante de Uso Residencial, com raras ocupações presentes (imagem Google Earth, jul/20), porém, com vestígios de grandes glebas terraplenadas, indícios de urbanização em fase inicial.



O talvegue principal encontra-se preservado, com interferência pontual representada pelo bueiro circular (Φ 1,00m) da Av. 15 de Agosto.

Córrego do Barroção (Córrego da Estrada Municipal da Pompéia)

A Estrada Municipal da Pompéia tem seu traçado acompanhando o desenvolvimento longitudinal do leito fluvial principal do córrego do Barroção.

Toda a área de contribuição está inserida no perímetro da Zona de Expansão Urbana - Área Predominante de Uso Residencial, com ocupações esparsas presentes na parte baixa da bacia e ao longo dos eixos viários da Estrada Municipal da Pompéia e da rua Nicolau Comito (imagem Google Earth, jul/20).

Os talvegues principais estão mais preservados nos trechos da média e alta bacia, com retificações de margens e interferências estruturais realizadas no curso inferior, em trecho a montante e jusante da ponte da rua João Ramalho. Além dessas intervenções estão presentes as travessias viárias da Estrada da Pompéia, das ruas Antônio da Silva Oliveira e João Ramalho e, já próximo a foz no rio do Peixe, da ponte da Av. 15 de Agosto. Sob as pontes o córrego encontra-se canalizado com paredes verticais em concreto ou gabião.

2.2.2 Microdrenagem

No que diz respeito ao sistema de microdrenagem, responsável pela captação das águas de escoamento superficial e seu encaminhamento ao sistema de macrodrenagem, verificou-se que a Prefeitura Municipal de Socorro não dispõem de cadastro atualizado da rede (SNIS, 2017)², mas em inspeções de campo observa-se que o município é dotado de estruturas de microdrenagem constituídas por dispositivos de captações de águas pluviais em vias públicas (meio-fio, sarjetas e bocas de lobo) e de sistemas de galerias para condução e afastamento das águas coletadas (poços de visita e tubulações específicas).

² O Diagnóstico de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) evidencia a ausência de cadastro técnico de obras lineares e de projeto básico, executivo ou "as built" de unidades operacionais de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas no município.



2.3 Diagnóstico e Prognóstico

O diagnóstico apresenta o comportamento de cada bacia hidrográfica avaliando o comportamento das calhas fluviais frente a vazões de cheias geradas em suas áreas de contribuição, nas condições atuais de uso e ocupação do solo e impermeabilizações correspondentes. Fornece um painel das áreas que apresentam algum tipo de deficiência para o pleno escoamento pluvial, portanto, que devem ser objeto de maior atenção no prognóstico e estudo de soluções corretivas para o sistema de drenagem.

Já, no prognóstico o uso do solo é evoluído segundo uma tendência do adensamento urbano nas áreas de contribuição, em conformidade com as projeções para a população futura, estimando-se os acréscimos de áreas impermeabilizadas e, por consequência, os aumentos nos escoamentos pluviais. O aumento previsto para a população é distribuído uniformemente entre as bacias de drenagem, porém, seguindo as diretrizes e restrições estabelecidas no Plano Diretor Urbano (PDM, 2006 e 2017).

As avaliações contempladas no prognóstico focam o comportamento das bacias frente às cheias estimadas em horizontes futuros, para duas condições. A primeira, em que se considera a não realização de nenhuma intervenção, de melhorias ou ampliações hidráulicas e, para uma intervenção ou um conjunto delas, propostas com o intuito de corrigir ou evitar riscos futuros.

A consecução das etapas de diagnóstico e prognóstico do sistema hidráulico existente e da avaliação de eficiência de obras ou medidas de controle do escoamento pluvial, esteve apoiada na aplicação de modelos matemáticos de simulação hidrológica (HEC-HMS) e hidráulica-hidrodinâmica (HEC-RAS), que requerem insumos e informações básicas, sendo principais:

- Obtenção de Parâmetros Hidrológicos das Bacias. Corresponde a determinação de parâmetros físicos das áreas de contribuição (áreas das sub-bacias, extensão de talvegues, declividades do árvoe principal etc.) e das tipologias e frações das áreas cobertas com diferentes padrões do uso e ocupação do solo e da geologia e solos da região.
- Caracterização Geométrica das Calhas Fluviais. Realização de serviços de levantamentos topográficos de seções transversais e de cadastro de singularidades existentes (bueiros, canais, pontes etc.).
- Definição da Precipitação de Projeto. Determinação das intensidades e alturas máximas de precipitação, estimadas para diferentes frequências ou riscos de ocorrência. Foi empregada a equação i-d-f, intensidade, duração e frequência de chuvas intensas, disponível para a localidade de Mogi Guaçu (DAEE, 1999).
- Elaboração de Simulações Hidrológicas. Aplicação de modelação hidrológica para a determinação de hidrogramas de cheias, com diferentes níveis de probabilidades de ocorrência ou período de retorno (TR, anos), em seções de interesse da bacia e do curso d'água principal.



- Elaboração de Simulações Hidráulicas. Aplicação de modelação hidrodinâmica avaliando a performance dos sistemas de drenagem (existente ou ampliado) para o trânsito das vazões de cheias estimadas.

Detalhamentos dessas fases do estudo podem ser consultados no **Relatório RP2 – Definição de Critérios e Parâmetros de Projeto e no RP4 – Proposição de Alternativas de Solução** e no **Relatório RP3 - Levantamentos Topográficos Complementares**

2.3.1 Estudos Anteriores de Drenagem Urbana

O planejamento urbano municipal, no que tange à drenagem, é apoiado também no Plano Municipal de Saneamento Básico, instrumento legal estabelecido pela Política Nacional de Saneamento Básico – PNSB (Lei nº 11.445/2007), que determina, em seu Art. 3º, que “*saneamento básico*” é o conjunto de serviços, infraestrutura e instalações operacionais de: a) *abastecimento de água potável*; b) *esgotamento sanitário*; c) *limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos*, e; d) *drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas*.

Assim, de acordo com a regulamentação, o Plano Municipal de Saneamento Básico também é considerado um Plano Diretor, que incorpora diretrizes de drenagem urbana, além dos demais eixos do saneamento especificados anteriormente.

O primeiro Plano de Saneamento Básico do Município de Socorro foi concluído em março de 2015 (PMSB, 2015), posteriormente complementado (PMSB, 2017).

No tocante a drenagem urbana, ambos os Planos apresentam uma breve caracterização do sistema existente, englobando a micro e a macrodrenagem, complementada com um diagnóstico, para identificação de pontos críticos através da comparação entre a vazão máxima afluente estimada com a capacidade hidráulica de escoamento em pontos selecionados de seus cursos d’água. Na primeira versão do Plano (2015) foram observados 4 pontos críticos, cujas capacidades e vazão máxima são apresentadas na **Tabela** a seguir.

Tabela 2-1 – Diagnóstico dos Pontos Críticos

Ponto Crítico	Capacidade (m ³ /s)	Vazão Máxima (m ³ /s)
Próximo à Rodovia Pedro Astenori Marigliani	10,0	82,3
Rua Capitão Roque de Oliveira	9,9	11,5
Rua Edwiges Fontana Coelho	146,8	364,1
Avenida Irmãos Picarelli	146,8	364,1

Notas:

Fonte: PMSB Socorro (2015)

Rodovia Pedro Astenori Marigliani, neste documento sempre referida como Rodovia Capitão Bardoíno. Ponto citado pertencente a bacia do Córrego dos Machados, trecho superior, jusante da Av. Brasil.

Rua Capitão Roque de Oliveira. Via marginal ao córrego dos Nogueiras, no trecho a montante da ponte da rua General Glicério.

Rua Edwiges Fontana Coelho. Via marginal ao rio do Peixe, entre as pontes das ruas Coronel Germano e José Batista P. Araújo. Área de influência direta do rio do Peixe.

Avenida Irmãos Picareli. Via marginal ao rio do Peixe a jusante da ponte de mesmo nome. Área de influência direta do rio do Peixe.

Vazões máximas recalculadas no presente estudo para diferentes probabilidades ou riscos de ocorrência.

Já o PMSB de 2017 apresenta um diagnóstico um pouco mais detalhado quando comparado com o anterior. O documento também destaca, sucintamente, aspectos dos sistemas de micro e macrodrenagem existentes. No item relativo a macrodrenagem tem destaque o mapeamento da mancha de inundação ao longo do Ribeirão dos Machados mostrado no **Mapa 5** a seguir.



Além da constatação mostrada na figura, o documento destaca as pontes da rua Tiradentes e o trecho próximo a foz, como sendo os mais críticos em termos de riscos de inundação.

Finalmente, cabe mencionar os locais críticos mencionados pelos técnicos da Prefeitura, consultados durante o desenvolvimento dos trabalhos. Além daqueles já identificados nos planos, foram apontados os pontos: rua Nagibe Jorge, em toda sua extensão; córrego da rua Andrelino de Souza Pinto - montante, em toda a extensão a jusante da rua das Acáias; córrego dos Nogueiras em todo o trecho a jusante da rua José A. Calafiore; e, córrego dos Machados, todo o trecho após a ponte da rua Tiradentes.

Diagnóstico Hidrológico-Hidráulico

Por meio dos resultados gerados nas simulações hidrológicas e hidráulicas foi possível identificar os pontos e trechos de insuficiência hidráulica de cada bacia hidrográfica.

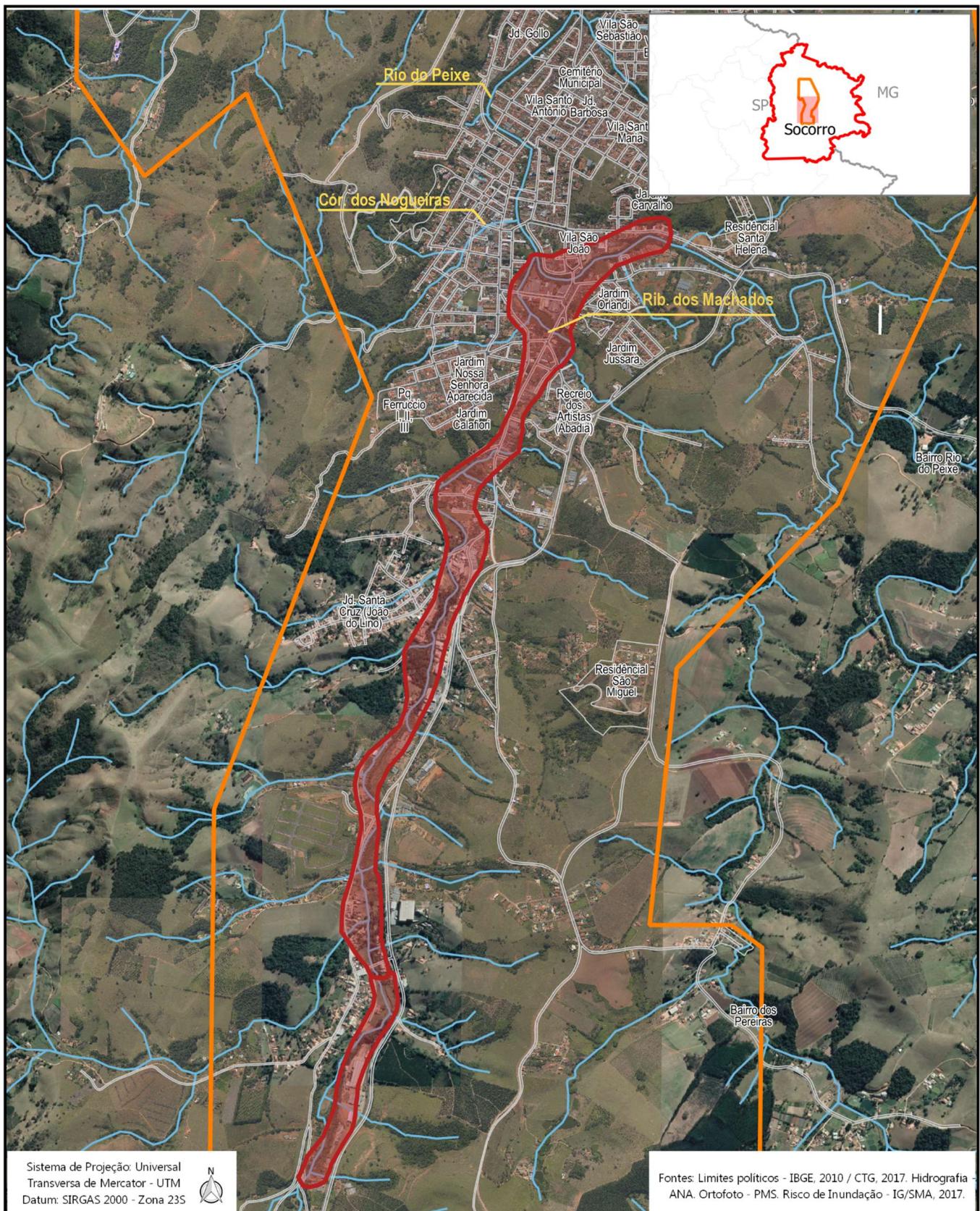
O **Mapa 6** apresenta as áreas e trechos potencialmente suscetíveis aos extravasamentos ao longo da rede de macrodrenagem, por meio do estudo de diagnóstico.

Os pontos e/ou trechos suscetíveis são identificados segundo graus ou riscos probabilísticos, sendo:

- Alto risco: para trechos onde o potencial de ocorrência das inundações esteja associado a vazões com período de retorno inferiores a 5 anos;
- Médio risco: para trechos onde o potencial de ocorrência das inundações esteja associado a vazões com períodos de retorno iguais ou inferiores a 10 anos;
- Baixo risco: para trechos onde o potencial de ocorrência das inundações esteja associado a vazões com períodos de retorno superiores a 10 anos.

Vale lembrar que a situação de risco apresentada no mapa reflete a situação atual da rede de macrodrenagem que deve perdurar até que as intervenções propostas pelo Plano Diretor de Drenagem eliminem esses pontos críticos.

Os perfis hidráulicos resultantes das simulações hidráulicas estão apresentados no **Relatório RP4 – Proposições de Alternativas de Solução**, que incorporam, também, as avaliações e comentários dos resultados e as propostas necessárias para as soluções dos problemas detectados. Os quadros a seguir apresentam breves resumos dos principais locais e problemas detectados.



Legenda

- Perímetro Urbano Atual
- Limite Municipal Socorro
- Limite Estadual
- Vias Perímetro Urbano
- Hidrografia

IG/SMA, 2017

- Risco Alto de Inundação

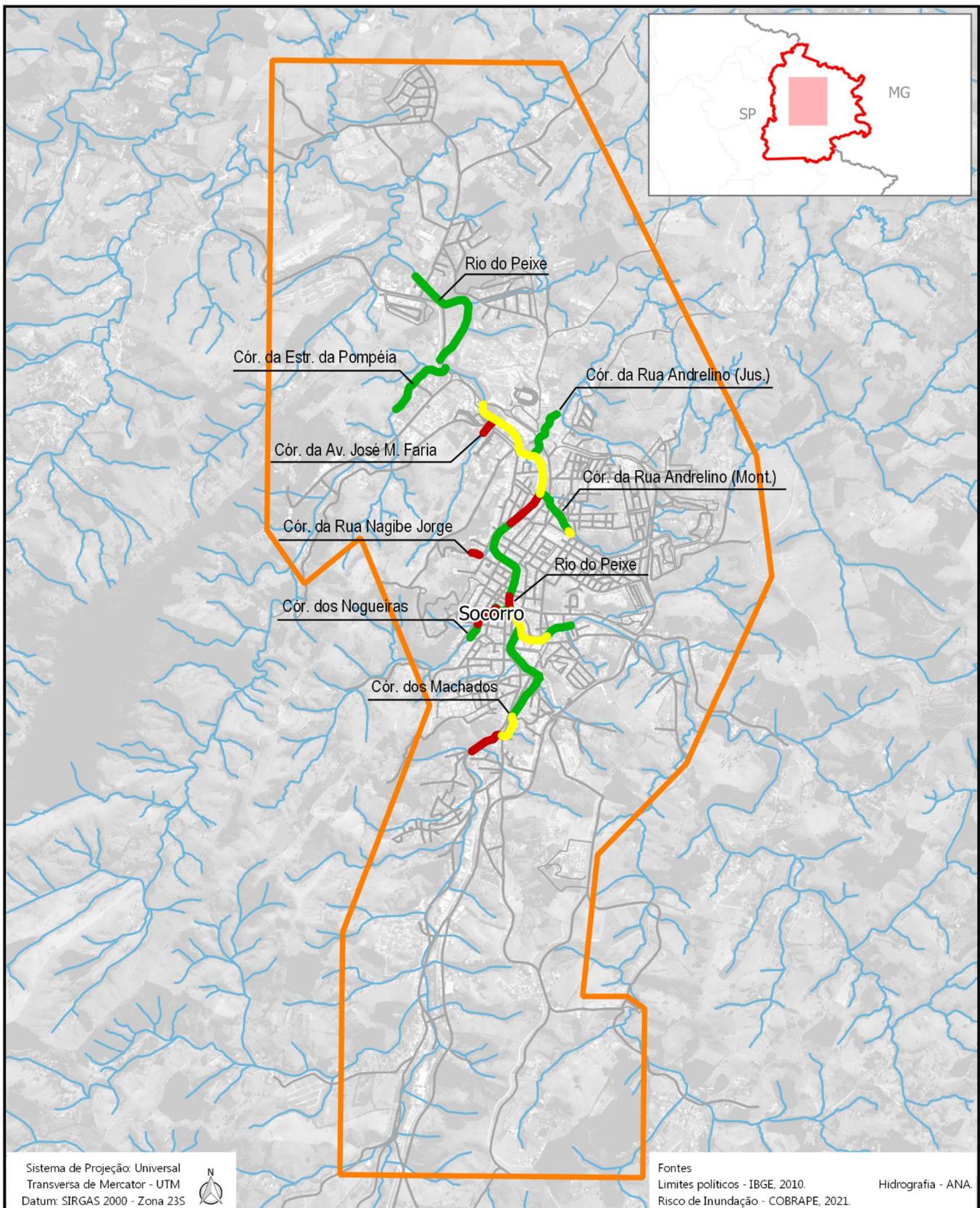


COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP
 UNIDADE DE NEGÓCIO NORTE – DIRETORIA Metropolitana – M

Elaboração do Plano de Macrodrrenagem Urbanas no
 Município de Socorro – SP

Título

Mapa 5 - Mancha de Inundação do Ribeirão
 dos Machados



Legenda

- Perímetro Urbano Atual
- Vias Perímetro Urbano
- Hidrografia
- Limite Municipal Socorro
- Limite Estadual

Níveis de Risco de Inundação

- Risco Alto
- Risco Médio
- Risco Baixo



COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP
 UNIDADE DE NEGÓCIO NORTE – DIRETORIA Metropolitana – M

Elaboração do Plano de Macrodrrenagem Urbanas no
 Município de Socorro – SP

Título

Mapa 6 - Áreas de Risco de Inundações

Versão
00

Escala Numérica
1:40000

Folha
01/01



Quadro 2-2 – Síntese do Diagnóstico - Rio do Peixe - Trecho Urbano

Local	Diagnóstico	Risco Atingido TR(anos)					
		2	5	10	25	50	100
Ponte da rua Sebastião T. Paiva	A ponte da rua Sebastião T. Paiva começa a ter capacidade superada para cheias superiores a TR 10 anos.		X	X	X	X	
Ponte da Av. Irmãos Picarelli	A ponte da Av. Irmãos Picarelli começam a restringir o fluxo hídrico a partir de cheias com TR 50 anos.					X	X
Trechos a montante das pontes existentes	A calha do rio do Peixe tem alguns pontos / trechos localizados de extravasamentos devidos as reduções de seções de escoamento sob as pontes. Excluídas as 2 pontes comentadas, há uma sobrelevação do nível d'água no emboque, porém, sem causar grandes interferências para o escoamento.						

Notas: X : Superação da capacidade hidráulica

≈ : Superação da capacidade vinculada a melhorias / ampliações de montante

Quadro 2-3 – Síntese do Diagnóstico – Ribeirão dos Machados

Local	Diagnóstico	Risco Atingido TR(anos)					
		2	5	10	25	50	100
Canal a montante da ponte da rua Voluntários da Pátria	Seção hidráulica insuficiente para cheias com TR menor que 5 anos, causando extravasamentos locais.		X	X	X	X	X
Ponte da rua Voluntários da Pátria	Seção hidráulica insuficiente sob a ponte para cheias com TR menor que 5 anos, causando extravasamentos locais. A elevação dos níveis d'água na seção da ponte maximiza os extravasamentos da calha a montante.		X	X	X	X	X
Canal entre as pontes das ruas Vol. da Pátria e Tiradentes	Seção hidráulica insuficiente para cheias com TR maior que 5 anos. Os extravasamentos no trecho só ocorrem para cheias mais extremas na atualidade, devido ao alívio de aperto de vazões pelo extravasamento ocorrente na ponte a montante (rua V. da Pátria).			X	X	X	X
Ponte da rua Tiradentes	Seção hidráulica insuficiente sob a ponte para cheias com TR maior que 10 anos. A elevação dos níveis d'água na seção da ponte remansa parte do trecho mais próximo a montante (cerca de 200m).				X	X	X
Ponte da rua Joaquim de Souza Pinto	Seção hidráulica insuficiente sob a ponte para cheias com TR maior que 10 anos. A elevação dos níveis d'água na seção da ponte remansa parte do trecho mais próximo a montante (cerca de 200m).				X	X	X

Notas: X : Superação da capacidade hidráulica

≈ : Superação da capacidade vinculada a melhorias / ampliações de montante

Quadro 2-4 – Síntese do Diagnóstico – Córrego dos Nogueiras

Local	Diagnóstico	Risco Atingido TR(anos)					
		2	5	10	25	50	100
Bueiro da rua José Angelo Calafiore	Bueiro duplo ($\Phi 1,00m$) existente é insuficiente para escoar cheias anuais (galgamento a partir de TR 2 anos). Lâminas d'água de até 3,50m no emboque para cheias mais severas.	X	X	X	X	X	X
Trecho entre o bueiro da rua José A. Calafiore e a rua General Glicério	Canal confinado com níveis d'água sob influência de remanso provocado pelos níveis d'água no emboque do bueiro a jusante. Nessa situação há extravasamento pelo leito da rua General Glicério. Dimensões do canal com capacidade suficiente para escoamento livre (sem remanso).		X	X	X	X	X
Trecho a montante da rua General Glicério	Canal com capacidade de escoamento para cheias com TR até 100 anos. Escoamento com altas lâminas d'água em canal com traçado irregular.						

Notas: X : Superação da capacidade hidráulica

≈ : Superação da capacidade vinculada a melhorias / ampliações de montante

Quadro 2-5 – Síntese do Diagnóstico – Córrego da Rua Nagibe Jorge

Local	Diagnóstico	Risco Atingido TR(anos)					
		2	5	10	25	50	100
Rua Florêncio Espíridão	Bueiro existente com capacidade insuficiente. Galgamentos para cheias a partir de TR 5 anos. Canal natural no trecho a montante sob influência de remanso gerado nesse local..		X	X	X	X	X
Galeria existente sob a Av. 15 de Agosto	Galeria confinada sob edificações (2x $\Phi 1,50m$). Desenvolvimento longitudinal assumido, mostrando insuficiência para cheias com TR menores que 5 anos com remanso em todo o trecho a montante.		X	X	X	X	X

Notas: X : Superação da capacidade hidráulica

≈ : Superação da capacidade vinculada a melhorias / ampliações de montante

Quadro 2-6 – Síntese do Diagnóstico – Córrego da Rua Andrelino Souza Pinto - Montante

Local	Diagnóstico	Risco Atingido TR(anos)					
		2	5	10	25	50	100
Bueiro da rua Valentin C. Tafner	Galgamento do bueiro com escoamento pelo leito da via Vicente Dana para cheias a partir de TR 10 anos. Canal de aproximação com traçado e margens irregulares.			X	X	X	X
Bueiro da rua Vicente Dana	Capacidade para escoamento de cheias com TR de até 100 anos para a configuração atual. Capacidade diminuída para TR 25 anos com ampliação do bueiro da rua Valentin Tafner. Canal a montante com traçado e margens irregulares.				≈	≈	≈
Ponte da rua Andrelino Souza Pinto	Capacidade suficiente para escoamento de cheias de até TR 100 anos. Canal de aproximação com traçado e margens irregulares.						

Notas: X : Superação da capacidade hidráulica

≈ : Superação da capacidade vinculada a melhorias / ampliações de montante

Quadro 2-7 – Síntese do Diagnóstico – Córrego da Rua Andrelino Souza Pinto - Jusante

Local	Diagnóstico	Risco Atingido TR(anos)					
		2	5	10	25	50	100
Bueiro da Rodovia Pompeu Conti	O bueiro tem capacidade para o escoamento de cheias com TR de até 50 anos sem galgamento pelo leito da rodovia. No entanto, o escoamento de cheias com TR maiores que 25 anos, ocorre com altas lâminas d'água no canal a montante que podem alcançar edificações lindeiras existentes.						X
Ponte da rua Andrelino de Souza Pinto	O bueiro existente tem capacidade para escoar cheias com TR iguais ou inferiores a 10 anos. Essa capacidade pode ser diminuída, na hipótese de ampliação do bueiro de montante (Rodovia Pompeu Conti).				X	X	X

Notas: X : Superação da capacidade hidráulica

≈ : Superação da capacidade vinculada a melhorias / ampliações de montante

Quadro 2-8 – Síntese do Diagnóstico – Córrego da Av. José Maria de Faria (Prefeitura)

Local	Diagnóstico	Risco Atingido TR(anos)					
		2	5	10	25	50	100
Bueiro sob a Av. 15 de Agosto	O bueiro tem capacidade limitada a cheias com TR igual a 2 anos. A partir destas pode haver galgamentos pelo leito da Avenida, com extravasamentos da calha a montante devidos as elevações do nível d'água no emboque do bueiro.		X	X	X	X	X
Talvegue ao longo da Av. José Maria de Faria	O leito elevado do canal existente provoca altos níveis d'água durante o escoamento pluvial de chuvas de grande intensidade, com extravasamentos para o leito da via marginal. As altas lâminas d'água também contribuem para diminuir a capacidade de vazão do bueiro da Av. 15 de Agosto.		X	X	X	X	X

Notas: X : Superação da capacidade hidráulica

≈ : Superação da capacidade vinculada a melhorias / ampliações de montante

Quadro 2-9 – Síntese do Diagnóstico – Córrego da Estrada Municipal da Pompéia – Córrego Barroção

Local	Diagnóstico	Risco Atingido TR(anos)					
		2	5	10	25	50	100
Trecho de canal entre as pontes da Estrada da Pompéia e rua s/n (próximo a Recreat)	Canal natural com seção e traçados irregulares, causando elevados níveis d'água durante o escoamento decorrente de chuvas de grande magnitude. Sem interferências marginais dada a inexistência de ocupações lindereiras.						
Ponte da rua s/n	Capacidade limitada para o escoamento de vazões de até TR 25 anos. Tem sua capacidade afetada, não sendo fator principal, pelos altos níveis d'água do canal de montante.					X	X
Trecho de canal a montante da rua João Ramalho	O escoamento no canal existente para altas vazões, ocorre com altas lâmias d'água que podem afetar a capacidade de escoamento na ponte.						
Ponte da rua João Ramalho	Na situação atual a ponte tem capacidade de escoamento de vazões de cheias com TR até 50 anos, porém, devido a atenuação das vazões decorrentes da retenção ocorrente na ponte de montante. Sem a restrição de montante, a capacidade cai para abaixo de TR 25 anos.				≈	≈	X
Jusante da ponte da rua João Ramalho até a ponte da Av. 15 de Agosto, inclusive	O escoamento em todo o trecho ocorre sem interferências para cheias de até TR 100 anos. Essa condição permanece válida até que outras intervenções estruturais sejam realizadas a montante. Reduzindo sua capacidade para TR 50 anos.				≈	≈	

Notas: X : Superação da capacidade hidráulica

≈ : Superação da capacidade vinculada a melhorias / ampliações de montante



3 PLANO DE AÇÃO

Conforme os levantamentos realizados no município, a drenagem urbana e o manejo de águas pluviais apresentam pontos de fragilidade. As ações aqui apresentadas foram propostas a fim de promover uma melhoria contínua dessa estrutura, através de medidas de curto, médio e longo prazo.

A partir dos estudos das Alternativas Propostas para o sistema de drenagem no *Relatório RP-5*, em anexo, segue-se para a elaboração de anteprojetos, esta etapa também apresentada no *Relatório RP-5*, que apresentou o detalhamento das ações em planta geral e plantas detalhadas, bem como quantitativos e orçamentos.

O Plano de ação é o conjunto de todas as medidas propostas para o sistema de drenagem do município de Socorro, foram propostas medidas classificadas em grupos:

- Implantação de elementos de macrodrenagem;
- Planejamento;
- Gestão;
- Técnico; e
- Planejamento e Gestão.

As ações referentes à implantação de elementos de macrodrenagem representam as ações estruturais, apresentadas com maiores detalhes no RP5 – Cotejo das Alternativas Propostas e Seleção da Opção a Adotar. As demais ações são de natureza não estruturais, apresentadas no RP4- Proposições de Alternativas de Solução.

A tabela a seguir apresenta o resumo das ações estruturais e não-estruturais propostas para o município de Socorro distribuídos no horizonte de planejamento.

Tabela 3-1 – Resumo do Plano de Ação

Plano de Ações	Proposta de execução - Prazos			Custos
	Curto	Médio	Longo	
Competência do município de Socorro				
Implantação de elementos de macrodrenagem				
• Contratação de projetos básicos, executivos e gerenciamento das obras	38%	18%	44%	R\$ 6,592,676.06
• Implantação das obras	38%	18%	44%	R\$ 37,358,497.65
Sub-Total				R\$ 43,951,173.70
Planejamento				
• Atualização do "Plano Municipal de Contingência - Inundações e Deslizamentos"	100%			Não se aplica
Gestão				
• Ampliação das ações de fiscalização e educação ambiental	100%			R\$ 100,000.00
• Apresentação do Plano Diretor de Macrodrenagem	100%			Não se aplica
• Disciplinamento do processo de ocupação do solo da ZEU - Zona de Expansão Urbana	100%			Não se aplica
• Implementação de um Sistema de Comunicação de Alertas de Riscos ou de Emergências do Município	100%			R\$ 300,000.00
• Criação de sistema de sinalização	100%			R\$ 80,000.00
• Institucionalização do zoneamento das manchas de inundações		100%		Não se aplica
• Atualização de Estudo Técnico, Econômico e Socioambiental para a sustentabilidade financeira e operacional			100%	R\$ 300,000.00
Sub-Total				R\$ 780,000.00
Técnico				
• Elaboração de um "Manual de Drenagem"	100%			R\$ 100,000.00
• Análise e Formalização (aprovação e averbação) das reservas legais		100%		Não se aplica
• Estudos técnicos para a criação de incentivos à implantação de empreendimentos e construções sustentáveis		100%		R\$ 800,000.00
Sub-Total				R\$ 900,000.00
Planejamento e Gestão				
• Integração do Plano Diretor de Macrodrenagem de Socorro ao Plano de Bacia			100%	Não se aplica
Sub-Total				-
CUSTO TOTAL				R\$ 45,631,173.70

Tabela 3-2 – Resumo do Custos por Prazos

	Município
Custos Prazo Curto (2021-2026)	R\$ 17.201.446,01
Custos Prazo Médio (2026-2031)	R\$ 8.791.211,27
Custos Prazo Longo (2031-2045)	R\$ 19.638.516,43



4 ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO

Diante das ações propostas para o município foi realizada uma análise de benefício-custo, o detalhamento deste estudo é apresentado no *Relatório RP5*, em anexo.

A análise Benefício-Custo tem seus fundamentos na economia do bem-estar e é um método multicriterial. O método utilizado foi o dos custos evitados, amplamente utilizado para avaliar projetos dessa natureza, que considera que os benefícios são equivalentes aos danos evitados pela execução das medidas de controle.

As incertezas associadas a eventos hidrológicos, presentes nos projetos de drenagem urbana podem ser quantificadas em termos da distribuição de probabilidade e dos benefícios associados. Em termos estatísticos o impacto econômico esperado dos benefícios para população afetada foi estimado pela expressão:

$$\text{Bespt}_i = \text{DETt}_i * p_i$$

Onde:

DETt_i = danos evitados totais no ano t_i

p_i = probabilidade de ocorrência da enchente no ano t_i

Bespt_i = benefício esperado para o projeto no ano t_i

Os principais prejuízos provocados por uma inundação ou alagamento analisados no estudo são:

- Prejuízos à propriedade residencial;
- Prejuízo à propriedade comercial e industrial;
- Prejuízo à veículos segmento automóvel;
- Prejuízo à veículos demais segmentos;
- Custo de congestionamento;
- Custo do PIB pela interrupção de sua cadeia de valor; e
- Prejuízo às áreas públicas.

Já o custo das intervenções estruturais é calculado considerando 3 variáveis: i) investimento em medidas estruturais; ii) custos diretos (custos de manutenção); iii) custos indiretos (custa da implantação das ações não estruturais).

A Análise Benefício-Custo foi feita para dois períodos diferentes, para o horizonte de projeto (25 anos), e para o tempo de vida útil das obras que foi considerado igual a 30 anos. Todo o detalhamento é apresentado no Relatório Rp-05, em anexo.

Através dos critérios definidos são avaliados os seguintes indicadores:

- VPL - Valor Presente dos Fluxos de Custo e dos Benefícios: O Valor Presente Líquido (VPL) é uma fórmula matemática-financeira utilizada para calcular o valor presente de uma série de pagamentos futuros descontando uma taxa de custo de capital estipulada (taxa de desconto).

- **TIR – Taxa Interna de Retorno:** é a taxa necessária para igualar o valor de um investimento (valor presente) com os seus respectivos retornos futuros ou saldos de caixa gerados em cada período. Sendo usada em análise de investimentos, significa a taxa de retorno de um projeto. ;
- **Indicador Benefício-Custo:** para determinar qual a ação que gera maior benefício é preciso dividir o Valor Presente Líquido (VPL) do fluxo de benefício pelo valor presente líquido do fluxo de custo. Quanto maior o resultado maior o benefício.

A tabela a seguir apresenta a análise benefício-custo para horizonte de projeto (25 anos).

Tabela 4-1 – Análise Benefício Custo – Resultado 25 anos

Intervenções	VPL Benefícios R\$	VPL Custos R\$	TIR	Indicador Benefício Custo
2.1 e 2.2	1,066,382.78	- 7,342,944.90	-11.79%	- 0.145
2.3 e 2.4	222,833.68	- 2,572,838.12	-14.39%	- 0.087
2.5 e 2.6	470,650.46	- 2,492,054.70	-10.36%	- 0.189
2.7 e 2.8	-	- 2,172,322.85	#NÚM!	-
2.9	-	- 470,000.00	#NÚM!	-
3.2	-	- 229,244.10	#NÚM!	-
3.3 e 3.4	322,249.72	- 1,251,355.30	-7.55%	- 0.258
4.1 e 4.2	36,564.21	- 4,269,486.08	#NÚM!	- 0.009
5.1, 5.2 e 5.3	24,966.16	- 1,680,508.20	#NÚM!	- 0.015
6.1	40,865.62	- 635,139.87	-14.55%	- 0.064
6.2	154,420.49	- 1,249,419.96	-11.47%	- 0.124
7.1 e 7.2	90,935.50	- 1,607,301.60	-15.14%	- 0.057
7.3	37,108.13	- 766,349.23	-15.81%	- 0.048
7.4	45,798.95	- 11,500.00	24.02%	- 3.983
8.1	55,660.07	- 24,500.00	12.41%	- 2.499
8.2	11,888.83	- 735,104.42	-20.26%	- 0.016
8.3	9,003.13	- 703,941.52	#NÚM!	- 0.013
8.4	11,888.83	- 1,593,641.13	#NÚM!	- 0.007
8.5	11,685.34	- 649,562.31	-19.85%	- 0.018
8.6	11,685.34	- 3,745,153.61	#NÚM!	- 0.003
8.7	11,685.34	- 1,075,805.81	#NÚM!	- 0.011

Nota: Erro #NÚM! – TIR não pode ser determinada. O Microsoft Excel usa uma técnica iterativa para calcular TIR. Começando por estimativa, TIR refaz o cálculo até o resultado ter uma precisão de 0,00001 por cento. Se TIR não puder localizar um resultado que funcione depois de 20 tentativas, o valor de erro #NÚM! será retornado. Isso ocorre quando o fluxo só possuiu parcelas negativas, ou mudam de sinal várias vezes durante o período analisado.

A análise de benefício custo em uma cidade pequena com poucos habitantes, mostrou-se que o impacto do benefício e a altura máxima do extravasamento no maior tempo de recorrência medido são medidas relevantes. Ressalta-se aqui que as hipóteses para o cálculo do benefício são agregadas, em face da disponibilidade parcial dos dados necessários para aplicação plena da metodologia, porém suficientes para a etapa de análise econômica em nível de plano diretor. As hipóteses podem ser refinadas, na medida que novos estudos sejam elaborados e mais informações estejam disponíveis.

5 HIERARQUIZAÇÃO DAS OBRAS

A hierarquização consiste numa metodologia de apoio à tomada de decisão, baseada na análise dos fatores indicados no Plano, que consiste em uma análise individual e independente das obras.

De forma a ponderar diferentes aspectos de cada intervenção a hierarquização das obras de drenagem levou em consideração os seguintes critérios: Critérios Financeiros; Critérios Sociais e Critérios Técnicos, devidamente detalhados no **Relatório RP-5**, em anexo. O resultado dessa análise é apresentado na **Tabela 5.1**.

Tabela 5-1 – Ordem de Prioridade das Intervenções

Intervenções	Prioridades
3.3 e 3.4	117
2.1 e 2.2	113,75
2.5 e 2.6	98,75
2.3 e 2.4	98
6.1	96,25
6.2	94,75
5.1, 5.2 e 5.3	94
7.3	93,25
4.1 e 4.2	91,75
3.2	88
8.1	85,75
7.4	83,25
7.1 e 7.2	81,25
2.7 e 2.8	69,25
8.2	63,25
8.3	52,75
8.5	51,75
8.4	45,25
8.7	35,75
8.6	35,25

Além da ordem de hierarquização proposta, o município pode optar por priorizar, quando possível, obras locais onde há registros de reclamações pontuais, no entanto recorrentes, que possam ser realizadas de modo que tal intervenção não venha gerar impacto a jusante deste ponto.



6 MODELO DE GESTÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS (SDMAP)

6.1 Aspectos gerais

Para iniciar a discussão da Gestão do Sistema de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais, devem ser questionados os motivos que levam a drenagem a ser o serviço menos desenvolvido do saneamento, o que decorre basicamente de dois fatores.

O primeiro é a ***inexistência de recebíveis*** neste setor, provocada pela não cobrança pelo serviço prestado, apesar de autorizada, tanto pelo art. 36 da LF 11.445/2007, como pelo art. 16 do DF 7.217/2010, levando a escassez de recursos para instalação, ampliação da infraestrutura de drenagem, e do monitoramento hidráulico hidrológico, do planejamento, da programação e do controle da operação, que tornariam mais eficientes as estruturas existentes. Tal situação leva também ao desinteresse do setor privado neste serviço, o qual também poderia aportar competência e recursos ao mesmo.

O segundo fator é a ***falta de capacidade técnica dos municípios em relação a gestão ao SDMAP***, consequência inadequação das estruturas administrativas municipais dedicadas a drenagem, geralmente entregues às Secretarias de Obras dos municípios, que em geral não contam com técnicos com formação ou cultura específica nesta área, fazendo com que a atividade seja desenvolvida sem planejamento adequado, tanto na implantação como na operação, gerando estruturas hidráulicas inadequadas, operação e manutenção deficientes, que provocam inundações e alagamentos, pondo em risco vidas e patrimônio, gerando para a sociedade custos maiores do que a cobrança.

É interessante ainda, analisar a diferença que ocorre no desenvolvimento de alguns dos serviços de saneamento em países desenvolvidos e no Brasil, conforme o PDMAT3 – Terceira revisão do Plano diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê, apresentada no quadro a seguir.

Quadro 6-1 – Aspectos dos serviços de saneamento ambiental em países desenvolvidos e no Brasil

Infraestrutura Urbana	Países Desenvolvidos	Brasil
Abastecimento de água	Resolvido, cobertura total.	Grande parte atendida, tendência de redução da disponibilidade devido à contaminação e perdas.
Esgotamento sanitário	Cobertura quase total.	Falta de rede e estações de tratamento. As existentes não conseguem coletar os esgotos como projetado.
Drenagem Urbana	Aspectos quantitativos estão sob controle. Desenvolvimento de investimentos para controle dos aspectos de qualidade das águas.	Agravamento das inundações devido às obras de canalização. Aspectos da qualidade da água ainda não identificados.
Inundações Ribeirinhas	Medidas de controle não estruturais como seguro e zoneamento de inundações.	Grandes prejuízos por falta de políticas de controle.

Fonte: Adaptado de TUCCI, 2001.



6.2 Diretrizes

Para abordagem sustentável do modelo de gestão de águas pluviais, considerando a três são os fundamentos comumente adotados e que orientam os novos sistemas:

- Novos desenvolvimentos não podem aumentar a vazão de pico das condições naturais;
- A bacia hidrográfica deve ser planejada como um todo para controle dos volumes;
- As intervenções de controle e prevenção não devem, preferencialmente, resultar em transferência dos impactos para jusante.

Importante também ter em conta que, os sistemas naturais de drenagem acabam sendo vítimas de todas as falhas nos demais sistemas de saneamento, recebem esgotos não coletados pelo Sistema de Esgotos Sanitários, tanto domésticos, como industriais, recebem também resíduos sólidos urbanos, de sistemas ineficientes, seja da varrição, ou da Coleta de Resíduos Sólidos Urbanos, muitas vezes constituindo-se em épocas de estiagem em verdadeiros canais de esgotos, devido as baixas vazões.

Na prática o saneamento básico compreende atividades que se interrelacionam, como o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, gerenciamento de resíduos e drenagem urbana, que devem obedecer a uma visão integrada dos aspectos relacionados a infraestrutura, envolvendo no planejamento não só, as demais ações de saneamento como também o desenvolvimento urbano, transporte e controle ambiental.

Para a definição de critérios e diretrizes para a gestão de águas pluviais, devem ser associadas as funções de saneamento os seguintes eixos temáticos: i) Uso e Ocupação do Solo; ii) Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais; iii) Pesquisa, Capacitação e Educação Ambiental; iv) Equilíbrio Econômico e Financeiro; v) Sistema de Informação, Monitoramento e Avaliação; vi) Sistema de Alerta; vii) Organização da Gestão.

6.3 Abordagem conceitual

A gestão do SDMAP deve observar ao arcabouço legal (Federal, Estadual e Municipal, já citado no trabalho), o qual irá orientar políticas, que através de planos definirão diretrizes, que gerarão instrumentos de gestão. Nos diversos entes federados (Federal, Estaduais e Municipais) existem em funcionamento órgãos e instituições, os quais desenvolverão as funções de *planejamento, regulação, fiscalização e prestação de serviços*, como definido pela LF 11.445/2007 e DF 7217/2010, sendo que algumas apenas poderão ser desenvolvidas pelos titulares e outras poderão ser delegadas, como mostrado no quadro abaixo, extraído do PDMAT3.

**Quadro 6-2 – Gestão do Saneamento Básico**

Função	Responsável
Planejamento	Titular, que também pode delegar a: • Ente ou órgão regulador municipal ou estadual • Consórcio
Regulação	Titular, que também pode delegar a: • Conselho Municipal • Ente ou órgão regulador municipal ou estadual • Consórcio
Fiscalização	Titular, que também pode delegar a: • Conselho Municipal • Ente ou órgão regulador municipal ou estadual • Consórcio
Prestação de Serviço	• Órgão ou entidade do titular, a quem se tenha atribuído por lei a competência de prestar o serviço público. • Órgão ou entidade de consórcio público ou de ente da Federação com quem o titular celebrou convênio de cooperação, desde que delegada a prestação por meio de contrato de programa. • Órgão ou entidade a quem se tenha delegado a prestação dos serviços por meio de concessão.

6.4 Modelo de gestão atual

Arcabouço Legal

O arcabouço legal que tem relação com o PMDUS, compõe o modelo de gestão atual, e como tal é descrito na proposta da Cobrape, conforme levantamento realizado e apresentado na proposta, atendendo o Termo de Referência deste contrato, no sentido de subsidiar a elaboração do Plano de Macrodrenagem Urbana do município de Socorro, foram “*pesquisados, levantados e analisados todos os documentos, leis, decretos e normas que representem condicionantes legais e/ou institucionais à implementação do referido Plano e as intervenções dele resultantes*”, os quais fazem parte do modelo de gestão atual, em prática pelo município, sendo um resumo do mesmo apresentado a seguir.

Quadro 6-3 – Resumo do Arcabouço legal com principais órgãos e funções federais

Arcabouço legal ou área temática	Órgãos ou instituições que desempenham funções previstas pelo arcabouço legal	Funções desempenhadas
Recursos Hídricos – Constituição Federal (CF/88) , define o domínio dos rios e a legislação de recursos hídricos em âmbito federal LF nº 9.984/2000 Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA	Planejamento, Regulação e Fiscalização (águas federais)

Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.		
Saneamento - LF nº 11.445/2007 , estabelece as diretrizes nacionais para o Saneamento Básico. LF nº 14.026/ 2020 , atualiza o marco legal do saneamento básico	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA	Regulação Edita normas de referência sobre o serviço de saneamento.
Meio Ambiente - LF nº 6.938/1981 Política Nacional do Meio Ambiente , estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental da drenagem urbana Resoluções CONAMA , estabelecem diretrizes ambientais para drenagem e urbanização		Planejamento e Regulação
Uso e Ocupação do Solo - LF nº 10.257/2001 Estatuto da Cidade , estabelece as diretrizes gerais da política urbana no país.		

Quadro 6-4 – Resumo do Arcabouço legal com principais órgãos e funções estaduais

Arcabouço legal ou área temática	Órgãos ou instituições que desempenham funções previstas pelo arcabouço legal	Funções desempenhadas
Recursos Hídricos - LE nº 7.663/1991 , estabelece a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH).		
Recursos Hídricos - DE nº 41.258/1996 Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) , responsável no ESP, pela autorização de uso de recursos hídricos de domínio estadual Instruções Técnicas de nºs 08 a 13 do DAEE que precisam ser observadas no âmbito da elaboração do Plano de Macrodrenagem Urbana	DAEE Departamento de Águas e Energia Elétrica	Planejamento, Regulação, Fiscalização - Outorga do Uso da Água, (águas estaduais) Instruções Técnicas para elaboração do Plano de Macrodrenagem Urbana
Recursos Hídricos - Plano de Bacia da UGRHI 09 – Mogi Guaçu , fornece Instrumentos de planejamento para a Bacia.	CBH - UGRHI 09 – Mogi Guaçu	Planejamento, Regulação -

Recursos Hídricos e Meio Ambiente –		
DE nº 64.132/2019 , trata da organização da Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA).		
Saneamento – LE nº 119/1973, atualizada pela LC nº 1.025/2007 , autoriza a constituição de sociedade por ações, sob a denominação de SABESP , respeitada autonomia municipal, SABESP e subsidiárias autorizadas a prestar serviços de drenagem e MAP, serviços de limpeza e manejo de resíduos sólidos.		
Drenagem – Lei nº 12.526/2007 , estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais, obrigatoriedade da implantação de sistema de captação e retenção de águas pluviais coletadas por telhados, terraços entre outros		Regulação,
Meio Ambiente – LE nº 9.509/1997, Política de Meio Ambiente do Estado de São Paulo , determina que empreendimentos capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento.		Regulação, Fiscalização
Meio Ambiente – Lei Estadual nº 997/76 – Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente. LE nº 118/73 – Autoriza a Constituição de uma sociedade por ações, sob denominação de CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Básico e de Controle da Poluição das Águas LE nº 13.542/2009 , altera a denominação da CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental	CETESB Companhia Tecnologia Saneamento Ambiental	- de de Regulação, Fiscalização – Licenciamento ambiental de estabelecimentos e atividades potencialmente poluidoras, monitoramento ambiental da qualidade.
Uso e Ocupação do Solo – DE n.º 52.053/2007 , reestrutura o Grupo de Análise e Aprovação de Projetos Habitacionais - GRAPROHAB-	GRAPROHAB - Grupo de Análise e Aprovação de Projetos Habitacionais do Estado de São Paulo	Regulação, Fiscalização Centraliza, agiliza e organiza procedimentos de aprovação do Estado para implantação de empreendimentos habitacionais (loteamentos, desmembramentos, conjuntos habitacionais e condomínios)



Quadro 6-5 – Resumo do Arcabouço legal com principais órgãos e funções municipais

Arcabouço legal ou área temática	Órgãos ou instituições que desempenham funções previstas pelo arcabouço legal	Funções desempenhadas
Uso e Ocupação do Solo – Lei Compl. nº. 109/2006, dispõe sobre o Plano Diretor (urbanístico) do Município da Estância de Socorro.		Planejamento, Regulação e Fiscalização -
Saneamento Básico – Estudos de Adequação e Atualização do Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico		Planejamento -
Estrutura do Sistema de Gestão Municipal – Lei Complementar nº. 197/2012 , dispõe sobre a consolidação das leis que tratam da organização da estrutura administrativa da municipal	Secretarias: Planejamento, Serviços, Obras, Meio Ambiente	Planejamento, Regulação, Fiscalização e Prestação de Serviços -

6.5 A atual organização municipal de gestão da drenagem

Estrutura administrativa atual da Prefeitura Municipal da Estância de Socorro

Esta Estrutura administrativa de Secretarias e Diretorias encontrada em 17/02/2021, no site da Prefeitura Municipal da Estância de Socorro, no endereço: <https://www.socorro.sp.gov.br/secretarias-e-diretorias>, o qual informava ter sido atualizado em 12/01/2021.

SECRETARIAS:

- 1. Administração e planejamento**
- 2. Cidadania**
- 3. Cultura**
- 4. Educação**
- 5. Fazenda**
- 6. Meio ambiente e desenvolvimento sustentável**
- 7. Negócios jurídicos**
- 8. Saúde**
- 9. Segurança e defesa do cidadão**
- 10. Serviços**
- 11. Turismo**



DIRETORIAS

- 1. Almoxarifado**
- 2. Assistência social**
- 3. Contabilidade**
- 4. Desenvolvimento rural**
- 5. Esportes, lazer e juventude**
- 6. Estradas**
- 7. Fiscalização e postura**
- 8. Gestão de frota**
- 9. Indústria e comércio**
- 10. Limpeza e conservação**
- 11. Meio ambiente**
- 12. Obras**
- 13. Planejamento**
- 14. Saúde**
- 15. Trânsito**
- 16. Tributos**
- 17. Urbanismo**

Portanto, tal estrutura é composta por 11 secretarias e 17 Diretorias. Não tendo sido encontradas no site as atribuições das Secretarias, nem como estas se vinculam as diretorias.

Incluímos a seguir estruturas e atribuições de departamentos homônimos as diretorias citadas, bem como os fluxos administrativos de instalação e operação de drenagem, que julgamos de interesse, extraídas do *Lei Complementar (municipal) Nº. 197/2012, que dispõe sobre a consolidação unificação das leis que tratam da organização da estrutura administrativa da Prefeitura Municipal,*

Este decreto que fornece a estrutura administrativa e atribuições, que estava sendo implantada em 2012, nos dá uma ideia das atribuições das unidades atuais.

Seção XIV

Do Departamento de Obras e Serviços Urbanos

Art. 66 - São atribuições do Departamento de Obras e Serviços Urbanos:

- I – planejar, executar ou promover a execução, conservação ou reparos em obras públicas em geral do município;
- II – atender solicitações de construção, conservação ou reparos em prédios ou instalações;
- III – examinar a execução de obras e serviços que venham a ser realizados nas vias e logradouros públicos, aprovando e autorizando a ocupação do leito nas vias públicas;
- IV – promover a realização de atividades de limpeza pública e coleta de lixo;
- V – administrar a estação rodoviária e os abrigos de passageiros;
- VI – aprovar plantas e projetos arquitetônicos;
- VII – promover atividades de planejamento e gerenciamento de trânsito;



VIII - executar outras atividades correlatas que lhe forem determinadas.

Seção XVI

Do Departamento de Meio-Ambiente

Art. 68 – São atribuições do Departamento de Meio-Ambiente.

- I – executar direta e indiretamente a política de meio-ambiente do Município;
- II – coordenar ações e executar planos, programas, projetos e atividades de preservação e repercussão ambiental;
- III – estudar, definir normas técnicas legais e procedimentos, visando a proteção ambiental do Município;
- IV – assessorar a Administração Pública Municipal na elaboração e revisão do planejamento local, quanto a aspectos ambientais, controle da poluição, expansão urbana e propostas para a criação de novas unidades de conservação e de outras áreas protegidas;
- V – participar do zoneamento e de outras atividades de uso e ocupação do solo;
- VI – aprovar e fiscalizar a implantação de regiões, setores e instalações para fins industriais e parcelamento de qualquer natureza, bem como quaisquer atividades que utilizem recursos naturais renováveis e não renováveis;
- VII – participar da promoção de medidas adequadas à preservação do patrimônio arquitetônico, urbanístico, paisagístico, histórico, cultural e arqueológico;
- VIII – implantar e operar o sistema de monitoramento ambiental;
- IX – acompanhar e analisar os estudos de impacto ambiental e análise de risco, das atividades que venham a se instalar no Município;
- X – conceder licenciamento ambiental para instalação das atividades socioeconômicas utilizadoras de recursos ambientais e com potencial poluídos;
- XI – implantar sistema de documentação e informática, bem como, os serviços de estatística, cartografia básica e temática e de editoração técnica relativa ao meio ambiente;
- XII – promover a identificação e o mapeamento das áreas críticas de poluição e as ambientalmente frágeis, visando o correto manejo das mesmas;
- XIII – exigir estudo de impacto ambiental para a implantação das atividades socioeconômicas, pesquisas, difusão e implantação de tecnologias que, de qualquer modo, possam degradar o meio ambiente;
- XIV – propor, implementar e acompanhar, em conjunto com o Departamento Municipal de Educação os programas de Educação Ambiental do Município;
- XV - executar outras atividades correlatas que lhe forem atribuídas.

Seção XX

Do Departamento de Planejamento e Urbanismo

Art. 72 – São atribuições do Departamento de Planejamento de Urbanismo:

- I – planejar, orientar e executar as ações de planejamento e urbanismo do Município;
- II – subsidiar a organização, com metodologias, técnicas e instrumentos necessários a todas as fases do processo de planejamento;
- III – programar, coordenar e controlar as atividades de planejamento, juntamente com outros departamentos, definindo os projetos e metodologias a serem utilizados;
- IV – coordenar a elaboração de normas para edificações, loteamentos, zoneamentos, paisagismo urbano, equipamento social e urbano;
- V – acompanhar a implementação dos planos de governo, detectando os desvios, avaliando os impactos e propondo medidas adicionais ou corretivas;



VI – cuidar para que o planejamento municipal seja elaborado em consonância com o planejamento regional;

VII – examinar a execução de obras e serviços que venham a ser realizados nas vias e logradouros públicos, aprovando e autorizando a ocupação do leito nas vias públicas;

VIII – aprovar plantas e projetos arquitetônicos, bem como supervisionar e fiscalizar o fiel cumprimento dos projetos aprovados;

IX – executar o controle urbanístico no município;

X – definir o zoneamento industrial, comercial e urbano do Município;

XI – Exercer a fiscalização relacionada à sua área de competência, bem como aquelas pertinentes ao meio-ambiente, em sintonia com o departamento respectivo;

XII – executar outras atividades correlatas que lhe forem determinadas

Em contato telefônico com o atual **Secretário de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável** do Município da Estância do Socorro, **Tiago Sartori** foram colhidas informações adicionais, relativas aos processos de implantação e de operação do sistema de drenagem municipal.

a. Processo de implantação de novas estruturas de drenagem no município

É promovida através da aprovação e recebimento da drenagem, promovida pelos empreendedores de loteamentos, desmembramentos, conjuntos habitacionais e condomínios.

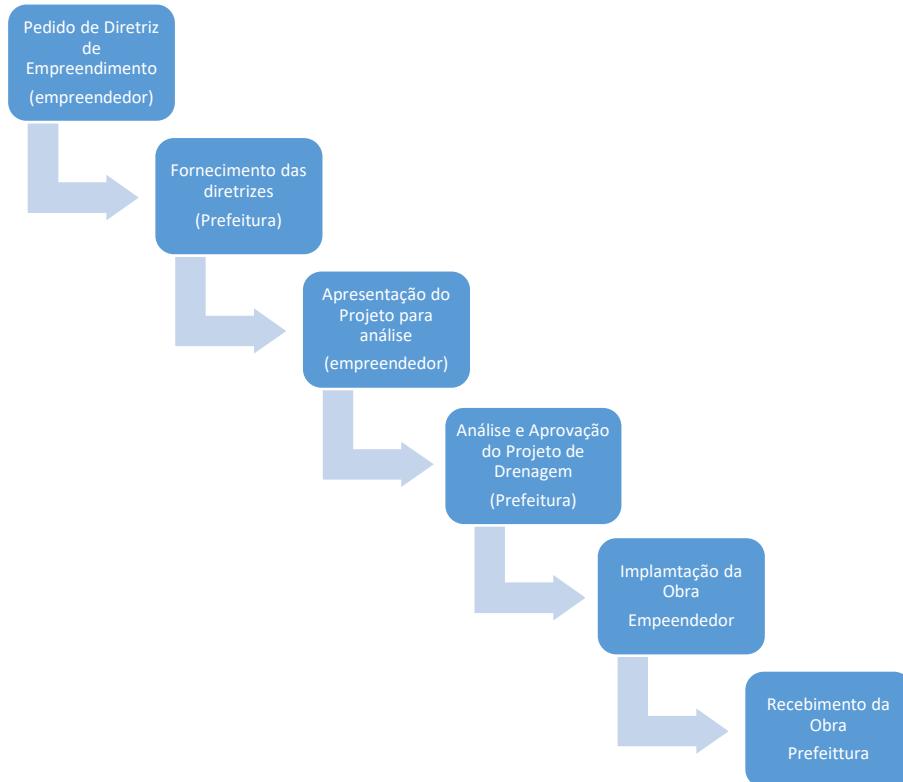
O processo de acompanhamento e aprovação do Projeto de Drenagem é realizado pela prefeitura, **Secretaria de Administração e Planejamento, Diretoria de Urbanismo**, ouvida a **Secretaria de Meio Ambiente** em suas competências. O parecer formal de cada etapa do processo é fornecido para o empreendedor pela **Secretaria de Administração e Planejamento**.

A construção do processo foi uma adaptação do **Manual do GRAPROHAB** exclusivamente para a componente de drenagem, de responsabilidade da Prefeitura.

Quando o projeto de drenagem altera os corpos d'água, além da prefeitura é necessário a elaboração de outro projeto e processo a ser apresentado e aprovado no **DAEE**, geralmente esses processos envolvem: canalizações, retificações (mudança do leito do rio) e lançamento em corpos d'água.

A **Figura 6.1**, a seguir, mostra passo a passo o processo de implantação de novas drenagens, que passam a partir daí de serem de responsabilidade da Prefeitura.

Figura 6-1 – Processo de implantação da drenagem

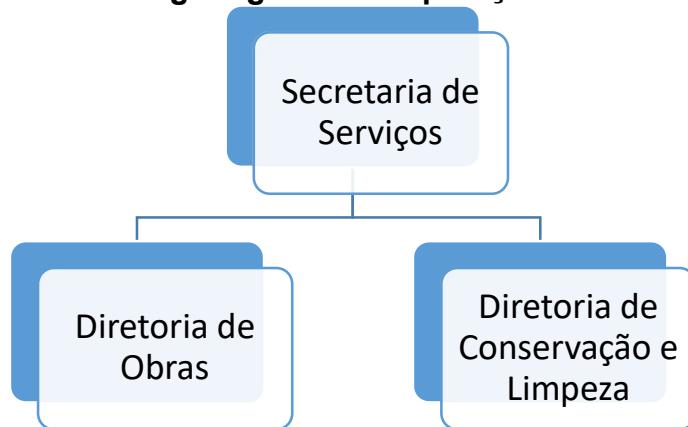


b. Operação & Manutenção

Uma vez implantadas as novas estruturas de drenagem os ativos operacionais são operados e mantidos pela Secretaria de Serviços, através da Diretoria de Obras e da Diretoria de Limpeza e Conservação.

A **Figura 6.2** a seguir mostra o organograma da operação & manutenção.

Figura 6-2 – Organograma da Operação & Manutenção



Conclusão:

No tocante a drenagem a **Secretaria de Administração e Planejamento** juntamente com a **Secretaria de Meio Ambiente** cuidam da implantação da infraestrutura de drenagem, através dos empreendedores do parcelamento do



solo, enquanto a **Secretaria de Serviços** através da **Diretoria de Obras** cuida da manutenção (consertos) da estrutura de drenagem, e através da **Diretoria de Conservação e Limpeza** cuida da operação estrutura de drenagem.

c. Planejamento & Gestão

Numa avaliação preliminar não foi possível detalhar os seguintes temas na gestão da drenagem urbana do município.

c.1 Territorial

Não existe cadastro das estruturas de drenagem existentes, no entanto, os técnicos da prefeitura sabem quais são os pontos críticos e sistêmicos no município, por exemplo, o córrego dos Machados.

Não é conhecida a capacidade das galerias existentes, dados e informações, quando existentes, estão arquivados em cada projeto, dificultando a elaboração de programas de operação e avaliação periódica das condições físicas dos ativos operacionais.

c.2 Institucional

Os novos parcelamentos seguem o GRAPROHAB, por outro lado não foram encontradas no SITE da Prefeitura, informações e orientações para avaliar necessidades de ampliação e propostas de melhoria.

c.3 Plano de Contingência

Existe para a Prefeitura um **Plano de Contingência** elaborado em 2017, desenvolvido a partir do relatório de risco elaborado pelo IPT.

c.4 Controle Físico Financeiro e discriminações do IPTU

Não existem registros específicos para a apuração de custos de prestação de serviço de drenagem, e nem ocorre a discriminação no IPTU, o que trará dificuldades para futura cobrança pela prestação de serviços de drenagem.

c.5 Relatório Anual de Gestão

Não é produzido ainda pelo município um Relatório Anual de Gestão, esta estruturação facilitaria a obtenção de recursos onerosos e não onerosos.

6.6 Modelo de Gestão Municipal da Drenagem e do MAP proposto para o Município de Estância de Socorro

Estrutura e Funcionalidade da Gestão Municipal de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais

O modelo de gestão que aqui será proposto terá como foco a proposição de diretrizes gerais e a estrutura municipal de gestão, tendo como pano de fundo o arcabouço legal, com os decorrentes organismos e instituições federais e estaduais para situar o ambiente da estrutura municipal.

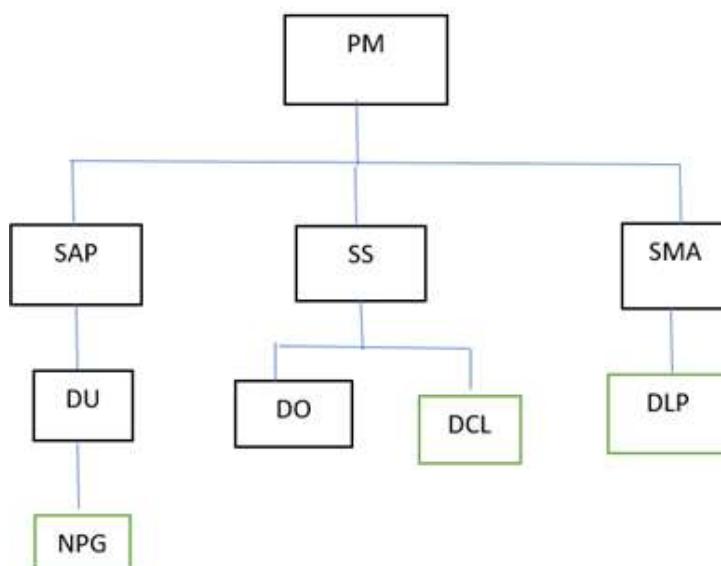


Ao se rever a estrutura de gestão municipal devem ser levadas em conta as diretrizes a mencionadas na abordagem conceitual do início do capítulo (buscar não transferir vazões para jusante, integrar na sua abordagem os quatro segmentos do saneamento SAA/SES/SDMAP/SCMRSU, o desenvolvimento urbano (grande parte dele reunidos nas determinações do Plano Diretor) e o controle ambiental.

De início é conveniente resgatar a parte do organograma da administração municipal de interesse da drenagem, cujas unidades são:

- Secretaria de Administração e Planejamento (SAP) e sua Diretoria de Urbanismo (DU);
- Secretaria de Meio Ambiente (SMA);
- Secretaria de Serviços (SS), sua Diretoria de Obras (DO) e sua Diretoria de Conservação e Limpeza (DCL).

Figura 6-3 – Organograma da Prefeitura Municipal da Estância de Socorro de interesse da drenagem



A ideia é criar para gerir a Gestão de Drenagem um **Núcleo de Planejamento e Gestão (NPG)** dentro da **Diretoria de Urbanismo (DU) da Secretaria de Administração e Planejamento (SAP)**, composto por pequeno corpo técnico com alguma experiência e que se qualifique através de programa de qualificação e treinamento ao longo do tempo, constituindo um núcleo de cultura de drenagem no município,

A descrição de atividades por unidades administrativas é apresentada no **Quadro 6 - Descrição de atividades e respectivas unidades responsáveis do Sistema de Drenagem e do Manejo de Águas Pluviais** da Prefeitura Municipal da Estância de Socorro, que exercerá matricialmente os papéis de planejamento, supervisão e controle.

Quadro 6-6 – Descrição das atividades e respectivas unidades responsáveis da Gestão da Drenagem da PMS

Ordem	Atividades		Detalhe da atividade	Órgão responsável	Função	
1	Implantação e Ampliação de Infraestruturas de drenagem	Pela Prefeitura Municipal	Planejamento e Projeto de Implantação e Ampliação	SAP/DU	Planejamento	
			Obras de Implantação e Ampliação	SS/DO	Prestação de Serviços	
		Por empreendedores de desmenbramento	Aprovação de projeto	SAP/DU + SMA	Planejamento, Regulação	
			Fiscalização da Implantação	SS/DO	Fiscalização	
2	Manutenção das Infraestruturas de drenagem		Consertos	SS/DO	Prestação de Serviços	
			Limpeza	SS/DCL	Prestação de Serviços	
3	Operação das Infraestruturas de drenagem	Monitoramento / Inspeções de Campo		SAP/DU/NPG	Fiscalização, Prestação de Serviços	
			Monitoramento / Manutenção e Operação de Equipamentos de monitoramento	SAP/DU/NPG	Prestação de Serviços	
		Monitoramento / Coleta, armazenamento e análise das informações	SAP/DU/NPG	Planejamento		
		Planejamento da Operação / Programação de consertos e limpeza	SAP/DU/NPG	Planejamento		

Diretrizes Adicionais

- Providenciar progressivamente a elaboração de **Cadastro** do sistema de drenagem e manejo de águas pluviais, iniciando pelas áreas mais críticas, permitindo assim a modelagem hidráulica do seu funcionamento e propiciando melhores informações para operação e manutenção do sistema de drenagem;
- Implantação de **Sistema de Monitoramento Hidráulico Hidrológico**, o qual permitirá ao longo do tempo, apurar parâmetros de operação e manutenção, e o planejamento de implantação e ampliação do Sistema de Drenagem;
- Criação de **Sistema Municipal de Informações Georreferenciado**:
 - Solicitado pelo Plano Diretor Municipal (urbanístico) de 2006 e ainda inexistente;
 - Contendo além das demais informações de interesse do Município, também as informações de drenagem, como: cadastro, manutenção



(consertos e limpeza) e de operação, registrando implantação, consertos e limpeza, e de monitoramento hidráulico Hidrológico;

- Contendo também os indicadores do **Sistema nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)** para a drenagem;
- Rotinas de **análise das informações armazenadas**, possibilitando gerar plantas temáticas, definindo áreas críticas e grau de criticidade, além subsidiar com informações e aprimorar o Planejamento de implantação e ampliação do Sistema de Drenagem, bem como o Planejamento da Operação do Sistema de drenagem no tocante a Manutenção e Limpeza e possibilitar a geração de **Relatório Anual de Gestão da Drenagem e Manejo de Águas Pluviais**;
- Criação de Sistema de Apuração de Custos do Serviço de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais, o que no futuro facilitará a introdução da cobrança destes serviços, bem como a elaboração de Relatório Anual de Gestão e Manejo de Águas Pluviais, deste sistema;
- Criação de Relatório Anual de Gestão do Sistema de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais, o que facilitará no futuro a obtenção de financiamentos para ampliação e melhorias no sistema;
- Implantação gradativa de Parques Lineares ao longo dos principais cursos d'água da área urbana do município, como solicitado pelo PDM desde 2006, o que evitaria ocupações irregulares, e o consequente desenvolvimento de áreas de risco de inundações na cidade, possibilitando também, quando de sua implantação, a utilização de Técnicas Compensatórias de redução do escoamento superficial;
- Utilização de Técnicas Compensatórias de redução do escoamento superficial, quando adequado, tanto na implantação de novos parques e praças, como na urbanização da Zona de Expansão Urbana, definida pelo PDM, no Zoneamento Municipal, o que também viria a dar sustentabilidade as ações estruturais desenvolvidas;
- Criação de programas para eliminar interconexões de esgotos no Sistema de Drenagem e manejo de águas pluviais, nos locais que contam com Sistema de Coleta de Esgotos, reduzindo a poluição nos canais naturais;
- Criação de programas para eliminação de contribuição de águas pluviais ao sistema de esgotos, evitando a extravasão destes para o Sistema de Drenagem;
- Implantar, onde for possível e temporariamente, ações de *coleta de vazão de tempo seco* de águas pluviais, em locais ainda não atendidos por sistema de coleta de esgotos, encaminhando-as ao Sistema de Esgotos Sanitários, reduzindo a poluição nos canais naturais;
- Promover a atualização do Plano de Contingência de 2017, com renomeação e retreinamento de seus membros, com a criação de Sistema de Alerta para moradores de locais com elevados riscos de inundações;
- No **monitoramento de hidráulico hidrológico, introduzir parâmetros de quantidade e qualidade** para acompanhamento ao longo do tempo e através do controle do uso do solo, do planejamento, da melhoria da varrição e da coleta de resíduos sólidos urbanos, da ampliação do sistema



de coleta de esgotos, da introdução de técnicas compensatórias e medidas não estruturais sejam reduzidos, em cada bacia de drenagem ao longo do tempo, os valores de quantidade e de poluição dos despejos nas seções de controle de saída de cada sub-bacia de drenagem, dando sustentabilidade as medidas estruturais implantadas, reduzindo inundações e melhorando a qualidade dos cursos d'água naturais;

- Desenvolvimento de **Campanha de Educação Ambiental**, de modo a evitar que a população não use a infraestrutura de Drenagem para o lançamento de esgotos, ou os canais naturais para o lançamento de resíduos sólidos urbanos.



companhia de saneamento básico do estado de são paulo

UNIDADE DE NEGÓCIO NORTE
DIRETORIA METROPOLITANA - M
CONTRATO MN Nº 02.910/19

PLANO DE MACRODRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE SOCORRO - SP

**RP4 - PROPOSIÇÃO DE
ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO**

Janeiro / 2021



cobrape



companhia de saneamento básico do estado de são paulo

UNIDADE DE NEGÓCIO NORTE
DIRETORIA METROPOLITANA - M
CONTRATO MN Nº 02.910/19

PLANO DE MACRODRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE SOCORRO - SP

RP4 - PROPOSIÇÃO DE
ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO

Janeiro / 2021



cobrape



00	01/2021	RP4 – Proposição de Alternativas de Solução			
Revisão	Data	Descrição	Verif.	Aprov.	Autoriz.
Elaboração do Plano de Macrodrrenagem Urbanas no Município de Socorro – SP					
RP4 – PROPOSIÇÃO DE ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO					
 UNIDADE DE NEGÓCIO NORTE – DITEORIA METROPOLITANA – M			 COBRAPE – Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos		
Revisão	Finalidade				
00	3				

Legenda Finalidade: [1] Para Informação [2] Para Comentário [3] Para Aprovação





SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	3
LISTA DE TABELAS	6
LISTA DE MAPAS	7
APRESENTAÇÃO	8
1 INTRODUÇÃO	9
2 MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS	10
2.1 Gestão Sustentável	11
2.1.1 Gestão de Bacias Hidrográficas e Gestão da Drenagem Urbana	13
2.1.2 As Inundações e Suas Causas	14
2.1.3 Integração entre os Planos Diretores de Ordenamento Territorial e os Planos Diretores de Drenagem Urbana.....	14
2.1.4 Gestão das águas pluviais e outros serviços urbanos.....	15
2.1.5 Medidas de Controle no Conjunto da Bacia	16
2.1.6 Desafios na Gestão das Águas Pluviais Urbanas	16
3 DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO DA MACRODRENAGEM	18
3.1 Estudos Hidrológicos	18
3.2 Estudos Hidráulicos	28
3.2.1 Córrego dos Machados	29
3.2.2 Córrego dos Nogueiras	31
3.2.3 Córrego da rua Nagib Jorge	34
3.2.4 Córrego da av. José Maria de Faria	36
3.2.5 Córrego da rua Andrelino Souza Pinto (jusante)	37
3.2.6 Córrego da rua Andrelino Souza Pinto (montante).....	40
3.2.7 Córrego Estrada da Pompéia	41
3.2.8 Rio do Peixe	44
4 MEDIDAS ESTRUTURAIS E NÃO ESTRUTURAIS	48
4.1 Medidas Estruturais Convencionais	48
4.1.1 Reservatórios de detenção – Piscinões	48
4.1.2 Canalização.....	49
4.2 Propostas de Medidas Estruturais Convencionais	49
4.2.1 Intervenções propostas para o Córrego dos Machados	49
4.2.2 Intervenções propostas para o Córrego dos Nogueiras	52



4.2.3	Intervenções propostas para o Córrego da rua Nagib Jorge	53
4.2.4	Intervenções propostas para o Córrego da av. José Maria de Faria	54
4.2.5	Intervenções propostas para o Córrego da rua Andrelino Souza Pinto (jusante)	55
4.2.6	Intervenções propostas para o Córrego da rua Andrelino Souza Pinto (montante)	56
4.2.7	Intervenções propostas para o Córrego Estrada da Pompéia	57
4.3	Medidas Estruturais Não Convencionais ou Compensatórias	59
4.4	Medidas Não Estruturais	59
4.4.1	Gestão	60
4.4.2	Legislação	69
4.4.3	Educação Ambiental	71
4.5	Propostas de Medidas Não Estruturais	75
4.5.1	Atualização do PLAMCON - Plano Municipal de Contingência – Inundações e Deslizamentos	79
4.5.2	Ampliação das ações de fiscalização e educação ambiental	84
4.5.3	Apresentação do Plano Diretor de Macrodrenagem à Coordenadoria da Defesa Civil, Secretarias, órgãos e entidades vinculadas ao Plano Municipal de Contingência	87
4.5.4	Disciplinamento do processo de ocupação do solo da ZEU – Zona de Expansão Urbana	88
4.5.5	Implementação de um Sistema de Comunicação de Alertas de Risco e/ou Emergência	92
4.5.6	Criação de um Sistema de Sinalização para os locais suscetíveis às inundações	94
4.5.7	Elaboração de um “Manual de Drenagem”	96
4.5.8	Institucionalização do zoneamento das manchas de inundação do município	97
4.5.9	Análise e Formalização das reservas legais, visando ampliação das áreas protegidas e vegetadas do município	99
4.5.10	Criação de incentivos à implantação de empreendimentos e construções sustentáveis	100
4.5.11	Atualização de Estudo Técnico, Econômico e Socioambiental para a sustentabilidade financeira e operacional do Sistema de Drenagem do Município	101
4.5.12	Integração do Plano Diretor de Macrodrenagem de Socorro ao Plano de Bacia (e/ou Plano de Drenagem Regional)	104
	ANEXO I – MEDIDAS ESTRUTURAIS NÃO CONVENCIONAIS	106

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Combinação entre medidas estruturais e medidas não estruturais	13
Figura 2: Relação entre a gestão das águas pluviais e outros serviços de gestão urbana.....	15
Figura 3: Bacias do Município de Socorro.....	18
Figura 4: Bacia do rio do Peixe – Área de montante.	19
Figura 5: Bacia do rio do Peixe – Afluentes da margem direita.....	19
Figura 6: Bacia do rio do Peixe – Afluentes da margem esquerda.....	20
Figura 7: Sub-bacias do rio Camanducaia.....	20
Figura 8: Diagrama Unifilar – Bacia rio do Peixe – Área de montante (Bacia A).....	21
Figura 9: Diagrama Unifilar – Bacia rio do Peixe – Área de jusante (Bacias B a Q).....	21
Figura 10: Trechos considerados nas simulações hidráulicas.....	28
Figura 11: Hidrograma de vazões do trecho Ribeirão dos Machados.....	29
Figura 12: Ponte rua Voluntários da Pátria.....	29
Figura 13: Ponte da rua Tiradentes.....	29
Figura 14: Ponte da rua Joaquim Souza Pinto.	30
Figura 15: Ponte da rua João Leonardelli.....	30
Figura 16: Ponte da av. Rebouças.	30
Figura 17: Perfil longitudinal – Diagnóstico para Córrego dos Machados.	30
Figura 18: Hidrograma de vazões do trecho Nogueiras.	31
Figura 19: Condição de contorno de jusante: altura do nível d'água do rio do Peixe.	31
Figura 20: Travessia RS 442 - Trecho de montante.....	32
Figura 21: Travessia RS 392 - Trecho de montante.....	32
Figura 22: Travessia RS 266 - Trecho de montante.....	32
Figura 23: Bueiro RS 213 - Trecho jusante.	32
Figura 24: Travessia RS 122 - Trecho de jusante.	32
Figura 25: Perfil longitudinal – Diagnóstico para Córrego Nogueiras – Trecho de montante, sem remanso.	33
Figura 26: Perfil longitudinal - Diagnóstico para Córrego Nogueiras – Trecho de montante, com remanso.	33
Figura 27: Perfil longitudinal - Diagnóstico para Córrego Nogueiras – Trecho de jusante, com remanso.	34
Figura 28: Hidrograma de vazões do trecho Nagib Jorge.	34
Figura 29: Bueiro da rua Cel. Florêncio Espírito Santo.	35
Figura 30: Perfil longitudinal – Diagnóstico - Nagib Jorge.	35
Figura 31: Hidrograma de vazões do trecho José Maria de Faria.	36
Figura 32: Bueiro da rua XV de Novembro.....	36
Figura 33: Perfil longitudinal – Diagnóstico - José Maria de Faria.....	37
Figura 34: Hidrograma de vazões do trecho Afluente.	37
Figura 35: Travessia RS 143 – Trecho afluente.	38
Figura 36: Perfil longitudinal – Diagnóstico – Trecho afluente.....	38
Figura 37: Hidrograma de vazões do trecho Andrelino Jusante.	39
Figura 38: Bueiro da Rod. Pompeu Conti.	39
Figura 39: Bueiro da rua Andrelino Souza Pinto.....	39
Figura 40: Perfil longitudinal - Diagnóstico - Andrelino Jusante.....	40
Figura 41: Hidrograma de vazões para o trecho Andrelino Montante.	40
Figura 42: Bueiro da rua Valentim Cesar Tafner.	41
Figura 43: Bueiro da rua Vicente D'Ana.	41

Figura 44: Perfil longitudinal – Diagnóstico – Andrelino Montante.....	41
Figura 45: Hidrogramas de vazões para o trecho Pompéia.	42
Figura 46: Bueiro Pompéia.	42
Figura 47: Bueiro RS 496.	42
Figura 48.: Bueiro RS 372.	42
Figura 49: Perfil longitudinal – Diagnóstico – Pompéia Parte 1.....	43
Figura 50: Perfil longitudinal – Diagnóstico – Pompéia Parte 2.....	43
Figura 51: Perfil longitudinal – Diagnóstico – Pompéia Parte 3.....	44
Figura 52: Hidrograma de vazões do trecho rio do Peixe.....	44
Figura 53: Perfil da travessia do trecho rio do Peixe – RS 5970.	45
Figura 54: Perfil da travessia do trecho rio do Peixe – RS 5010.	45
Figura 55: Perfil da travessia do trecho rio do Peixe – RS 4580.	46
Figura 56: Perfil da travessia do trecho rio do Peixe – RS 75.	46
Figura 57: Perfil longitudinal do trecho rio do Peixe – sem bueiro.....	47
Figura 58: Perfil longitudinal do trecho rio do Peixe – com bueiro.....	47
Figura 59: Esquema de reservatório em série e em paralelo.	48
Figura 60: Perfil longitudinal com intervenções propostas - Córrego dos Machados.	50
Figura 61: Reservatório Machados – R-1.	51
Figura 62: Reservatório Machados - R-2 e R-3.	52
Figura 63: Perfil longitudinal com intervenções propostas – Córrego dos Nogueiras....	53
Figura 64: Perfil longitudinal com intervenções propostas - Córrego da rua Nagib Jorge.	54
Figura 65: Perfil longitudinal com intervenções propostas – Córrego da av. José Maria de Faria.....	55
Figura 66: Perfil longitudinal com intervenções propostas – Córrego da rua Andrelino Souza Pinto (montante).	56
Figura 67: Perfil longitudinal com intervenções propostas – Córrego da rua Andrelino Souza Pinto (montante).	57
Figura 68: Perfil longitudinal com intervenções propostas – Córrego Pompéia.....	59
Figura 69: Integração dos Níveis de Gestão.	62
Figura 70: Relação entre medidas não estruturais e níveis de gestão.	62
Figura 71: Aplicação da legislação nas zonas de risco.	65
Figura 72: Placas de alerta instaladas na cidade de Belo Horizonte pela Prefeitura Municipal.	68
Figura 73: Filtro de resíduos sólidos.....	72
Figura 74: Sistema de retenção/ de águas pluviais.	73
Figura 75: Regulamentações (incentivos e/ou restrições) no zoneamento municipal para aumento da permeabilidade nos lotes urbanos.	73
Figura 76: Pisograma; Biorretenção em áreas comuns (áreas de lazer, estacionamentos, jardinetes).	74
Figura 77: Biorretenção nas calçadas (condução das águas pluviais para os canteiros plantados).	74
Figura 78: Biorrentores de águas pluviais em jardins, canteiros e valetas	75
Figura 79: Estações de Monitoramento Hidrometeorológico em Socorro.	83
Figura 80: Folder “Como evitar deslizamentos”.....	85
Figura 81: Manual do Cidadão - Vol. I - Enchentes.	85
Figura 82: Sinalização na ponte da rua Capitão Sobrinho, Socorro/SP, jan/2021.....	86
Figura 83: Sinalização na rua Agostinho de Oliveira, Socorro/SP, jan/2021.	87
Figura 84: Monitoramento e Alerta.	93



Figura 85: Sinalização em áreas com risco de inundação em Belo Horizonte/MG.	95
Figura 86: Resumo dos estudos de sustentabilidade econômico-financeira segundo o PMSB - Período 2015-2034.	102
Figura 87: Incidências porcentuais dos serviços de saneamento segundo o PMSB - Período 2015-2034.	103
Figura 88: Resumo de custos unitários dos serviços de saneamento segundo o PMSB - Período 2015-2034.	103

ANEXO I - MEDIDAS ESTRUTURAIS NÃO CONVENCIONAIS

Figura 89: Esquema de trincheira.....	107
Figura 90: Trincheiras de infiltração.	107
Figura 91: Vala de infiltração e vala de detenção, respectivamente.....	108
Figura 92: Utilização de pavimento poroso em estacionamento.	108
Figura 93: Esquema de Jardim de chuva e Canteiro pluvial, respectivamente.	109
Figura 94: Esquema de biovaeleta.....	109
Figura 95: Poço de infiltração preenchido com brita.....	110
Figura 96: Poço de infiltração e poço de injeção.	110
Figura 97: Telhados reservatórios.	111
Figura 98: Cobertura Verde Leve – CVL.	111
Figura 99: Esquema de um microrreservatório.....	112



LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Princípios da abordagem sustentável para gestão das águas pluviais.	11
Tabela 2: Princípios da gestão das águas pluviais.....	12
Tabela 3: Características das Sub-bacias.	22
Tabela 4: Rio do Peixe – Vazões máximas para os TR = 2, 5, 10, 25 50 e 100 anos (área de montante – Bacia A).....	27
Tabela 5: Rio do Peixe – Vazões máximas para os TR = 2, 5, 10, 25 50 e 100 anos... <td>27</td>	27
Tabela 6: Afluentes do rio do Peixe – Vazões máximas para os TR = 2, 5, 10, 25 50 e 100 anos.....	27
Tabela 7: Exemplos de medidas não estruturais para a gestão das águas pluviais urbanas.	61
Tabela 8: Plano de macrodrenagem do município de Socorro – Proposta de ações não estruturais.....	76
Tabela 9: Identificação das áreas de riscos para o município de Socorro - PLAMCON.	80

ANEXO I - MEDIDAS ESTRUTURAIS NÃO CONVENCIONAIS

Tabela 10: Lista de medidas estruturais não convencionais.	106
---	-----



LISTA DE MAPAS

Mapa 1: Áreas de risco de inundações.	82
Mapa 2: Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo do município de Socorro – SP.	89
Mapa 3: Zona de Expansão Urbana - ZEU.....	91
Mapa 4: Mancha de Inundação do Rio do Peixe.	98



APRESENTAÇÃO

Em 12/03/2020, conforme resultado da Licitação 02.910/2019 em que a Cobrape - Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos sagrou-se vencedora, foi assinado o Contrato de nº 02.910/19 firmado com a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP, Unidade de Negócio Norte – Diretoria M.

O objetivo principal do estudo contratado trata da formulação do Plano Diretor de Macrodrenagem do Município de Socorro, realçando, conforme destaque apontado no Edital e respectivos anexos, um imbricamento aos mecanismos da gestão urbana como forma de correlacionar as influências decorrentes do processo de urbanização e correspondente implementação de infraestrutura sobre a garantia do pleno escoamento das águas pluviais, sobretudo durante eventos pluviométricos de alta intensidade.

Extraem-se desse enfoque subsídios técnicos e institucionais que garantem maior controle dos escoamentos superficiais que importam na redução de impactos decorrentes de eventos pluviais extremos, dando impulso para uma gestão sustentável da drenagem urbana.

O antigo modelo de intervenção¹ deve então ser substituído por uma visão mais realista da capacidade de ação do Poder Público. As soluções meramente de engenharia hidráulica devem ser combinadas com estratégias de ordenamento territorial, educação ambiental e, por que não dizer, de sistemas de alerta e de enfrentamento para as situações nas quais os dispositivos de contenção existentes não sejam suficientes.

Os princípios da precaução e de controle de riscos devem ser amplamente difundidos nas práticas de planejamento e de gestão urbana. A redução de riscos à pessoa humana, às propriedades, aos patrimônios públicos e aos fluxos de bens e serviços que garantem as condições de vida e a preservação do ambiente urbano deve estar no topo das estratégias voltadas ao controle de cheias de grandes magnitudes.

Essa diretriz irá orientar (ou fornecerá os balizamentos a serem considerados) todo o desenvolvimento do Plano, principalmente em sua fase de consolidação, ou seja, durante a formulação das propostas e respectivo Plano de Ações para o sistema de drenagem do município de Socorro.

¹ O modelo ou filosofia de planejamento e atuação utilizado até o final da década de 90, adotava o conceito de intervenção higienista para as obras de drenagem urbana, ou seja, dava-se prioridade para o rápido escoamento e afastamentos das águas pluviais. Destacam-se pela mudança ou aperfeiçoamento no trato da drenagem os documentos formulados pela ABRH (1995) e Ministério das Cidades PMSS (2005) e SNSA (2007).



1 INTRODUÇÃO

Este relatório intitulado RP4 – Proposição de Alternativa de Solução dá sequência ao desenvolvimento do Plano de Macrodrrenagem Urbana do Município de Socorro.

O documento ora encaminhado tem por objetivo apresentar as propostas de intervenções mitigadoras estruturais e não estruturais para a bacia hidrográfica do Município de Socorro.



2 MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

O fenômeno da urbanização implica em diversas modificações nas condições naturais do meio, como interferências no ciclo hidrológico e alterações na qualidade das águas, com ações diretas sobre os cursos d'água e sobre a superfície das bacias hidrográficas. Em decorrência desse processo, observa-se a redução da interceptação das águas de chuva, do armazenamento superficial e da infiltração, consequência do aumento da impermeabilização do solo, o que leva a um incremento dos volumes e da velocidade do escoamento superficial.

Ao quadro apresentado soma-se a recorrente implantação de condutos artificiais com maior eficiência hidráulica, o que acaba por aumentar a velocidade de escoamento das águas e, consequentemente, dos picos de cheia. Todavia, esta abordagem higienista de intervenção, usualmente adotada em áreas urbanas com o objetivo de contenção de inundações, não tem se mostrado satisfatória. Ao contrário, em um cenário de urbanização crescente, é inexorável e gradual a obsolescência dos sistemas de drenagem implantados sob essa ótica, ampliando a frequência de inundações em áreas urbanas e à jusante das mesmas, acarretando em severas implicações de cunho social, econômico e político.

De acordo com Baptista & Nascimento (1996² apud Baptista et al 2005³), a intensa urbanização observada ao longo da segunda metade do século XX evidenciou os limites dos sistemas clássicos de drenagem urbana no tocante à sua real eficácia, como:

- “Ao retirar das áreas urbanizadas as águas de drenagem pluvial o mais rapidamente possível, transferem-se para jusante os problemas de inundações”;
- “Como resultado, novas obras de drenagem devem ser construídas a jusante, tais como aumento da seção transversal de canais naturais, substituição de condutos antigos por novos de maior diâmetro, etc. Essas obras são, em geral, muito onerosas e seu custo deve ser suportado por toda a comunidade”;
- “A canalização de cursos d’água gera na população uma falsa ideia de segurança com respeito a inundações, facilitando a ocupação de áreas ribeirinhas. Isso acontece, sobretudo, quando os municípios não incluem no Plano Diretor ou no Plano de Ocupação dos Solos, zoneamentos que contemplam uma análise de risco de inundações”;
- “Normalmente as soluções clássicas não contemplam os problemas de qualidade da água”;
- “As soluções clássicas conduzem, muitas vezes, a situações irreversíveis que limitam outros usos presentes ou futuros da água em meio urbano”.

Diante desse cenário e da perspectiva de “desenvolvimento sustentável”, assim como do aumento da consciência das populações acerca das questões ambientais, é crescente a

2 BAPTISTA, M.B.; NASCIMENTO, N.O. Sustainable Development and Urban Stormwater Management in the Contexto f Tropical Developing Countries. In: *Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental*. México: AIDIS, pp. 523-529, 1996.

3 BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana. Porto Alegre: ABRH, 226p. 2005.

demandas por uma nova abordagem de “tratamento” das águas urbanas, a exemplo da busca do resgate do papel dos cursos d’água no contexto das cidades.

Nesse panorama, nota-se que a intensificação da urbanização e dos impactos hidrológicos e ambientais dela decorrentes, aliada à demanda ambiental crescente, amplia a complexidade das soluções de drenagem urbana, as quais devem considerar, além dos aspectos puramente técnicos, aqueles de ordem ambiental, sanitária e social.

Nos recentes planos diretores de drenagem a definição dos critérios e diretrizes que fundamentaram a proposição do modelo de gestão desse sistema consideram a adoção de uma abordagem mais sustentável em comparação à convencionalmente adotada. Em síntese, esta abordagem pode ser resumida em três fundamentos:

- Novos desenvolvimentos não podem aumentar a vazão de pico das condições naturais;
- A bacia hidrográfica deve ser planejada como um todo para o melhor controle dos volumes;
- As intervenções de controle e prevenção não devem resultar em transferência dos impactos para jusante.

É nesse contexto que o presente relatório se embasa para a proposição de medidas estruturais e não estruturais de gestão para o município de Socorro.

2.1 Gestão Sustentável

A adoção de uma abordagem de gestão alternativa àquela convencionalmente adotada, considerando princípios de sustentabilidade e de gestão integrada, está em curso em diversos países. Segundo dados do relatório “Gestão Integrada das Águas Urbanas na Cidade do Futuro” (SWITCH, 2011), os princípios dessa nova abordagem são os apresentados na tabela a seguir.

Tabela 1: Princípios da abordagem sustentável para gestão das águas pluviais.

Aspecto da água pluvial	Abordagem convencional – água pluvial como um “incômodo”	Abordagem alternativa – água pluvial como um “recurso”
Quantidade	As águas pluviais são conduzidas para fora das áreas urbanas o mais rápido possível	As águas pluviais são amortecidas e retidas na fonte, permitindo sua infiltração e atenuação de picos de cheias para depois fluírem gradualmente aos cursos receptores
Qualidade	As águas pluviais são tratadas com o esgoto em uma estação de tratamento ou despejada sem tratamento nos cursos de água receptores	As águas pluviais são tratadas utilizando sistemas naturais descentralizados, como solo, vegetação e lagoas
Valor de recreação e amenidade	Não é considerado	A infraestrutura de águas pluviais é planejada para melhorar a paisagem urbana e fornecer oportunidades recreativas
Biodiversidade	Não é considerado	Ecossistemas urbanos são recuperados e protegidos pelo uso das águas na manutenção e melhoria dos habitats naturais
Recurso potencial	Não é considerado	As águas pluviais são coletadas para abastecimento e retidas para recarga de aquíferos, cursos de água e vegetação

Fonte: SWITCH (2011) apud PDMAT-3 (2012)



Num cenário de urbanização e impermeabilização do solo crescentes, com consequente incremento do escoamento superficial e da frequência dos eventos de inundação, assim como dos problemas de poluição difusa, erosão e sedimentação, torna-se fundamental uma mudança de paradigma quanto à gestão das águas pluviais urbanas. A abordagem convencional tem mostrado inúmeras limitações, não conseguindo solucionar plenamente os problemas de drenagem e desconsiderando a variável ambiental, dentre outras questões.

Por sua vez, a abordagem sustentável tem seu foco no amortecimento e na reutilização da água, em contraposição à sua rápida evacuação. Ainda, busca identificar soluções que agreguem ganhos sociais, econômicos e ambientais e que minimizem os impactos negativos da urbanização, como:

- Controle das taxas de escoamento;
- Redução dos impactos sobre as cheias;
- Proteção e melhoria da qualidade das águas;
- Atendimento às necessidades locais;
- Contribuição para a recarga natural do lençol freático.

Assim como a proposta do Programa SWITCH, também no ano de 2011 o Banco Mundial publicou um guia voltado para a gestão integrada das águas pluviais e dos riscos de inundação, no qual estão relacionados 12 princípios para a sua viabilização, conforme apresentado na tabela a seguir.

Tabela 2: Princípios da gestão das águas pluviais.

Princípios da gestão de águas pluviais – Banco Mundial (2011)	
1	Cada cenário de risco de inundação é diferente dos demais. Não há um plano único ou específico para gestão de inundações
2	Os planos de gestão de inundações devem ser capazes de lidar com um futuro incerto e mutável
3	A rápida urbanização requer a integração da gestão do risco de inundação, planejamento urbano e governança
4	Uma estratégia integrada requer a utilização de medidas estruturais e não estruturais
5	O uso isolado de medidas estruturais pode transferir impactos a montante e a jusante
6	É impossível eliminar todo o risco de inundação
7	A gestão de inundações traz múltiplos benefícios
8	É importante considerar as consequências sociais e ecológicas na gestão de inundações
9	É importante ou fundamental definir os papéis e responsabilidades na construção e execução dos programas contra riscos de inundações
10	É necessário o engajamento de todos os atores em todos os estágios de atuação
11	É necessária a comunicação permanente e conscientização permanente
12	O plano de recuperação deve ser rápido e eficiente

Fonte: WORLD BANK (2011) apud PDMAT-3 (2012)

Os princípios propostos pelo Banco Mundial para a gestão das águas pluviais integram a abordagem sustentável, notadamente no que tange as políticas públicas relacionadas com o ordenamento territorial; o uso e a ocupação do solo; a habitação; o saneamento e o meio ambiente.

Nesse quadro, destaca-se a importância conferida pela gestão sustentável das águas pluviais urbanas à adoção de medidas não estruturais para o controle dos riscos de inundação. Ao contrário das medidas tradicionais ou estruturais, que envolvem

intervenções físicas (obras e estruturas hidráulicas) nos cursos d'água ou bacias, as medidas não estruturais visam diminuir os danos das inundações por meio de práticas de gestão, leis, regulamentos e ações de educação ambiental.

Todavia, para a garantia de uma gestão sustentável, é primordial a adoção combinada de medidas estruturais e não estruturais, conforme ilustrado na figura a seguir.

Figura 1: Combinação entre medidas estruturais e medidas não estruturais.



Fonte: PDMAT-3 (2012)

Como apresentado, as medidas não estruturais envolvem (i) ações de gestão dos serviços urbanos relacionados às águas pluviais; (ii) legislação e regulamentação sobre o uso e a ocupação do solo; assim como (iii) ações de educação ambiental.

A seguir, são elencados alguns princípios que regem a gestão sustentável dos recursos hídricos e das águas pluviais urbanas.

2.1.1 Gestão de Bacias Hidrográficas e Gestão da Drenagem Urbana

A gestão dos recursos hídricos com base na delimitação territorial das bacias hidrográficas se fortaleceu no início dos anos 1990, previamente ao evento “Rio-92”, quando os Princípios de Dublin foram acordados na Conferência Internacional de Água e Meio Ambiente. Segundo o primeiro princípio, para que a gestão dos recursos hídricos seja efetiva, ela deve ser integrada e considerar aspectos de cunho físico, social e econômico. Para tanto, a unidade de gestão a ser considerada deve ser a bacia hidrográfica, conforme posteriormente consolidado pela Lei Federal nº 9.433/1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos.

O cerne da gestão, portanto, deve ser a integração de vários aspectos que interferem nos recursos hídricos, como o uso e a ocupação do solo e a drenagem urbana. Desse modo, é fundamental que a gestão de bacias hidrográficas, a gestão da drenagem urbana e a gestão dos demais serviços urbanos municipais sejam realizados de forma sistêmica, com vistas ao desenvolvimento sustentável.

No tocante ao planejamento das ações de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, a Lei do Saneamento (Lei Federal nº 11.445/2007) estabelece que os planos de saneamento básico devem levar em conta os planos de bacia hidrográfica, apontando a significativa interface entre os serviços de drenagem e a gestão dos recursos hídricos, tendo a bacia hidrográfica como base territorial para o planejamento das ações (ao contrário da visão local e soluções pontuais de intervenção).

2.1.2 As Inundações e Suas Causas

O processo de urbanização de bacias hidrográficas está associado a diversos impactos, dentre os quais se destacam as inundações, dada a magnitude dos riscos ambientais, sociais, econômicos e de saúde pública que podem oferecer à população.

Em áreas urbanas, as inundações ribeirinhas – eventos de ocorrência natural e aleatória – se tornaram mais frequentes a partir do século XX, decorrentes da própria urbanização, de mudanças no ciclo hidrológico em regiões a montante e de chuvas intensas de largo Período de Retorno.

As alterações no ciclo hidrológico decorrentes de mudanças nas condições de uso e ocupação do solo promovem a redução da infiltração das águas de chuva e o aumento do volume e da velocidade do escoamento superficial, acarretando em impactos diretos nos hidrogramas de cheia (que têm seus picos antecipados e acentuados). Este quadro é agravado pela canalização de cursos d'água, potencializando as crises de insuficiência dos sistemas de drenagem e o consequente aumento na frequência de inundações.

Além dos aspectos mencionados, cabe destacar outros fatores que induzem à ocorrência das inundações em áreas urbanas, a saber:

- Parcelamento excessivo do solo e impermeabilização de grandes superfícies;
- Desmatamento desordenado e movimentação indiscriminada de terra, levando ao desencadeamento de processos erosivos e consequente assoreamento das redes de drenagem e dos corpos hídricos;
- Acúmulo de lixo e sedimentos em bueiros, canalizações, cursos d'água e demais elementos do sistema de drenagem pluvial, prejudicando o escoamento das águas;
- Obras de drenagem inadequadas;
- Impermeabilização de vias e calçadas, reduzindo a superfície de infiltração das águas.

Cabe ressaltar que as inundações em áreas urbanas são agravadas pela ocupação de áreas impróprias e inadequadas, como os leitos de rios e as várzeas de inundação, criando situações de risco e gerando consequências negativas para o meio ambiente e a população.

2.1.3 Integração entre os Planos Diretores de Ordenamento Territorial e os Planos Diretores de Drenagem Urbana

Dante da premissa de gestão sustentável das cidades e das águas urbanas, é fundamental que os planos de ordenamento territorial – voltados para o estabelecimento de diretrizes de uso e ocupação do solo – e os planos de drenagem urbana sejam concebidos dentro de uma abordagem abrangente e integrada, dada a relação intrínseca que existe entre eles.

Esta abordagem integrada consiste em vincular a prevenção dos riscos associados às águas urbanas (riscos de inundação, à saúde pública, poluição, etc) ao ordenamento territorial, a partir da interação entre planejamento urbano e gestão das águas pluviais. Nesse cenário, devem ser respeitadas as restrições mutuamente impostas, assim como

potencializadas as soluções que possam atender, simultaneamente, aos objetivos urbanísticos e de adequado tratamento das águas pluviais.

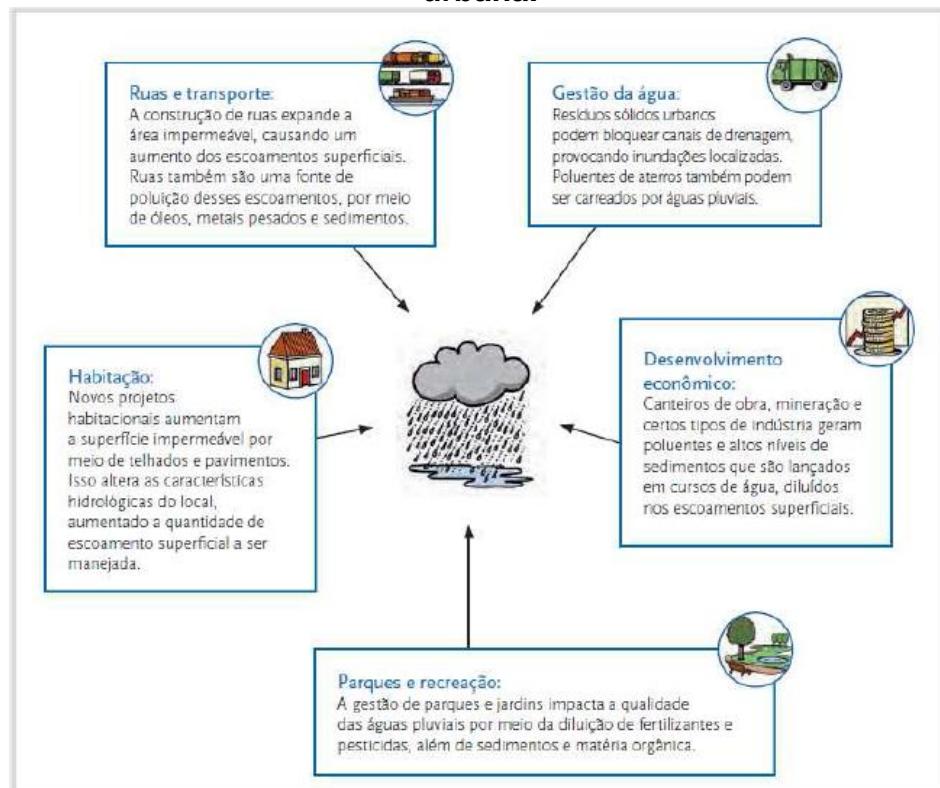
Os Planos Diretores de Drenagem Urbana devem, portanto, ser compatíveis com os Planos Diretores de Ordenamento Territorial e, também, com os Planos Diretores de Recursos Hídricos de Bacias Hidrográficas e com os Planos de Saneamento Básico, considerando a bacia hidrográfica como unidade de análise e contemplando as diversas variáveis relacionadas com as águas urbanas, dentro de uma perspectiva ampla e integrada.

2.1.4 Gestão das águas pluviais e outros serviços urbanos

A gestão da drenagem urbana e o manejo das águas pluviais sob a ótica da sustentabilidade deve se pautar na compatibilização das políticas públicas de gestão das águas com as de uso e ocupação do solo, considerando questões afetas ao saneamento, habitação e meio ambiente. Esta abordagem implica, necessariamente, na adoção combinada de medidas estruturais e não estruturais para o equacionamento dos problemas de drenagem recorrentes em áreas urbanas.

Uma vez que o sistema de drenagem é parte do sistema ambiental urbano, é primordial que haja uma integração das políticas setoriais para a definição de critérios e diretrizes para o planejamento da gestão das águas pluviais e para o controle dos riscos de inundação. A figura a seguir ilustra a relação existente entre as águas pluviais e os demais serviços urbanos.

Figura 2: Relação entre a gestão das águas pluviais e outros serviços de gestão urbana.



Fonte: (SWITCH, 2011) apud PDMAT-3 (2012)



2.1.5 Medidas de Controle no Conjunto da Bacia

Tendo em vista a impossibilidade de proteção integral do risco hidrológico, a presença das águas no meio urbano deve ser tratada de forma que seja possível “controlá-la”. Desta feita, deve-se conceber um ordenamento territorial que não constitua barreiras ao escoamento natural, assim como realizado o controle do escoamento junto às fontes geradoras.

Considerando-se que uma intervenção raramente é isolada, ou seja, está inserida em um contexto onde recebe influências de montante e gera impactos a jusante, é necessário que a sua análise seja realizada na escala da bacia hidrográfica, tanto em termos do ambiente hídrico quanto do ordenamento territorial.

Sendo assim, a adoção de medidas não estruturais e estruturais como meio de controle das águas pluviais visa à maximização do efeito sinérgico decorrente da sua combinação, resultando em redução dos custos de implantação de estruturas de drenagem e em soluções ambientalmente mais integradas.

2.1.6 Desafios na Gestão das Águas Pluviais Urbanas

Apesar dos benefícios associados à gestão sustentável das águas pluviais urbanas, a sua adoção se depara com inúmeras barreiras e desafios, principalmente por se tratar de uma abordagem de planejamento de longo prazo. Portanto, para que haja uma quebra de paradigma, são necessárias mudanças de hábito e de comportamento por parte dos atores envolvidos, dos tomadores de decisão e da população em geral.

Segundo relatório do Banco Mundial, o desafio quanto ao uso de medidas não estruturais reside na necessidade de envolvimento de diversos atores, assim como de constante aporte de recursos e de ações de conscientização e de capacitação técnica. Ainda, a busca pelo equilíbrio entre medidas estruturais e não estruturais também se mostra complexa, exigindo uma visão clara e abrangente dos tomadores de decisão quanto às alternativas, métodos e ferramentas que orientarão as suas escolhas.

Em face desse cenário, a Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica e Recursos Hídricos – FCTH (da Escola Politécnica da USP) propôs alguns critérios que visam auxiliar a escolha de alternativas estruturais e não estruturais que possam contribuir para a minimização dos impactos decorrentes da urbanização. Sendo assim, as alternativas a serem estudadas devem ser (FCTH, 2004 *apud* PDMAT-3, 2012):

- Conceitualmente consistentes (atendem aos objetivos propostos);
- Tecnicamente exequíveis (deve ser efetuado um pré-dimensionamento);
- Economicamente viáveis (os seus benefícios compensam os custos);
- Ambientalmente aceitáveis (os impactos negativos e positivos ao meio ambiente devem ser determinados);
- Viáveis financeiramente (deve ser verificado que a alternativa pode vir a ser financiada);
- Legalmente aceitáveis e administrativamente possíveis (verificar se existem barreiras legais ou administrativas intransponíveis);



- Politicamente aceitáveis (na interação com as instituições e com o público em geral deve ser avaliado o potencial de aceitabilidade política).

Cabe ressaltar que tais características devem auxiliar a proposição de um conjunto de alternativas, e não apenas de uma única.

Além dos aspectos mencionados, o sucesso de adoção da abordagem sustentável reside na superação de barreiras e desafios que esbarram em aspectos legais e de regulação; na estrutura institucional de gestão das águas pluviais; na aversão ao risco; nos custos envolvidos; na resistência à mudança; na aceitação pública e nos requisitos envolvendo espaço físico para a sua implantação.

A partir desses desafios, foram propostas as medidas de gestão sustentável adiante apresentadas para o município de Socorro.

3 DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO DA MACRODRENAGEM

Com base nas informações apresentadas no Relatório RP2 – Definição de Critérios e Parâmetros de Projeto foram preparados os estudos hidrológicos e hidráulicos das bacias do município de Socorro, os quais são sintetizados a seguir.

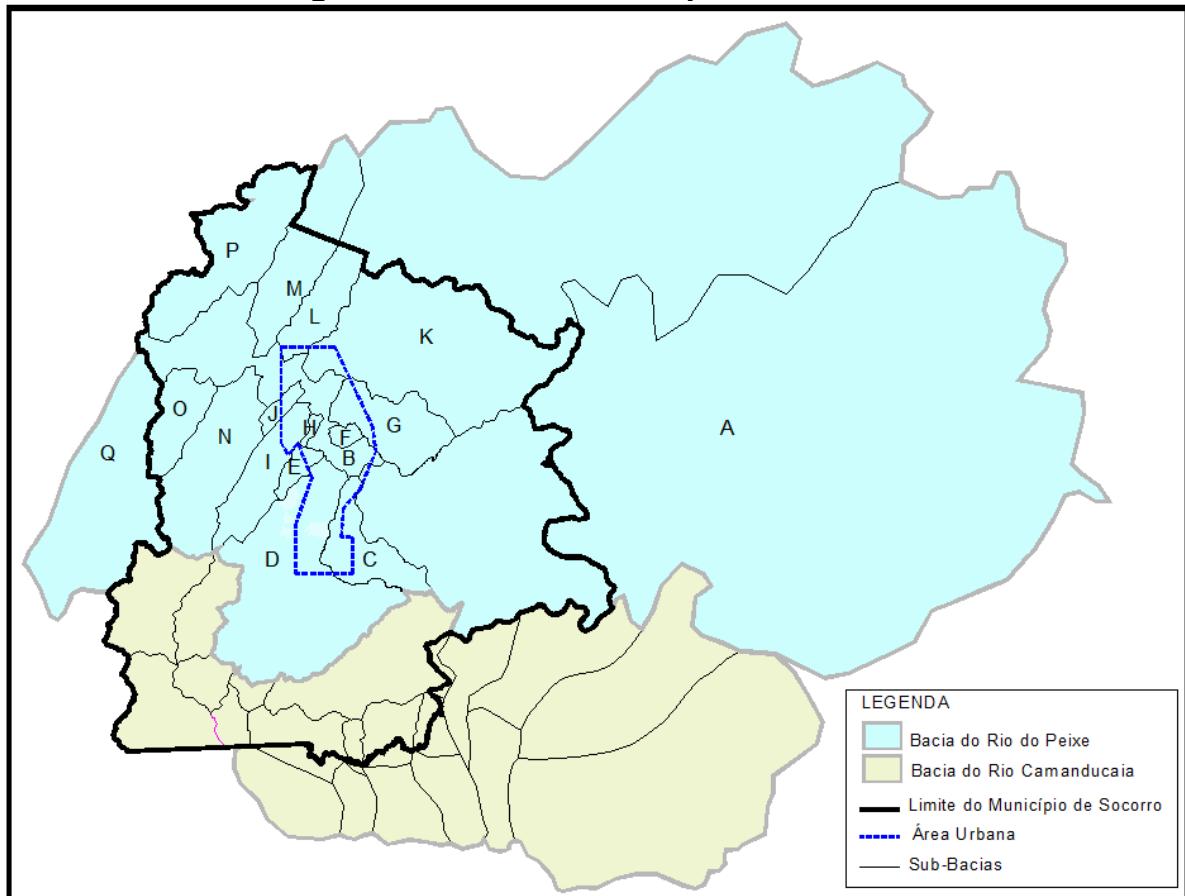
3.1 Estudos Hidrológicos

Para a determinação das vazões de projeto e verificação dos cursos d'água, foi utilizado o software HEC-HMS⁴.

A definição dos parâmetros que alimentam o modelo matemático aplicado a modelagem hidrológica, são adquiridos a partir das características locais da área. Neste sentido, o intuito de otimizar o estudo garantindo maior proximidade à realidade, as bacias do Rio do Peixe e Camanducaia foram divididas em 152 e 20 sub-bacias respectivamente, conforme **Figuras 3 a 7** que foram caracterizadas e serão descritas nos tópicos a seguir.

As **Figuras 8 e 9** a seguir, representam a topologia esquemática utilizada pelo Modelo Hidrológico HEC-HMS, cujo detalhamento permite estimar vazões de cheias máximas ao longo de todas as calhas fluviais de interesse.

Figura 3: Bacias do Município de Socorro.



⁴Hydrological Engineering Center's – Hydrological Modeling System – U.S. Army Corps of Engineers. Institute of Water Resources.Hydrological Engineering Center (www.hec.usace.army.mil).

Figura 4: Bacia do rio do Peixe – Área de montante.

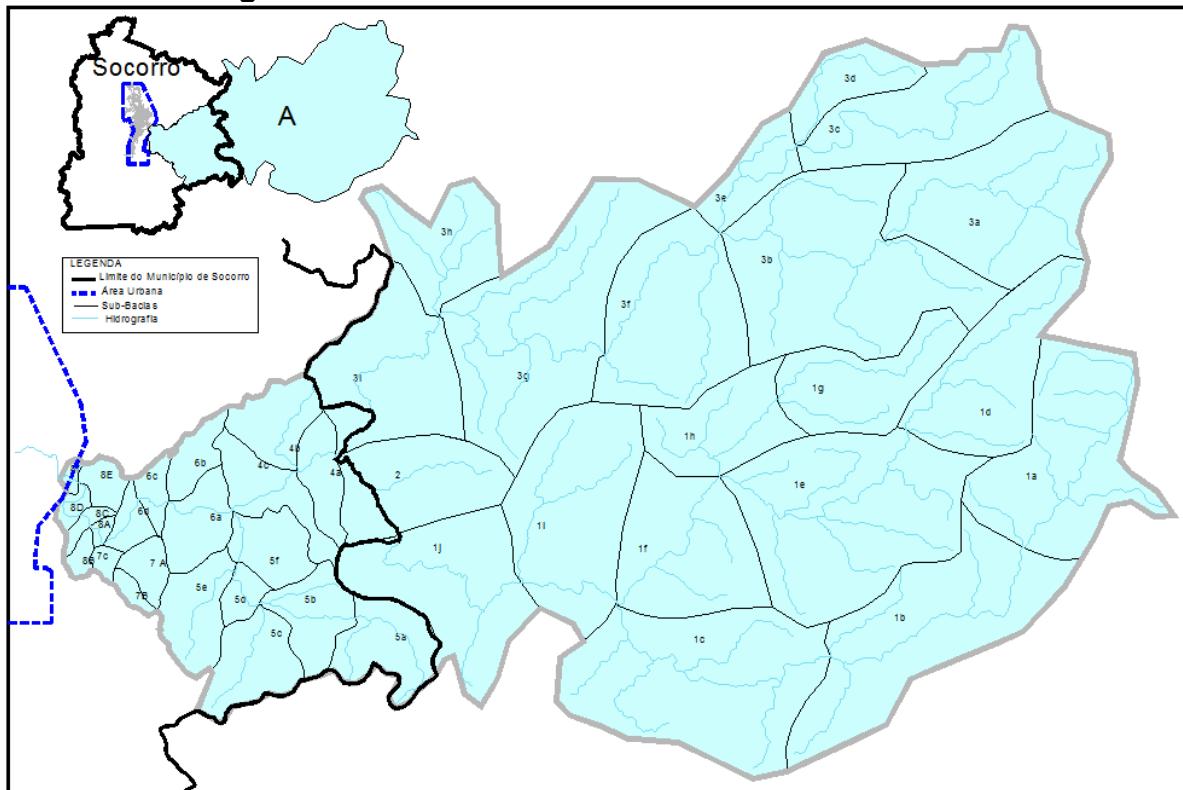


Figura 5: Bacia do rio do Peixe – Afluentes da margem direita.

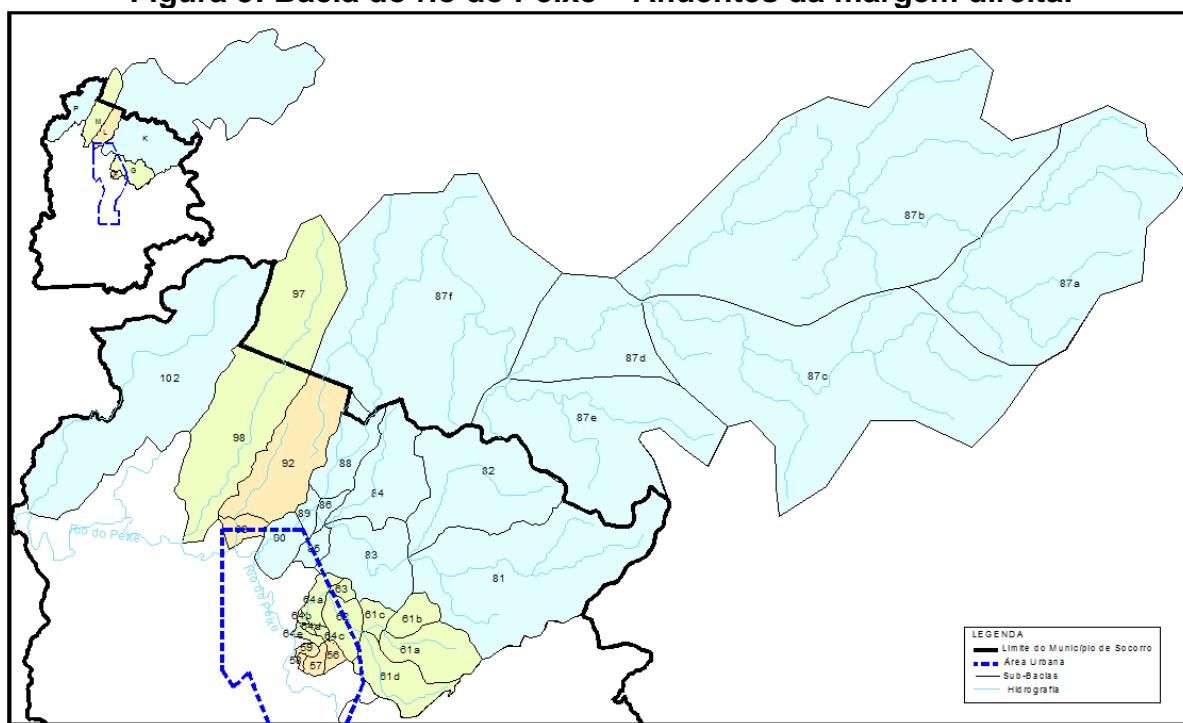


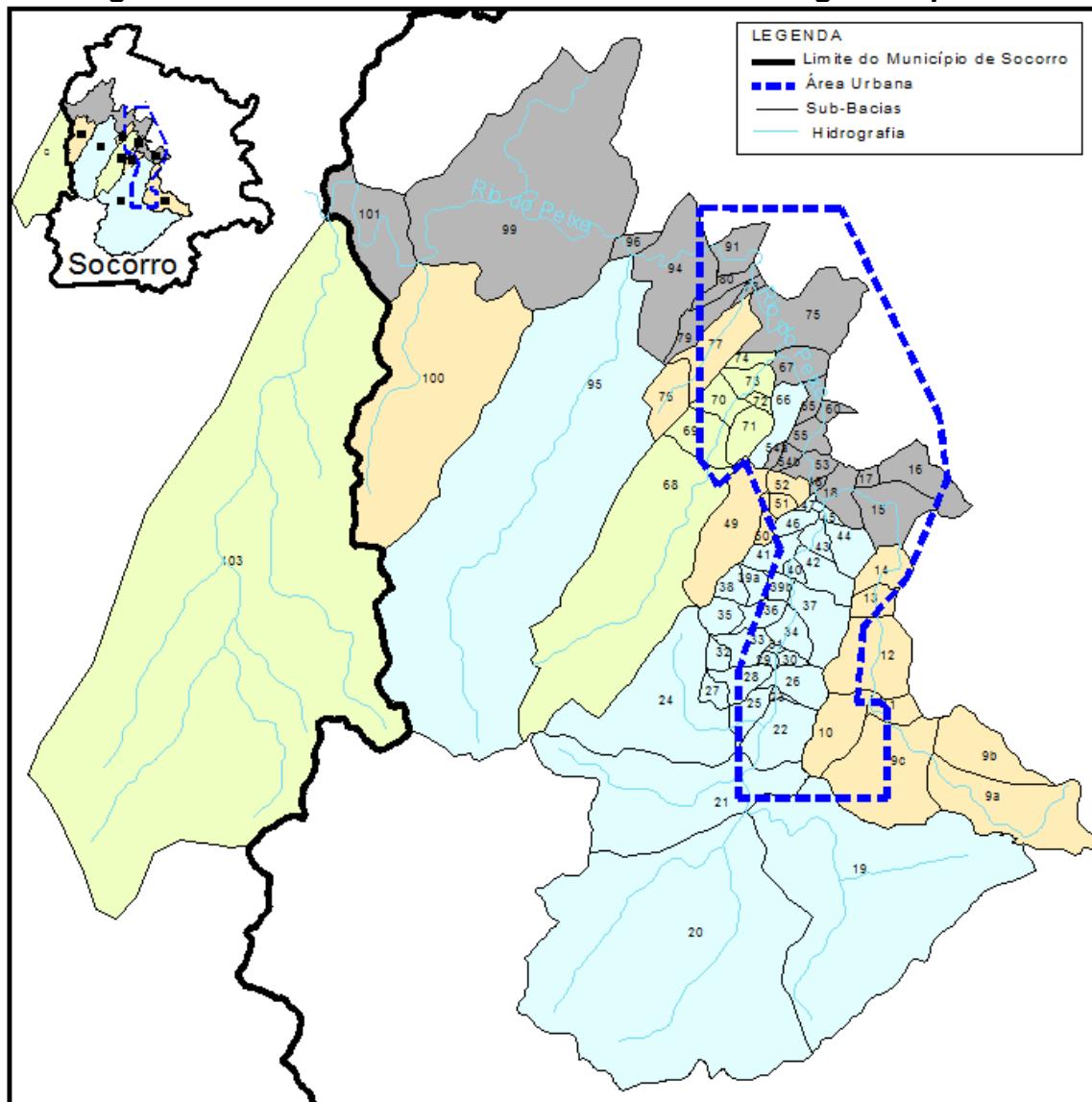
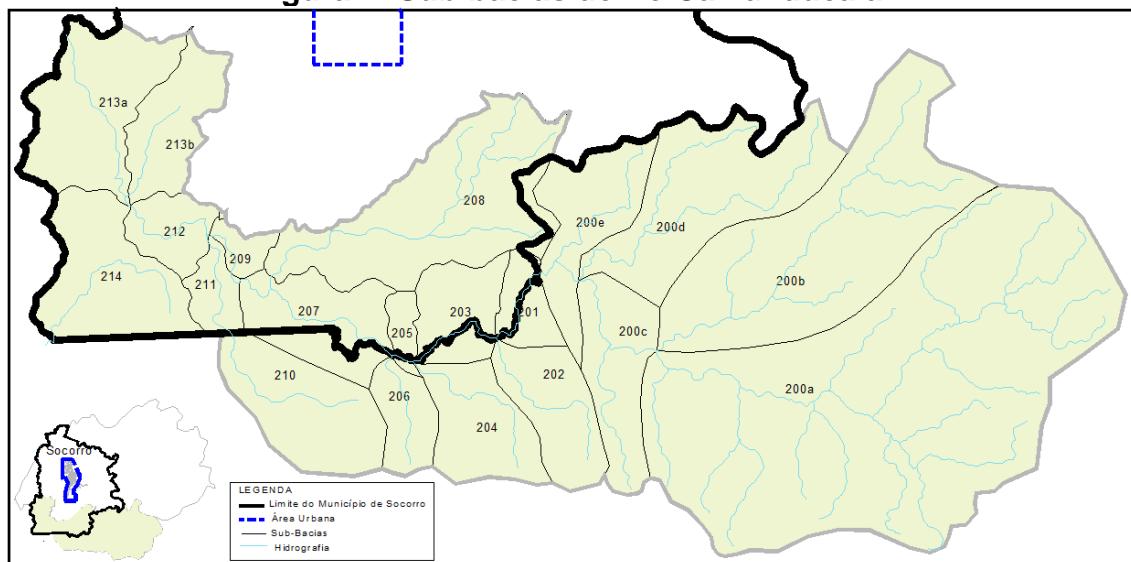
Figura 6: Bacia do rio do Peixe – Afluentes da margem esquerda.**Figura 7: Sub-bacias do rio Camanducaia.**

Figura 8: Diagrama Unifilar – Bacia rio do Peixe – Área de montante (Bacia A).

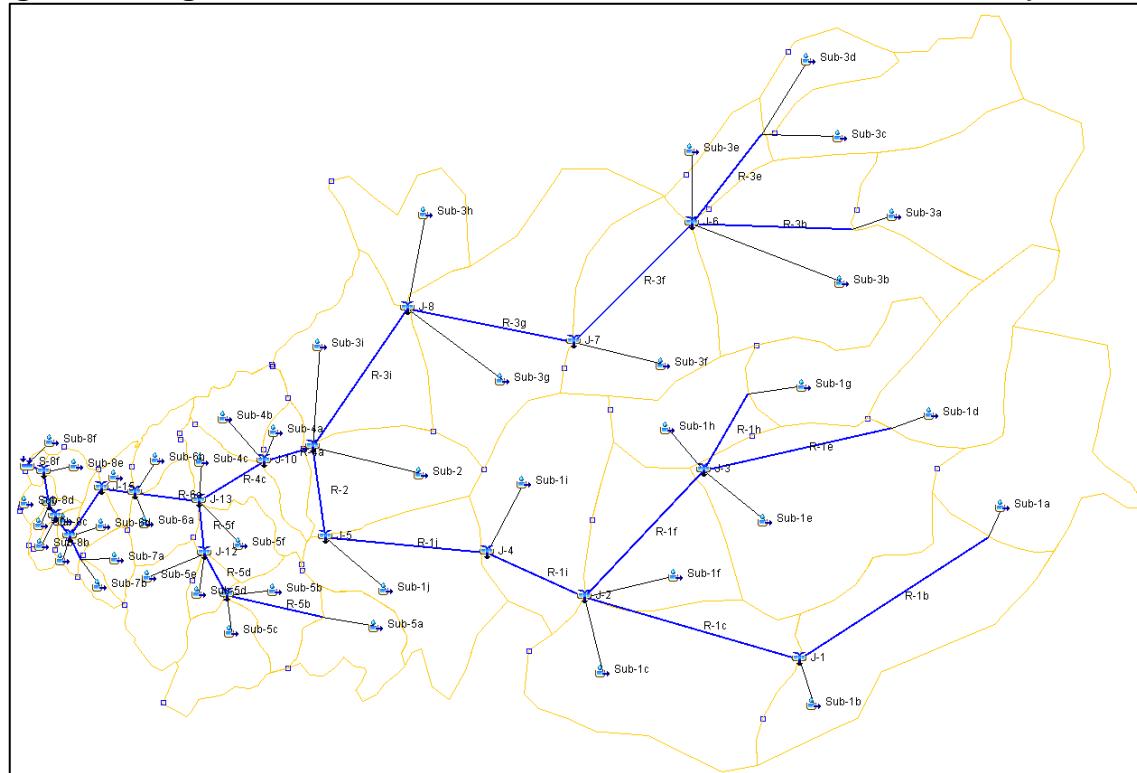
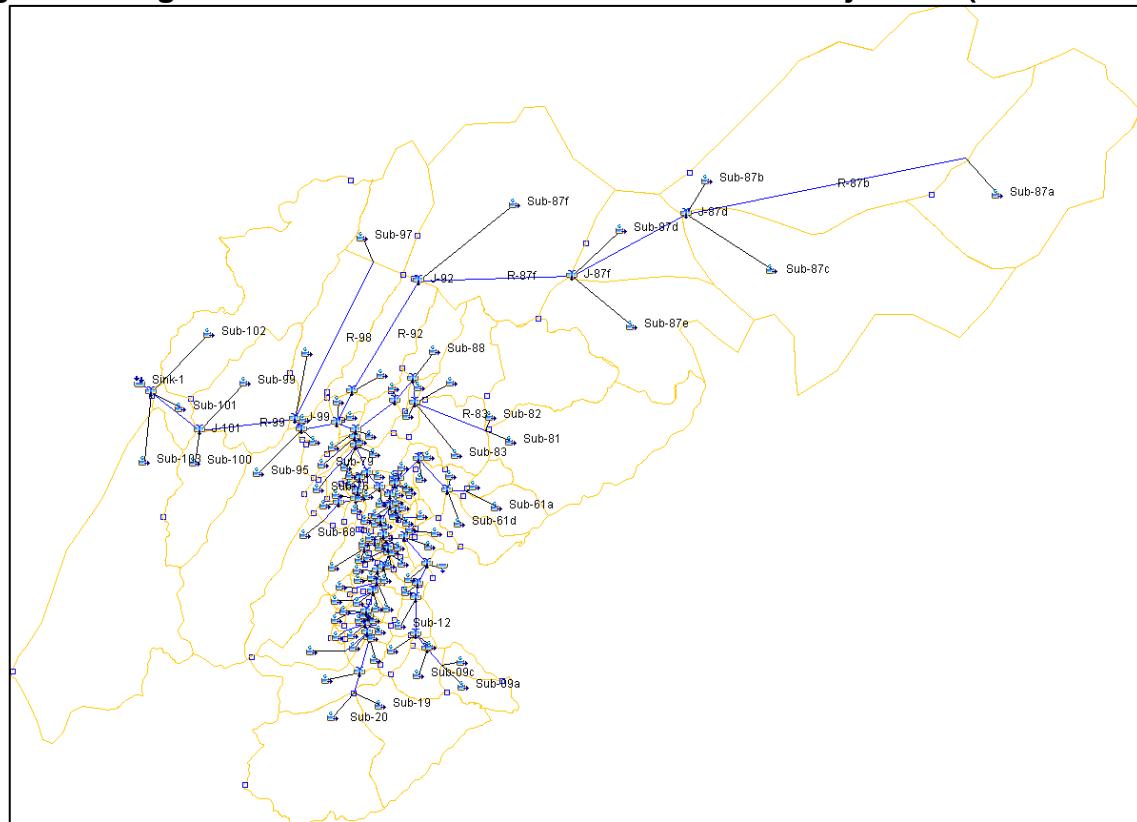


Figura 9: Diagrama Unifilar – Bacia rio do Peixe – Área de jusante (Bacias B a Q).



A tabela a seguir sintetiza as características por sub-bacia, calculados conforme os critérios e parâmetros de projetos apresentados no RP2.

Tabela 3: Características das Sub-bacias.

Sub-bacia	Área (km²)	% Área imp. (2020)	CN 2020	CN 2025	CN 2035	CN 2045	Extensão Canal (m)	Declividade	Velocidade (m/s)	Vel. Área Inc. (m/s)	Tc (min)	Lag Time	Observação
BACIA DO RIO DO PEIXE - ÁREA DE MONTANTE													
Sub-1a	26,26	4,02	65,75	65,76	65,78	65,79	12000	0,007	1	2	186,05	186,05	Cabeceira não urbanizada
Sub-1b	29,9	4,02	65,75	65,76	65,78	65,79	9000	0,002	1	2	75	74,17	Área incremental
Sub-1c	34,36	4,02	65,75	65,76	65,78	65,79	10000	0,024	1	2	83,33	83,33	Área incremental
Sub-1d	18,46	4,02	65,75	65,76	65,78	65,79	9000	0,026	1	2	88,14	88,14	Cabeceira não urbanizada
Sub-1e	35,45	4,02	65,75	65,76	65,78	65,79	9500	0,005	1	2	79,17	89,58	Área incremental
Sub-1f	19,12	4,02	65,75	65,76	65,78	65,79	6300	0,014	1	2	52,5	51,25	Área incremental
Sub-1g	13,78	4,02	65,75	65,76	65,78	65,79	8000	0,028	1	2	78,91	78,91	Cabeceira não urbanizada
Sub-1h	11,94	4,02	65,75	65,76	65,78	65,79	4000	0,008	1	2	33,33	43,33	Área incremental
Sub-1i	24,25	4,02	65,75	65,76	65,78	65,79	3900	0,019	1	2	32,5	82,92	Área incremental
Sub-1j	21,07	4,02	65,75	65,76	65,78	65,79	8000	0,012	1	2	66,67	58,33	Área incremental
Sub-2	14,466	3,7	65,64	65,65	65,65	65,65	3519	0,037	2,25	2	29,33	48,18	Área incremental
Sub-3a	26,43	3,79	65,67	65,68	65,68	65,68	8920	0,023	1	2	91,94	91,94	Cabeceira não urbanizada
Sub-3b	36,24	3,79	65,67	65,68	65,68	65,68	7033	0,011	1	2	58,61	74,3	Área incremental
Sub-3c	19,98	3,79	65,67	65,68	65,68	65,68	12870	0,02	1	2	128,14	128,14	Cabeceira não urbanizada
Sub-3d	6,64	3,79	65,67	65,68	65,68	65,68	7100	0,03	1	2	69,99	69,99	Cabeceira não urbanizada
Sub-3e	6	3,79	65,67	65,68	65,68	65,68	4939	0,012	1	2	41,16	42,25	Área incremental
Sub-3f	23,85	3,79	65,67	65,68	65,68	65,68	7220	0,008	1	2	60,17	80,92	Área incremental
Sub-3g	33,66	3,79	65,67	65,68	65,68	65,68	9116	0,012	1	2	75,97	102,15	Área incremental
Sub-3h	11,7	3,79	65,67	65,68	65,68	65,68	5398	0,041	2,25	2	49,92	49,92	Cabeceira não urbanizada
Sub-3i	18,88	3,79	65,67	65,68	65,68	65,68	8409	0,026	1	2	70,08	64,2	Área incremental
Sub-4a	4,31	3,74	65,66	65,66	65,66	65,65	1765	0,005	1	2	14,71	33,19	Área incremental
Sub-4b	5,92	3,74	65,66	65,66	65,66	65,65	4000	0,105	2,25	2	27,68	27,68	Cabeceira não urbanizada
Sub-4c	6,17	3,74	65,66	65,66	65,66	65,65	2700	0,021	1	2	22,5	36,25	Área incremental
Sub-5a	7,86	3,75	65,66	65,66	65,66	65,66	4870	0,067	2,25	2	38,18	38,18	Cabeceira não urbanizada
Sub-5b	6,2	3,75	65,66	65,66	65,66	65,66	3650	0,024	1	2	30,42	36,04	Área incremental
Sub-5c	7,46	3,75	65,66	65,66	65,66	65,66	4500	0,068	2,25	2	35,8	35,8	Cabeceira não urbanizada
Sub-5d	2,01	3,75	65,66	65,66	65,66	65,66	1815	0,08	2,25	2	15,13	15,86	Área incremental
Sub-5e	5,21	3,75	65,66	65,66	65,66	65,66	4250	0,104	2,25	2	29,1	29,1	Cabeceira não urbanizada
Sub-5f	6,63	3,75	65,66	65,66	65,66	65,66	2185	0,03	1	2	18,21	31,6	Área incremental
Sub-6a	5,36	3,78	65,67	65,67	65,67	65,67	2455	0,008	1	2	20,46	33,98	Área incremental
Sub-6b	3,06	3,78	65,67	65,67	65,67	65,67	4000	0,124	2,25	2	25,93	25,93	Cabeceira não urbanizada
Sub-6c	1,86	3,78	65,67	65,67	65,67	65,67	1150	0,009	1	2	9,58	20,79	Área incremental
Sub-6d	2	3,78	65,67	65,67	65,67	65,67	2000	0,013	1	2	16,67	20	Área incremental
Sub-7a	2,307	3,82	65,69	65,69	65,69	65,69	2000	0,182	2	2	13,11	13,11	Cabeceira não urbanizada
Sub-7b	0,949	3,82	65,69	65,69	65,69	65,68	1500	0,243	2	2	9,4	9,4	Cabeceira não urbanizada
Sub-7c	0,797	3,82	65,69	65,69	65,69	65,68	1000	0,067	1,5	2	8,33	13,61	Área incremental
Sub-7c	0,521	3,8	65,68	65,68	65,68	65,68	825	0,006	1	2	6,88	9,52	Área incremental

Sub-bacia	Área (km²)	% Área imp. (2020)	CN 2020	CN 2025	CN 2035	CN 2045	Extensão Canal (m)	Declividade	Velocidade (m/s)	Vel. Área Inc. (m/s)	Tc (min)	Lag Time	Observação
Sub-8b	0,937	3,8	65,68	65,68	65,68	65,68	1800	0,064	1,5	2	18,03	18,03	Cabeceira não urbanizada
Sub-8c	0,946	3,8	65,68	65,68	65,68	65,68	690	0,006	1	2	5,75	14,54	Área incremental
Sub-8d	1,036	3,8	65,68	65,68	65,68	65,68	1150	0,009	1	2	9,58	8,96	Área incremental
Sub-8e	1,903	3,8	65,68	65,68	65,68	65,68	1550	0,1	1,5	2	13,57	13,57	Cabeceira não urbanizada
Sub-8f	0,526	3,8	65,68	65,68	65,68	65,68	680	0,009	1	2	5,67	8,5	Área incremental
BACIA DO RIO DO PEIXE - ÁREA DE JUSANTE													
9a	1,516	3,85	65,69	65,7	65,7	65,69	3900	0,116	2,25	2	26,06	26,06	Cabeceira não urbanizada
9b	3,004	3,85	65,69	65,7	65,7	65,69	1500	0,295	2,25	2	8,72	8,72	Cabeceira não urbanizada
9c	3,142	3,85	65,69	65,7	65,7	65,69	1600	0,013	1	2	13,33	20,83	Área incremental
10	1,223	4,04	65,76	65,76	65,76	65,76	1680	0,062	2,25	2	17,36	17,36	Cabeceira não urbanizada
11	0,421	3,91	65,71	65,72	65,72	65,71	480	0,013	1	2	4	10,29	Área incremental
12	1,907	3,97	65,73	65,73	65,73	65,73	1470	0,015	1	2	12,25	13,21	Área incremental
13	0,423	4,12	65,78	65,79	65,79	65,78	650	0,003	1	2	5,42	7,21	Área incremental
14	0,619	5,85	66,37	66,38	66,38	66,36	1020	0,013	1	2	8,5	14,67	Área incremental
15	1,203	9,57	67,61	67,64	67,64	67,59	1750	0,003	1	2	14,58	13,92	Área incremental
16	1,053	5,15	66,13	66,14	66,14	66,12	1760	0,066	2,25	2	880	880	Cabeceira urbanizada
17	0,137	22,29	89,3	89,33	89,33	89,27	520	0,037	2,25	2	4,33	4,21	Área incremental
18	0,616	33,32	90,53	90,58	90,58	90,5	840	0,001	1	2	7	9,65	Área incremental
19	12,837	3,92	65,72	65,72	65,72	65,72	6900	0,069	2,25	2	49,46	49,46	Cabeceira não urbanizada
20	19,146	4,16	65,8	65,8	65,8	65,8	6400	0,046	2,25	2	54,47	54,47	Cabeceira não urbanizada
21	5,719	3,77	65,67	65,67	65,67	65,67	1000	0,001	1	2	8,33	42,17	Área incremental
22	1,235	4,76	66	66	66,01	65,99	1400	0,003	1	2	11,67	11,38	Área incremental
23	0,06	7,8	67,02	67,04	67,04	67,01	250	0,008	1	2	2,08	2,42	Área incremental
24	4,767	3,81	65,68	65,68	65,68	65,68	4250	0,099	2,25	2	29,63	29,63	Cabeceira não urbanizada
25	0,458	6,6	66,62	66,63	66,63	66,61	1400	0,009	1	2	11,67	8,63	Área incremental
26	0,666	5,12	66,12	66,13	66,13	66,11	300	0,003	1	2	2,5	10	Área incremental
27	0,255	4,52	65,92	65,92	65,93	65,92	570	0,281	2,25	2	4,22	4,22	Cabeceira não urbanizada
28	0,472	7,58	66,95	66,97	66,97	66,93	950	0,024	1	2	7,92	9,38	Área incremental
29	0,089	10,17	67,82	67,85	67,85	67,8	650	0,003	1	2	5,42	5,04	Área incremental
30	0,122	4,54	65,93	65,93	65,93	65,92	670	0,112	2,25	2	335	335	Cabeceira urbanizada
31	0,042	10,83	68,04	68,07	68,08	68,01	300	0,003	1	2	2,5	2,38	Área incremental
32	0,225	5,47	66,24	66,25	66,25	66,23	630	0,254	2,25	2	4,74	4,74	Cabeceira não urbanizada
33	0,478	7,82	67,03	67,05	67,05	67,01	900	0,04	2,25	2	7,5	7,75	Área incremental
34	0,483	7,25	66,84	66,85	66,86	66,82	720	0,002	1	2	6	7,58	Área incremental
35	0,433	4,9	66,05	66,05	66,05	66,04	1020	0,218	2,25	2	7,29	7,29	Cabeceira não urbanizada
36	0,374	13,05	68,79	68,83	68,83	68,75	970	0,031	2,25	2	8,08	5,3	Área incremental
37	1,045	4,96	66,07	66,07	66,07	66,06	1640	0	1	2	13,67	19,58	Área incremental
38	0,297	7,24	66,83	66,85	66,85	66,82	750	0,283	2,25	2	5,2	5,2	Cabeceira não urbanizada
39	0,478	25,97	89,71	89,75	89,75	89,68	1010	0,038	2,25	2	8,42	8,75	Área incremental
40	0,123	12,27	68,52	68,56	68,57	68,49	570	0,002	1	2	4,75	4,29	Área incremental

Sub-bacia	Área (km²)	% Área imp. (2020)	CN 2020	CN 2025	CN 2035	CN 2045	Extensão Canal (m)	Declividade	Velocidade (m/s)	Vel. Área Inc. (m/s)	Tc (min)	Lag Time	Observação
41	0,494	13,77	88,34	88,36	88,36	88,33	1060	0,169	2,25	2	8,27	8,27	Cabeceira não urbanizada
42	0,626	10,26	67,85	67,88	67,88	67,82	480	0,002	1	2	4	12,96	Área incremental
43	0,287	26,58	89,78	89,81	89,82	89,75	660	0,001	1	2	5,5	5,88	Área incremental
44	0,619	6,62	66,62	66,64	66,64	66,61	1250	0,06	2,25	2	625	625	Cabeceira urbanizada
45	0,081	19,21	88,95	88,98	88,98	88,93	270	0,002	1	2	2,25	3,13	Área incremental
46	0,276	51,63	92,58	92,66	92,66	92,53	950	0,085	2,25	2	475	475	Cabeceira urbanizada
47	0,101	48,16	92,19	92,27	92,27	92,14	380	0,003	1	2	3,17	3,88	Área incremental
48	0,049	38,46	91,11	91,16	91,17	91,07	195	0,002	1	2	1,63	2,23	Área incremental
49	1,995	3,83	65,69	65,69	65,69	65,68	2450	0,081	2,25	2	20,95	20,95	Cabeceira não urbanizada
50	0,224	8,41	67,23	67,25	67,25	67,21	300	0,09	2,25	2	2,5	5,76	Área incremental
51	0,174	36,59	90,9	90,95	90,95	90,86	480	0,052	2,25	2	4	2,76	Área incremental
52	0,325	43,23	91,64	91,71	91,71	91,6	490	0,015	1	2	4,08	7,17	Área incremental
53	0,363	54,04	92,85	92,94	92,94	92,79	613	0,001	1	2	5,11	7,22	Área incremental
54a	0,095	23,57	89,44	89,47	89,47	89,42	470	0,245	2,25	2	3,84	3,84	Cabeceira não urbanizada
54b	0,152	23,57	89,44	89,47	89,47	89,42	400	0,145	2,25	2	3,33	3,24	Área incremental
55	0,394	54,26	92,88	92,96	92,96	92,82	795	0,001	1	2	6,63	7,06	Área incremental
56	0,451	9	67,42	67,45	67,45	67,4	670	0,113	2,25	2	6,77	6,77	Cabeceira não urbanizada
57	0,507	59,3	93,44	93,53	93,53	93,38	840	0,013	1	2	7	6,67	Área incremental
58	0,12	85	96,32	96,32	96,32	96,32	300	0,04	2,25	2	2,5	2,22	Área incremental
59	0,253	53,06	92,74	92,82	92,83	92,68	210	0,029	1	2	105	105	Cabeceira urbanizada
60	0,164	49,17	92,31	92,38	92,38	92,25	350	0,001	1	2	2,92	3,54	Área incremental
61a	4,19	3,8	65,68	65,68	65,68	65,68	4089	0,12	2,25	2	26,66	26,66	Cabeceira não urbanizada
61b	1,588	3,8	65,68	65,68	65,68	65,68	2568	0,003	1	2	76,08	76,08	Cabeceira não urbanizada
61c	0,931	3,8	65,68	65,68	65,68	65,68	945	0,203	2,25	2	7,88	8,83	Área incremental
61d	3,945	3,8	65,68	65,68	65,68	65,68	4812	0,072	2,25	2	36,89	36,89	Cabeceira não urbanizada
62	2,009	5,36	66,2	66,21	66,21	66,2	2280	0,009	1	2	19	17,67	Área incremental
63	0,403	3,92	65,72	65,72	65,72	65,72	1000	0,07	2,25	2	11,1	11,1	Cabeceira não urbanizada
64a	1,042	10,1	67,79	67,83	67,83	67,77	1500	0,009	1	2	12,5	13,33	Área incremental
64b	0,112	10,1	67,79	67,83	67,83	67,77	300	0,007	1	2	2,5	3,75	Área incremental
64c	0,161	10,1	67,79	67,83	67,83	67,77	530	0,13	2,25	2	5,36	5,36	Cabeceira não urbanizada
64d	0,128	10,1	67,79	67,83	67,83	67,77	550	0,038	2,25	2	4,58	3,1	Área incremental
64e	0,302	10,1	67,79	67,83	67,83	67,77	550	0,008	1	2	4,58	10,04	Área incremental
65	0,257	25,31	89,63	89,67	89,67	89,61	610	0,001	1	2	5,08	5,25	Área incremental
66	0,693	5,23	66,16	66,17	66,17	66,15	1850	0,095	2,25	2	15,88	15,88	Cabeceira não urbanizada
67	0,611	8,35	67,2	67,23	67,23	67,19	740	0,001	1	2	6,17	8,04	Área incremental
68	9,853	3,87	65,7	65,7	65,7	65,7	6000	0,07	2,25	2	44,17	44,17	Cabeceira não urbanizada
69	0,847	4,46	65,9	65,9	65,9	65,89	900	0,008	1	2	7,5	10,25	Área incremental
70	0,51	4,94	66,06	66,07	66,07	66,06	750	0,021	1	2	6,25	7,88	Área incremental
71	0,601	4,19	65,81	65,81	65,81	65,81	1200	0,131	2,25	2	10,04	10,04	Cabeceira não urbanizada
72	0,119	4,81	66,02	66,02	66,02	66,01	275	0,004	1	2	2,29	3,9	Área incremental

Sub-bacia	Área (km²)	% Área imp. (2020)	CN 2020	CN 2025	CN 2035	CN 2045	Extensão Canal (m)	Declividade	Velocidade (m/s)	Vel. Área Inc. (m/s)	Tc (min)	Lag Time	Observação
73	0,458	4,99	66,08	66,08	66,08	66,07	560	0,014	1	2	4,67	6,5	Área incremental
74	0,216	5	66,08	66,09	66,09	66,07	350	0	1	2	2,92	5,92	Área incremental
75	2,328	5,05	66,1	66,11	66,11	66,09	1600	0,001	1	2	13,33	19,33	Área incremental
76	0,833	3,93	65,72	65,72	65,72	65,72	660	0,37	2,25	2	4,25	4,25	Cabeceira não urbanizada
77	1,195	4,68	65,97	65,98	65,98	65,97	1970	0,012	1	2	37,3	37,3	Cabeceira não urbanizada
78	0,113	5,21	66,15	66,16	66,16	66,15	450	0,016	1	2	3,75	3,13	Área incremental
79	0,605	4,52	65,92	65,92	65,92	65,92	1700	0,114	2,25	2	13,84	13,84	Cabeceira não urbanizada
80	0,314	4,77	66	66,01	66,01	66	425	0,002	1	2	3,54	7,31	Área incremental
81	23,799	3,75	65,66	65,66	65,66	65,66	11000	0,064	2,25	2	72,88	72,88	Cabeceira não urbanizada
82	13,259	3,9	65,71	65,71	65,71	65,71	8000	0,065	2,25	2	56,54	56,54	Cabeceira não urbanizada
83	6,637	3,96	65,73	65,73	65,73	65,73	5700	0,007	1	2	47,5	36,58	Área incremental
84	6,967	4,03	65,75	65,75	65,75	65,75	5700	0,064	2,25	2	47,5	55,35	Área incremental
85	0,925	3,88	65,7	65,7	65,7	65,7	1650	0,077	2,25	2	15,74	15,74	Cabeceira não urbanizada
86	0,597	3,86	65,7	65,7	65,7	65,7	1300	0,002	1	2	10,83	12,25	Área incremental
87a	38,025	3,98	65,74	65,74	65,74	65,74	8194	0,041	2,25	2	68,6	68,6	Cabeceira não urbanizada
87b	66,329	3,98	65,74	65,74	65,74	65,74	15364	0,031	2,25	2	128,03	89,29	Área incremental
87c	47,398	3,98	65,74	65,74	65,74	65,74	17819	0,03	2,25	2	140,72	140,72	Cabeceira não urbanizada
87d	12,641	3,98	65,74	65,74	65,74	65,74	6786	0,01	1	2	56,55	47,44	Área incremental
87e	23,116	3,98	65,74	65,74	65,74	65,74	9361	0,046	2,25	2	73,03	73,03	Cabeceira não urbanizada
87f	42,859	3,98	65,74	65,74	65,74	65,74	15323	0,007	1	2	127,69	111,35	Área incremental
88	4,098	3,84	65,69	65,69	65,69	65,69	3600	0,049	2,25	2	34,26	34,26	Cabeceira não urbanizada
89	0,735	3,86	65,7	65,7	65,7	65,7	1100	0,002	1	2	9,17	8,67	Área incremental
90	2,286	4,18	65,8	65,81	65,81	65,8	2250	0,003	1	2	18,75	20,79	Área incremental
91	0,627	4,03	65,75	65,75	65,75	65,75	1335	0,001	1	2	11,13	11,4	Área incremental
92	9,178	3,86	65,7	65,7	65,7	65,7	11500	0,007	1	2	95,83	65,58	Área incremental
93	1,098	3,89	65,71	65,71	65,71	65,71	1350	0,001	1	2	11,25	12,71	Área incremental
94	2,678	4,27	65,84	65,84	65,84	65,83	2200	0	1	2	18,33	22,83	Área incremental
95	24,747	4,1	65,78	65,78	65,78	65,78	11000	0,043	2,25	2	84,62	84,62	Cabeceira não urbanizada
96	0,294	3,9	65,71	65,71	65,71	65,71	540	0,002	1	2	4,5	5,42	Área incremental
97	9,738	3,79	65,67	65,67	65,67	65,67	5650	0,056	2,25	2	45,99	45,99	Cabeceira não urbanizada
98	12,97	3,79	65,67	65,67	65,67	65,67	7700	0,006	1	2	64,17	51,42	Área incremental
99	13,189	3,9	65,71	65,71	65,71	65,71	6300	0,003	1	2	52,5	58,33	Área incremental
100	10,037	3,92	65,72	65,72	65,72	65,72	6500	0,068	2,25	2	47,37	47,37	Cabeceira não urbanizada
101	2,366	4,04	65,76	65,76	65,76	65,75	4700	0,006	1	2	97,14	97,14	Cabeceira não urbanizada
102	27,402	3,82	65,68	65,69	65,69	65,68	14200	0,028	1	2	121,61	121,61	Cabeceira não urbanizada
103	45,009	3,79	65,67	65,67	65,67	65,67	14300	0,031	2,25	2	117,17	117,17	Cabeceira não urbanizada
BACIA DO RIO DO CAMANDUCAIA													
214	15,67	3,98	65,74	65,74	65,74	65,74	8200	0,001	1	2	68,33	70,83	Área incremental
212	5,36	3,94	65,72	65,73	65,73	65,72	212	0,005	1	2	1,77	14,22	Área incremental
213a	16,87	3,87	65,70	65,70	65,70	65,70	6100	0,060	2,25	2	47,47	47,47	Cabeceira não urbanizada

Sub-bacia	Área (km2)	% Área imp. (2020)	CN 2020	CN 2025	CN 2035	CN 2045	Extensão Canal (m)	Declividade	Velocidade (m/s)	Vel. Área Inc. (m/s)	Tc (min)	Lag Time	Observação
213b	9,41	3,87	65,70	65,70	65,70	65,70	6100	0,060	2,25	2	47,47	47,47	Cabeceira não urbanizada
209	2,15	4,02	65,75	65,75	65,75	65,75	3400	0,002	1	2	28,33	20,00	Área incremental
211	3,65	3,94	65,72	65,72	65,72	65,72	3950	0,024	1	2	48,45	48,45	Cabeceira não urbanizada
210	14,37	4,27	65,84	65,85	65,85	65,85	6200	0,025	1	2	67,27	67,27	Cabeceira não urbanizada
207	11,90	4,02	65,75	65,75	65,76	65,75	9350	0,006	1	2	158,91	158,91	Cabeceira não urbanizada
208	28,78	4,01	65,75	65,75	65,75	65,75	15500	0,032	2,25	2	123,86	123,86	Cabeceira não urbanizada
205	2,08	3,83	65,69	65,69	65,69	65,69	720	0,006	1	2	6,00	20,50	Área incremental
206	5,44	3,90	65,71	65,71	65,72	65,72	4300	0,047	2,25	2	39,66	39,66	Cabeceira não urbanizada
203	7,88	3,81	65,68	65,68	65,68	65,68	3600	0,004	1	2	30,00	38,75	Área incremental
204	10,54	3,79	65,67	65,67	65,67	65,67	6790	0,026	1	2	71,30	71,30	Cabeceira não urbanizada
201	4,42	3,79	65,67	65,67	65,67	65,67	3100	0,005	1	2	25,83	22,92	Área incremental
202	10,01	3,82	65,69	65,69	65,69	65,68	7400	0,042	2,25	2	63,27	63,27	Cabeceira não urbanizada
200a	100,96	4,01	65,75	65,69	65,69	65,68	18220	0,025	1	2	153,69	153,69	Cabeceira não urbanizada
200b	41,11	4,01	65,75	65,69	65,69	65,68	13629	0,034	2,25	2	109,91	109,91	Cabeceira não urbanizada
200c	11,67	4,01	65,75	65,69	65,69	65,68	4650	0,015	1	2	38,75	65,79	Área incremental
200d	23,2	4,01	65,75	65,69	65,69	65,68	12590	0,034	2,25	2	102,92	102,92	Cabeceira não urbanizada
200e	11,82	4,01	65,75	65,69	65,69	65,68	1827	0,216	2,25	2	15,23	52,37	Área incremental

Resultados – Vazões de Projeto

Os resumos de vazões máximas estimadas para as seções principais e pontos de interesse das bacias hidrográficas são apresentadas nas tabelas a seguir para os períodos de retorno – TR igual a 2, 5, 10, 25, 50 e 100 anos.

Tabela 4: Rio do Peixe – Vazões máximas para os TR = 2, 5, 10, 25 50 e 100 anos (área de montante – Bacia A).

D = 4h		Qmáx (m³/s)					
Cenário		TR100	TR50	TR25	TR10	TR5	TR2
2020 (Atual)		457,50	394,20	328,70	237,10	162,00	66,60
2025		457,70	394,40	328,90	237,30	162,10	66,60
2035		457,90	394,60	329,10	237,40	162,20	66,70
2045		458,00	394,80	329,20	237,50	162,30	66,70

Tabela 5: Rio do Peixe – Vazões máximas para os TR = 2, 5, 10, 25 50 e 100 anos.

D = 4h		Qmáx (m³/s)					
Cenário		TR100	TR50	TR25	TR10	TR5	TR2
Atual (2020)		683.90	646.60	609.50	559.60	519.60	466.90
2025		684.10	646.80	609.70	559.80	519.80	467.10
2035		684.30	647.00	609.90	560.00	520.00	467.30
2045		684.40	647.10	610.00	560.10	520.10	467.40

Tabela 6: Afluentes do rio do Peixe – Vazões máximas para os TR = 2, 5, 10, 25 50 e 100 anos.

Sub-bacia	Duração Crítica (h)	Qmáx (m³/s)					
		100	50	25	10	5	2
Cenário Atual - 2020							
C	2	78.1	63.2	49.1	32	20.2	6.6
D	2	198.9	161	125.1	81.6	52.19	17.3
E*	0.5	26.4	23.7	21.1	17.5	14.6	10.3
F	1	25.4	22.2	19	14.8	11.6	7.2
G	2	67.9	55	42.7	27.7	17.5	5.8
H*	0.5	17.8	16	14.2	11.8	9.9	7
I	2	57.6	46.6	36.2	23.5	14.9	4.9
J	2	8.2	6.6	5.1	3.3	2.1	0.7
K	2	167.1	135	104.7	67.9	42.9	14.1
L	2	179.2	152.7	125.4	87.8	57.5	20.7
M	2	115.8	93.6	73	47.6	30	9.9
N	2	138.3	111.9	87	56.5	35.8	11.7
O	2	85.2	69.1	54	35.2	22.4	7.4
P	2	111.2	89.9	69.8	45.3	28.6	9.3
Q	2	188.7	152.5	118.4	76.9	48.5	15.8

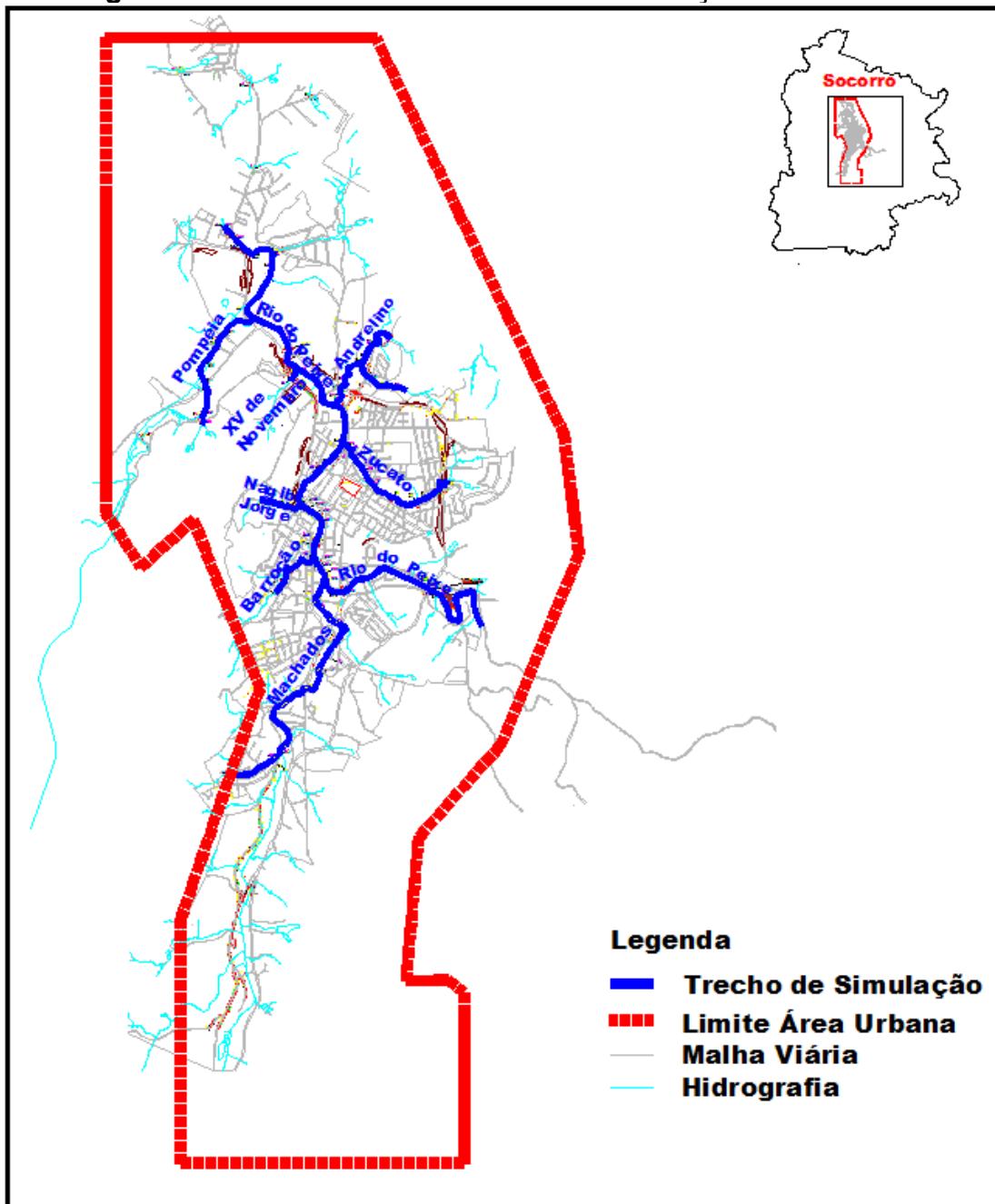
* Vazões calculadas pelo Método Racional Modificado, em virtude da área de drenagem ser inferior a 3 km².

3.2 Estudos Hidráulicos

O estudo hidráulico foi desenvolvido conforme critérios e parâmetros de projeto, apresentados no Relatório RP2. As simulações foram realizadas no modelo Hec-Ras, e os resultados obtidos serão apresentados a seguir.

A figura abaixo consolida os trechos simulados. Não foi possível simular todos os trechos juntos; desta forma, foram divididos em trechos menores e serão apresentados conforme nomenclatura da figura.

Figura 10: Trechos considerados nas simulações hidráulicas.



CENÁRIO ATUAL – 2020

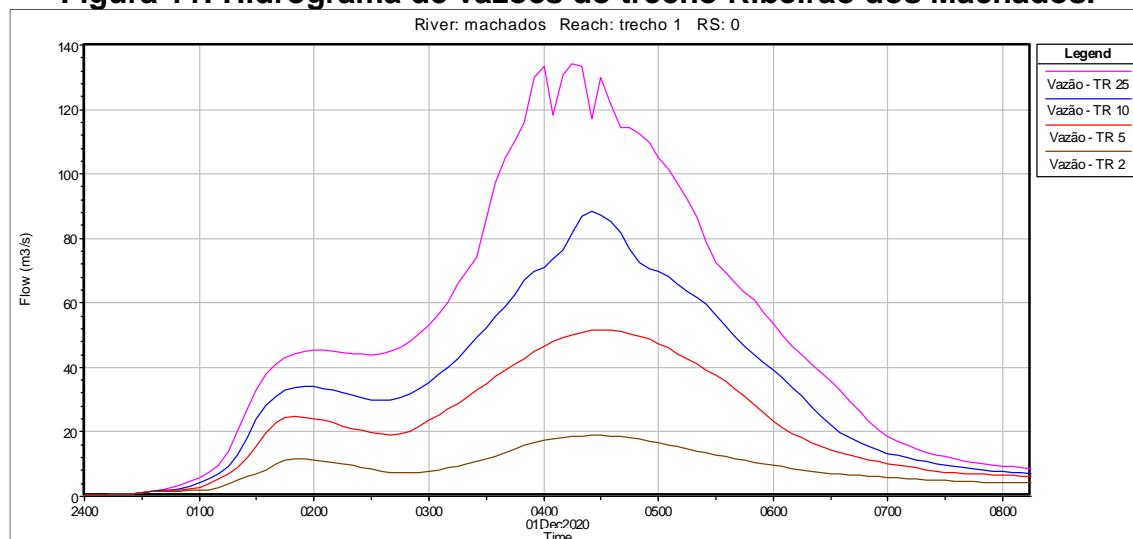
O cenário atual considera a urbanização atual, para o ano de 2020. As vazões de entrada no modelo hidráulico foram obtidas a partir das simulações do modelo hidrológico. As informações de seção transversal dos trechos, bem como das travessias, foram baseadas nos arquivos de topografia realizados.

As condições de contorno adotadas para a seção final de cada trecho simulado foram as declividades respectivas. Apenas nas situações onde foi considerado remanso, a condição de contorno adotada foi a altura do nível d'água.

3.2.1 Córrego dos Machados

A partir da simulação para o Ribeirão dos Machados, obteve-se os hidrogramas apresentados a seguir, para a seção final do canal. Neste ponto, a vazão apresentada já considera o amortecimento ocorrido ao longo do trecho. Os períodos de retorno analisados foram de 2 até 25 anos.

Figura 11: Hidrograma de vazões do trecho Ribeirão dos Machados.



As figuras a seguir representam a configuração das travessias simuladas.

Figura 12: Ponte rua Voluntários da Pátria.

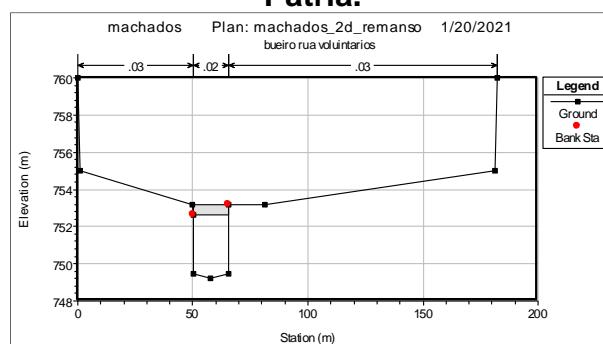


Figura 13: Ponte da rua Tiradentes.

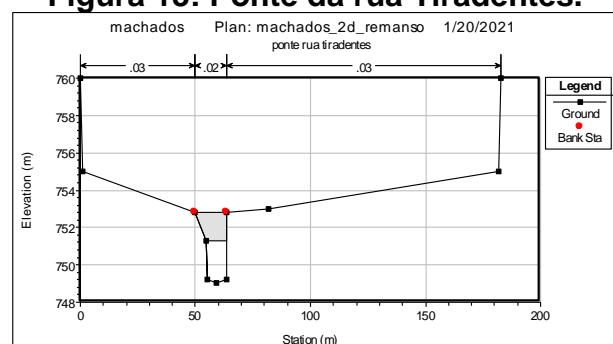


Figura 14: Ponte da rua Joaquim Souza Pinto.

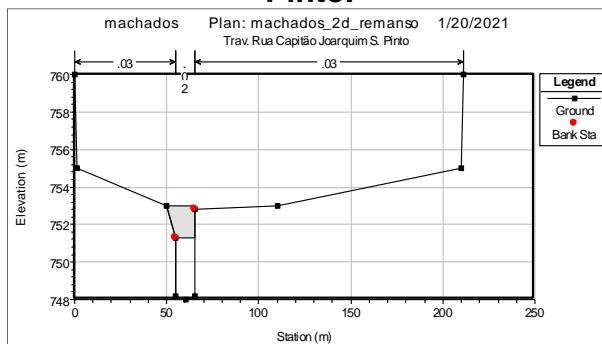


Figura 15: Ponte da rua João Leonardelli.

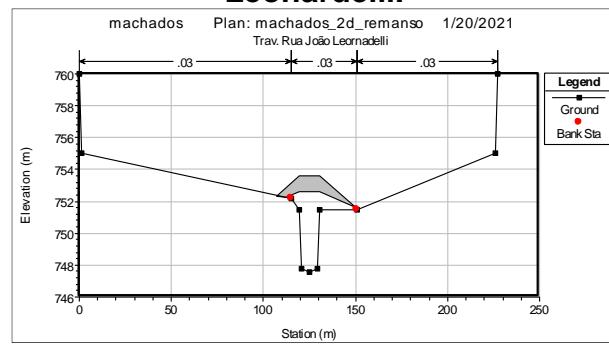
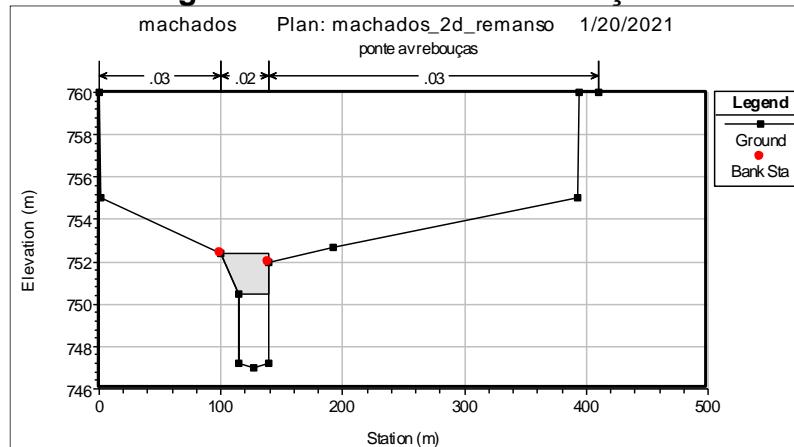
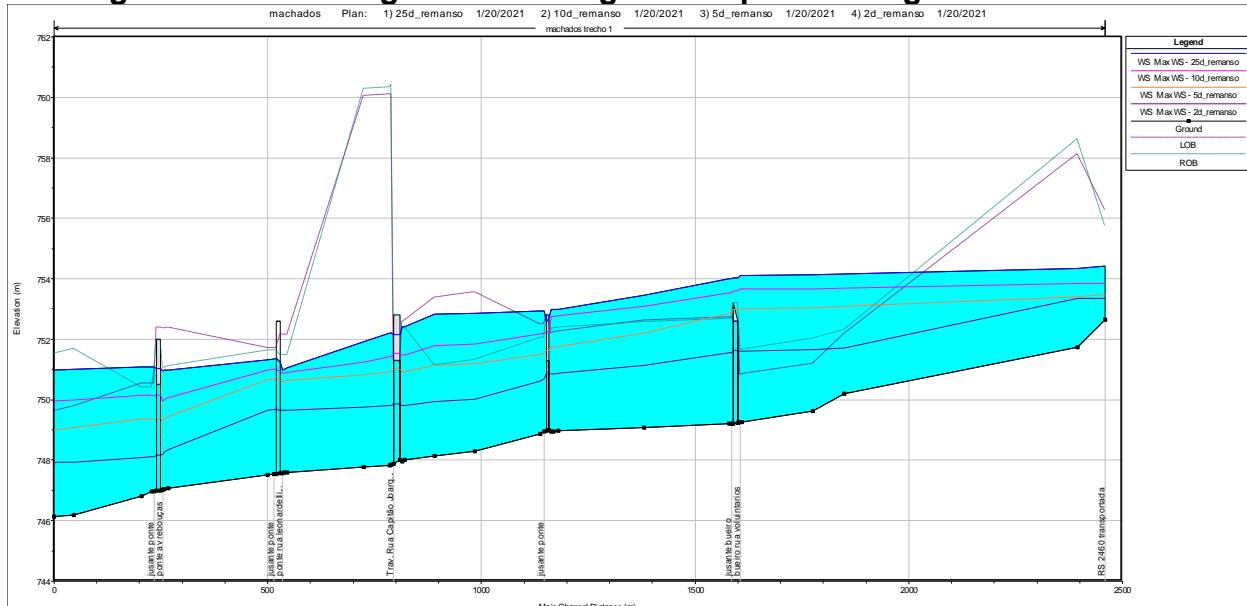


Figura 16: Ponte da av. Rebouças.



A seguir, apresenta-se o perfil longitudinal do canal. Os primeiros 500 metros (montante) apresentam um escoamento sem extravasamento, para períodos de retorno de até 25 anos.

Figura 17: Perfil longitudinal – Diagnóstico para Córrego dos Machados.



Em torno da primeira travessia, já ocorre um transbordamento a partir do TR 2 anos na margem esquerda do canal, e para TR 5 anos, em ambas as margens. No trecho final,

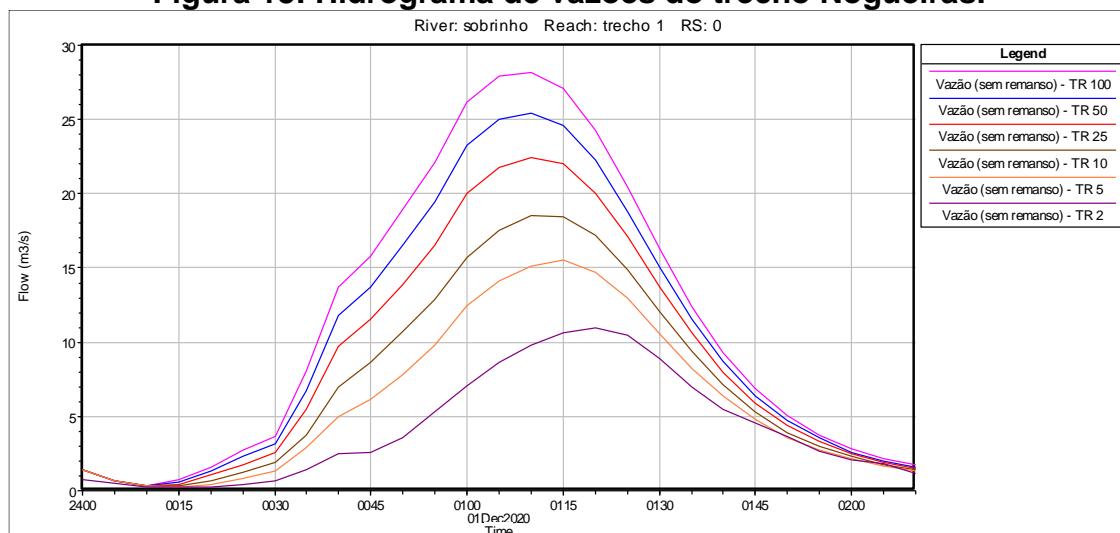
as duas últimas travessias aparecam ser suficientes para escoar o volume de água de TRs até 25 anos, de modo que o nível d'água não atinge o topo do canal.

A jusante da última travessia, observa-se que ocorre um pequeno transbordamento a partir do TR 10 anos. Ressalta-se que a condição de contorno adotada para a seção final foi o nível de remanso do rio do Peixe, condição que condiciona a altura da lâmina d'água no canal: nos 500m finais, o nível da água eleva-se até ficar mais alto que o nível do escoamento natural.

3.2.2 Córrego dos Nogueiras

Para o trecho do Córrego dos Nogueiras (Barrocão), o hidrograma resultante na seção final do canal é apresentado na figura a seguir, para todos os TRs.

Figura 18: Hidrograma de vazões do trecho Nogueiras.



A figura a seguir apresenta os níveis d'água adotados como condição de remanso para a seção final. Posteriormente, tem-se as seções nas travessias.

Figura 19: Condição de contorno de jusante: altura do nível d'água do rio do Peixe.

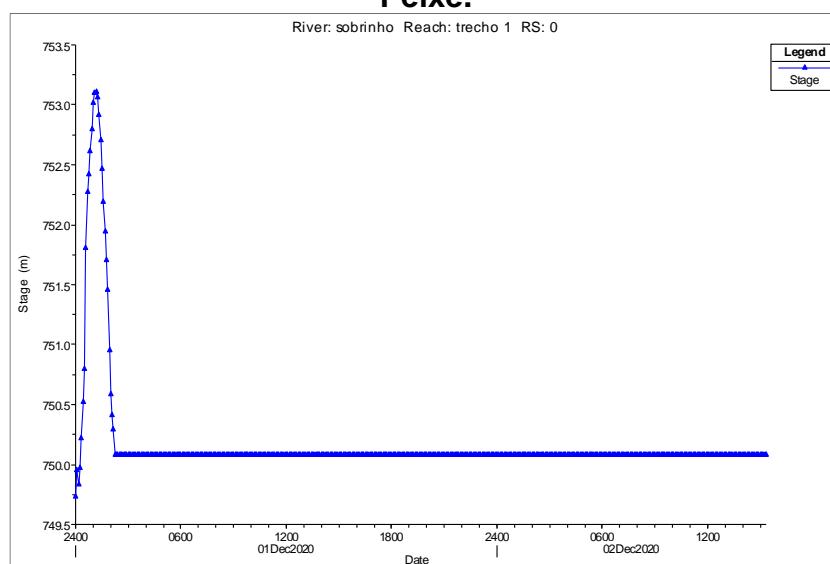


Figura 20: Travessia RS 442 - Trecho de montante.

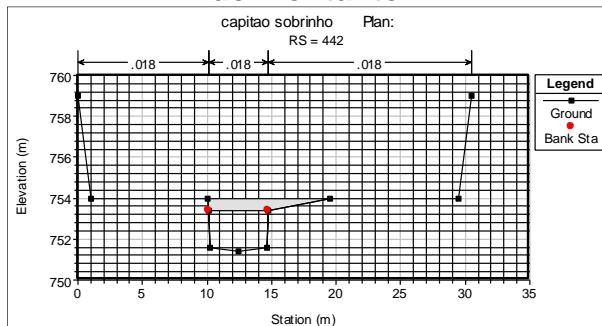


Figura 21: Travessia RS 392 - Trecho de montante.

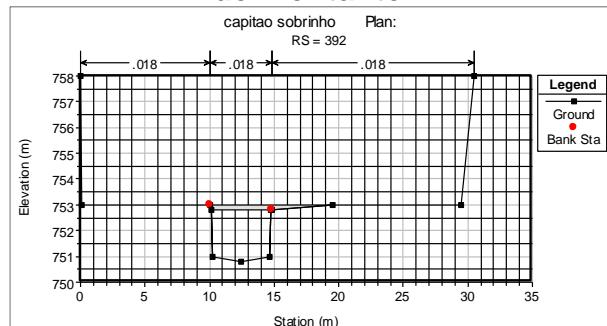


Figura 22: Travessia RS 266 - Trecho de montante.

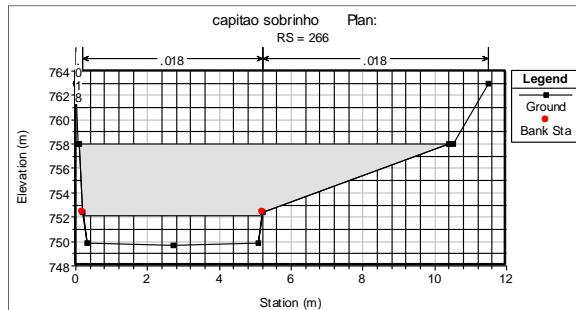


Figura 23: Bueiro RS 213 - Trecho jusante.

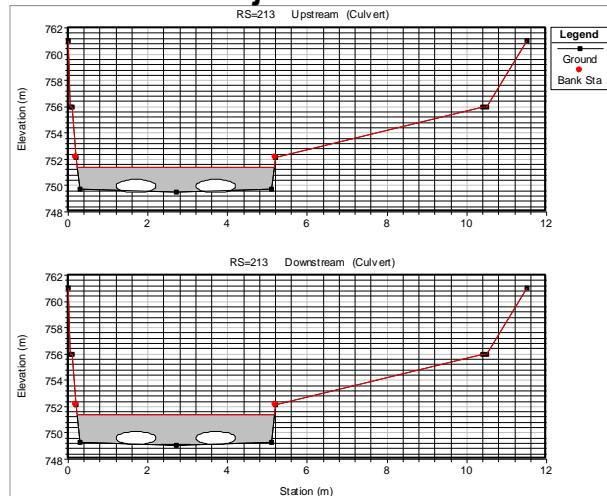
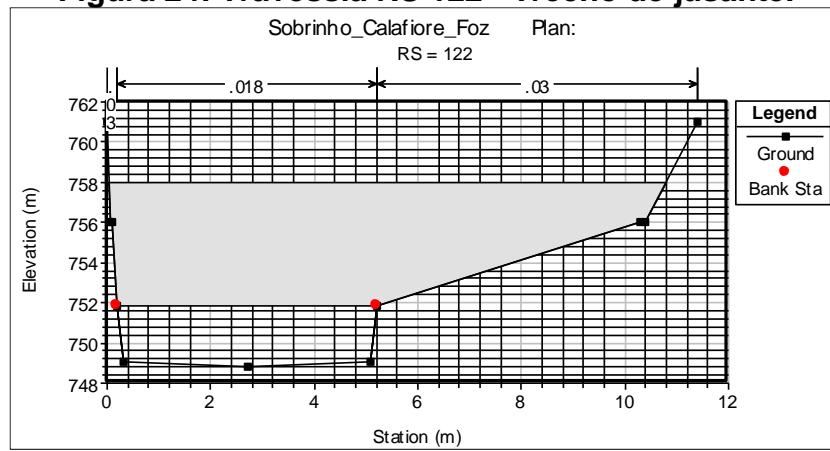
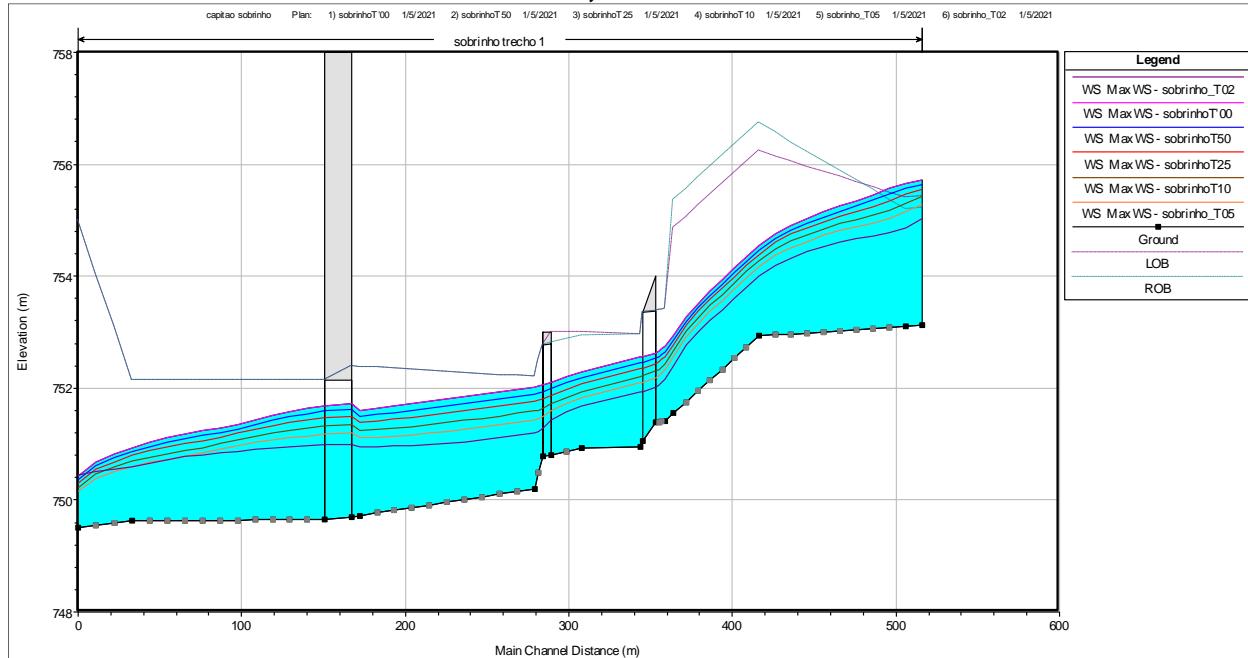


Figura 24: Travessia RS 122 - Trecho de jusante.



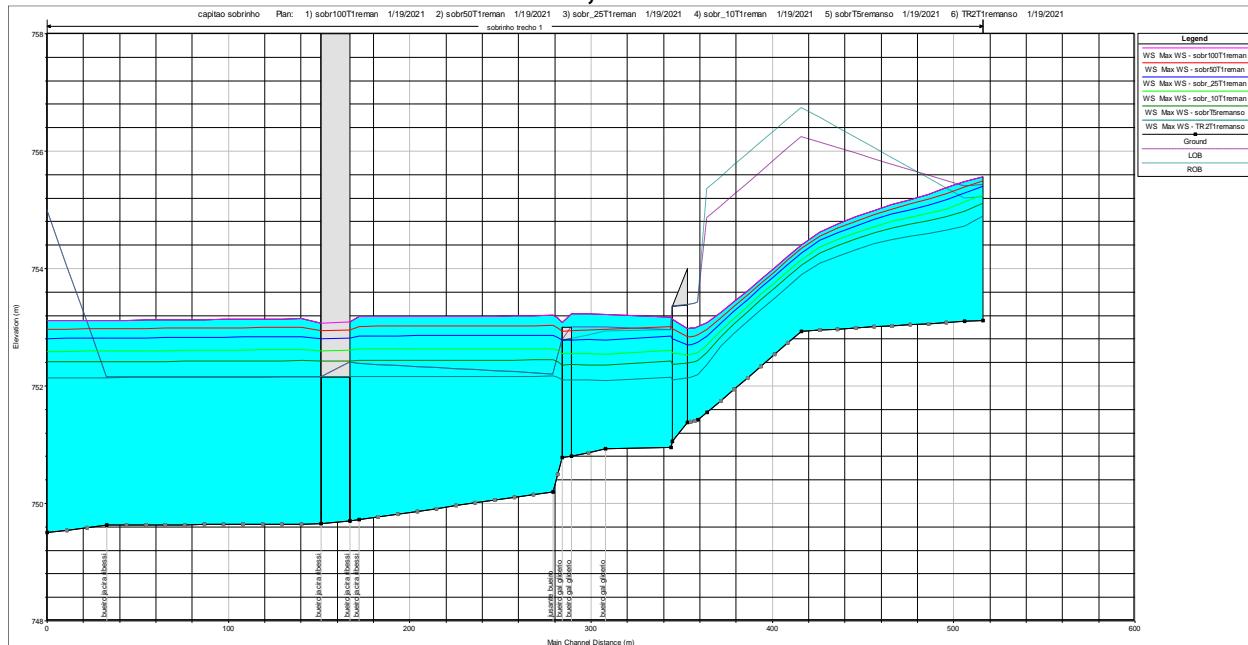
O perfil longitudinal a seguir (condição de contorno: declividade normal) apresenta o canal com escoamento dentro dos limites máximos, sem apresentar extravasamento; apenas nos primeiros 20 metros iniciais, ocorre um transbordamento a partir do TR 10 anos.

Figura 25: Perfil longitudinal – Diagnóstico para Córrego Nogueiras – Trecho de montante, sem remanso.



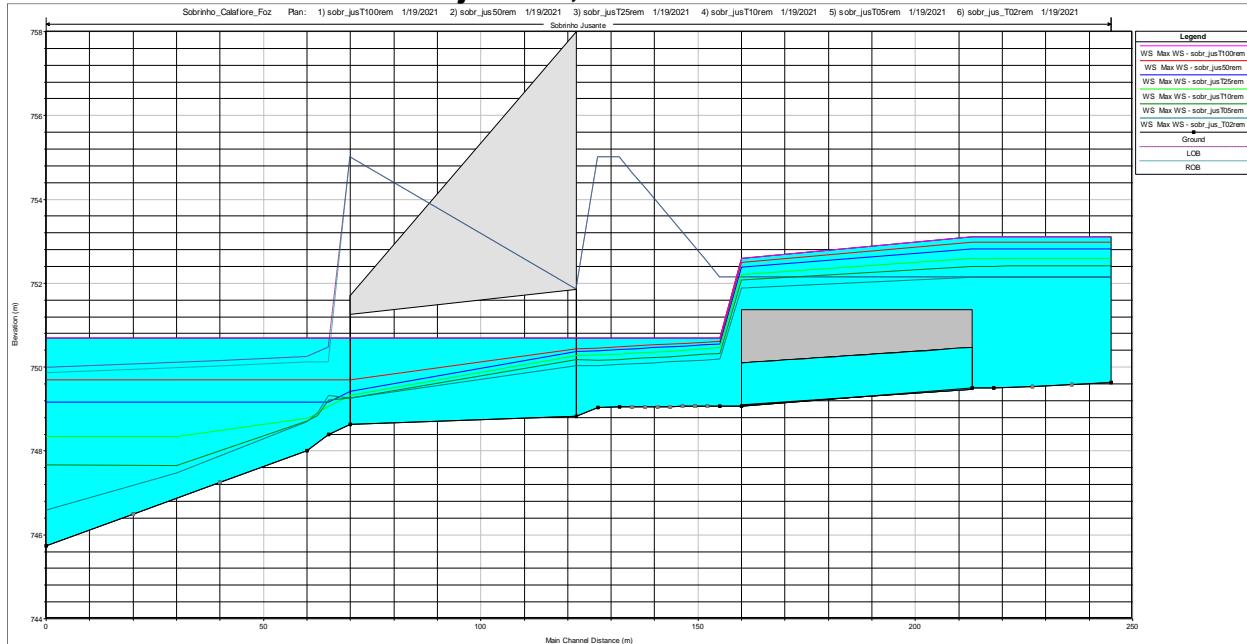
Para o perfil a seguir (condição de contorno: remanso), observa-se que mais da metade do canal recebe influência do trecho de jusante, pois há elevação dos níveis d'água até a primeira travessia de montante que superam os níveis do escoamento natural.

Figura 26: Perfil longitudinal - Diagnóstico para Córrego Nogueiras – Trecho de montante, com remanso.



O período de retorno de 2 anos é o único cenário em que não ocorre extravasamento, mesmo com a influência do remanso. Para TR 5 anos, já ocorre transbordamento de aproximadamente 0,5m.

Figura 27: Perfil longitudinal - Diagnóstico para Córrego Nogueiras – Trecho de jusante, com remanso.

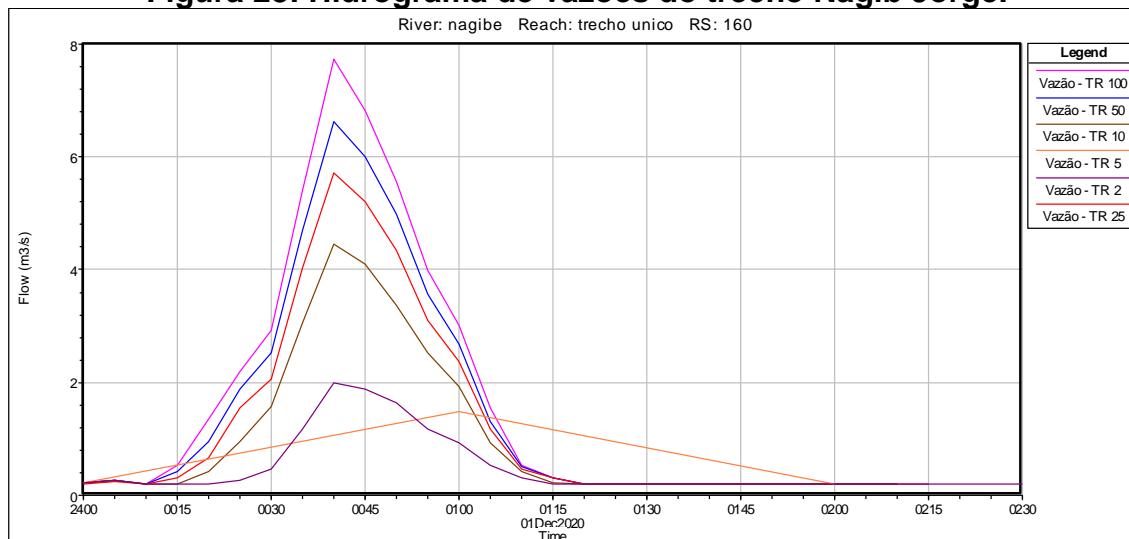


O trecho de jusante, perfil da figura anterior, mostra uma elevação dos níveis d'água no início do trecho, indicando que há um represamento provavelmente em função do bueiro, mas que pode sofrer influência também do nível da água do rio do Peixe, uma vez que os níveis estão acima das cotas dos bueiros em todos os TRs.

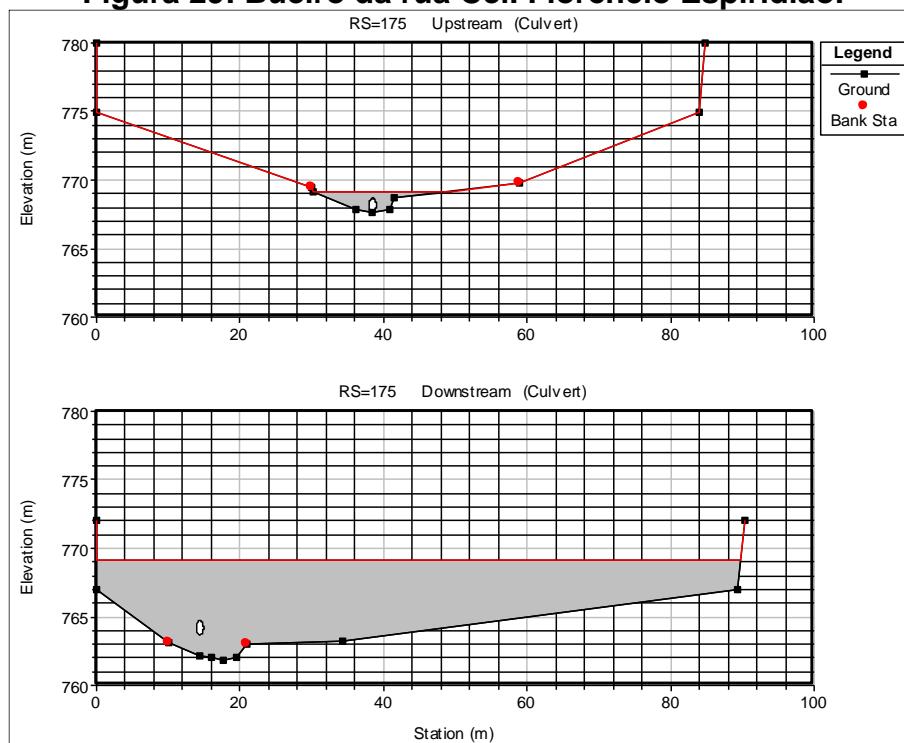
3.2.3 Córrego da rua Nagib Jorge

O trecho de simulação para o córrego da rua Nagib Jorge possui o hidrograma de vazões a seguir, para a seção final do canal, para todos os TRs avaliados.

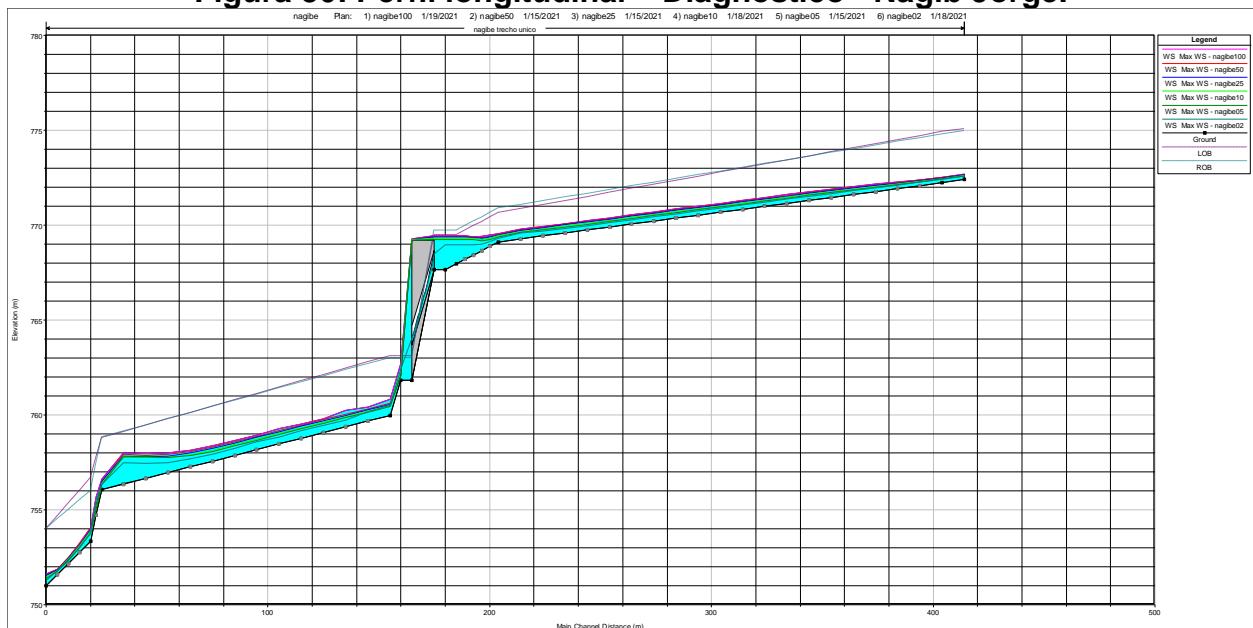
Figura 28: Hidrograma de vazões do trecho Nagib Jorge.



A estrutura da travessia é apresentada a seguir. Possui uma extensão de 10 metros ao longo do canal, e cota de topo igual a 769.19m. A galeria tubular possui diâmetro de 1,0m e extensão de 10m.

Figura 29: Bueiro da rua Cel. Florêncio Espíridião.

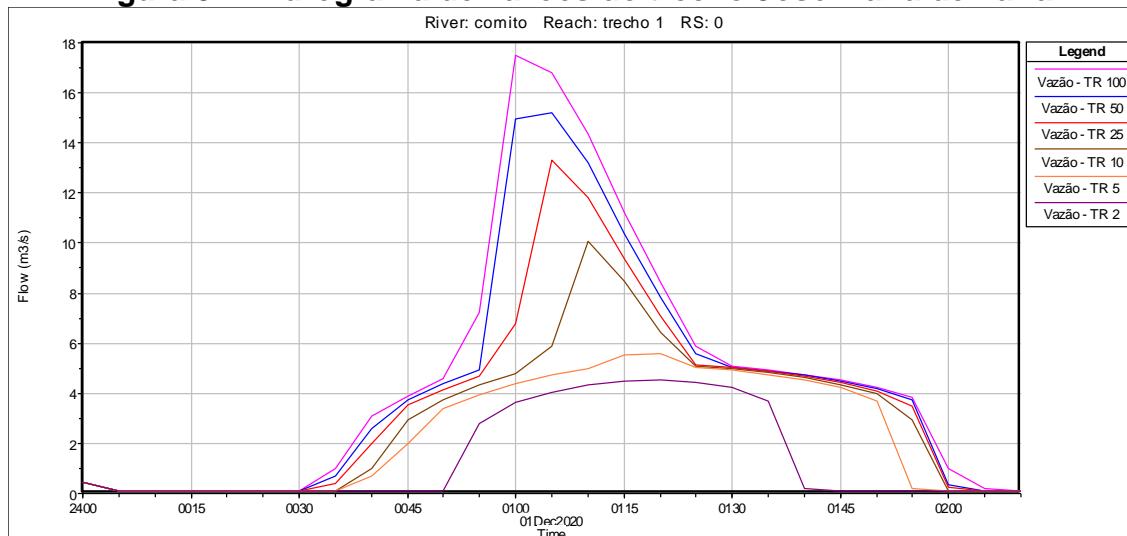
O perfil longitudinal do canal é apresentado a seguir. A metade inicial do canal possui um escoamento com um nível de folga de no mínimo 1 metro, aproximadamente, para todos os TRs. Em torno da travessia, a galeria é suficiente para escoar os volumes dos períodos de retorno de até 2 anos.

Figura 30: Perfil longitudinal – Diagnóstico - Nagib Jorge.

3.2.4 Córrego da av. José Maria de Faria

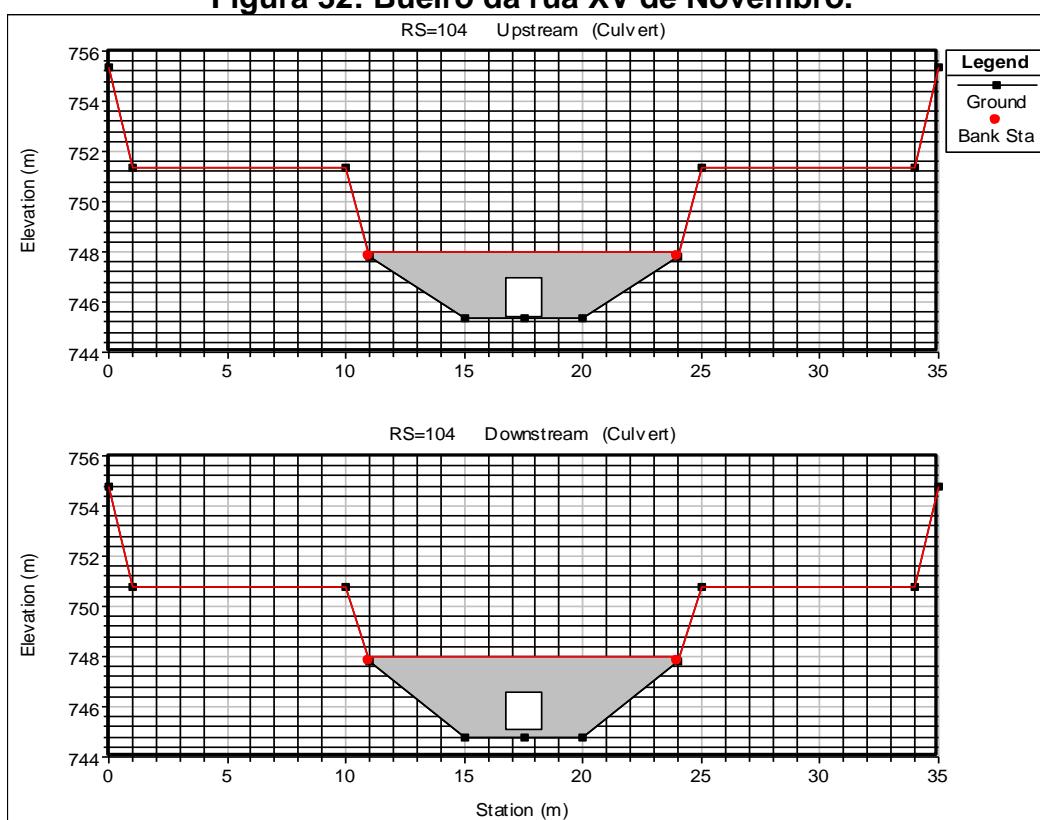
O córrego da av. José Maria de Faria (av. XV de Novembro) foi simulado e o hidrograma das vazões resultantes na seção final é apresentada na figura a seguir, considerando os períodos de 2 a 100 anos.

Figura 31: Hidrograma de vazões do trecho José Maria de Faria.



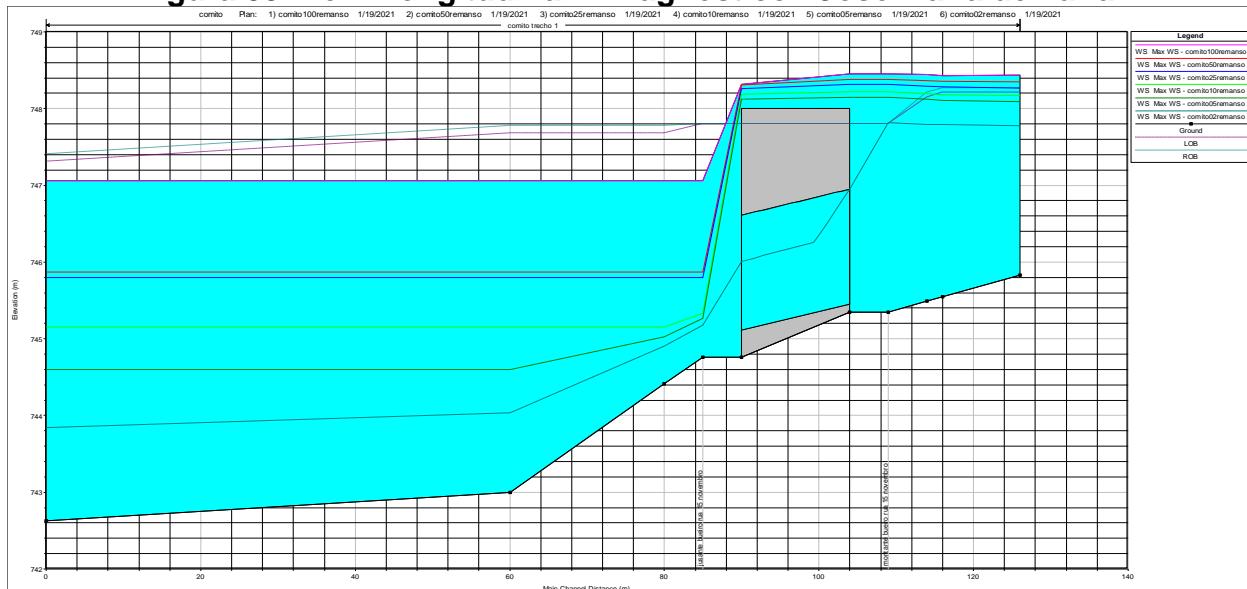
A estrutura do bueiro é apresentada a seguir, com as seções de montante (upstream) e jusante (downstream). A galeria possui formato em caixa, com 1,5m de altura e 1,5m de largura, e 14m de extensão.

Figura 32: Bueiro da rua XV de Novembro.



O perfil do trecho é apresentado a seguir, onde observa-se que a montante do bueiro, ocorre um transbordamento no canal para todos os períodos de retorno simulados. Apenas para o TR 2 anos, o nível d'água não atinge o topo da travessia.

Figura 33: Perfil longitudinal – Diagnóstico - José Maria de Faria.

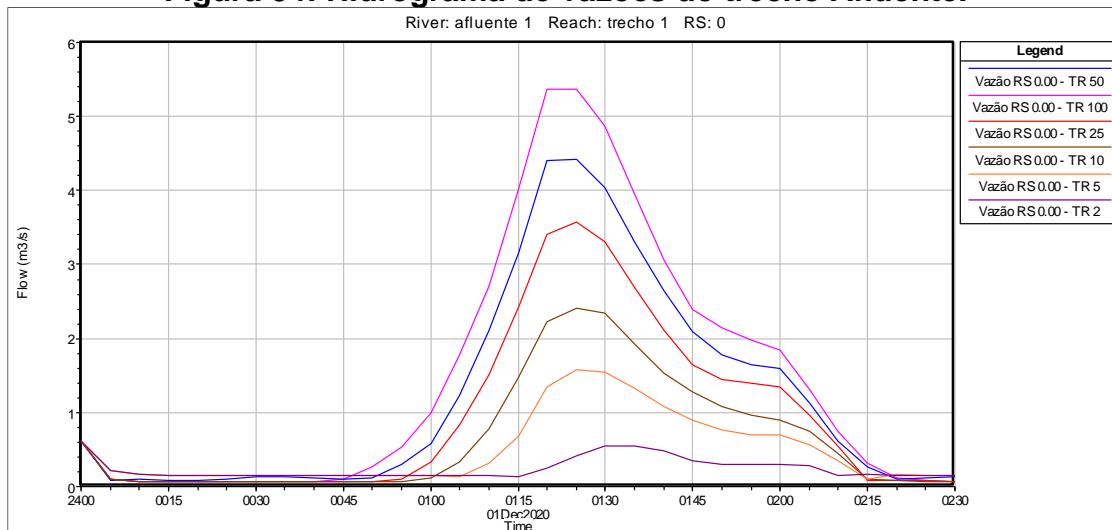


A jusante do bueiro, o fluxo d'água permanece dentro dos limites máximos do topo do canal para todos os períodos de retorno, mantendo um limite de segurança. Neste caso, sugere-se que o bueiro esteja represando a água, com provável influência no escoamento proveniente do remanso do rio do Peixe.

3.2.5 Córrego da rua Andrelino Souza Pinto (jusante)

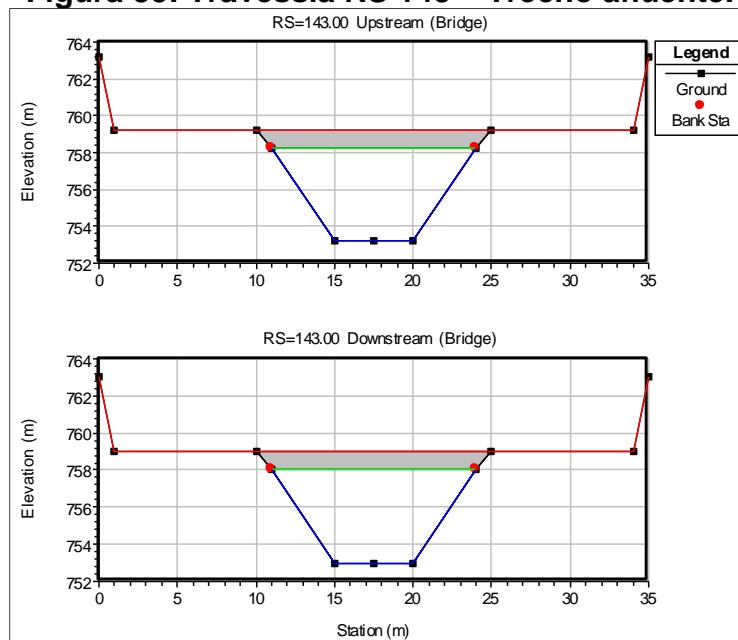
O trecho da rua Andrelino Souza Pinto foi dividido em duas partes: o curso principal, Andrelino, e a contribuição lateral, chamada de Afluente. A primeira parte simulada foi a do Afluente, e a vazão resultante no trecho final foi lançada como contribuição lateral no curso principal. Os períodos de retorno avaliados foram de 2 a 100 anos. A figura a seguir apresenta os hidrogramas de vazão no final do trecho do Afluente.

Figura 34: Hidrograma de vazões do trecho Afluente.



As figuras a seguir apresentam os perfis longitudinais do Afluente, considerando as situações com e sem a estrutura do bueiro, a fim de se avaliar o comportamento do fluxo da água no trecho em ambos os casos.

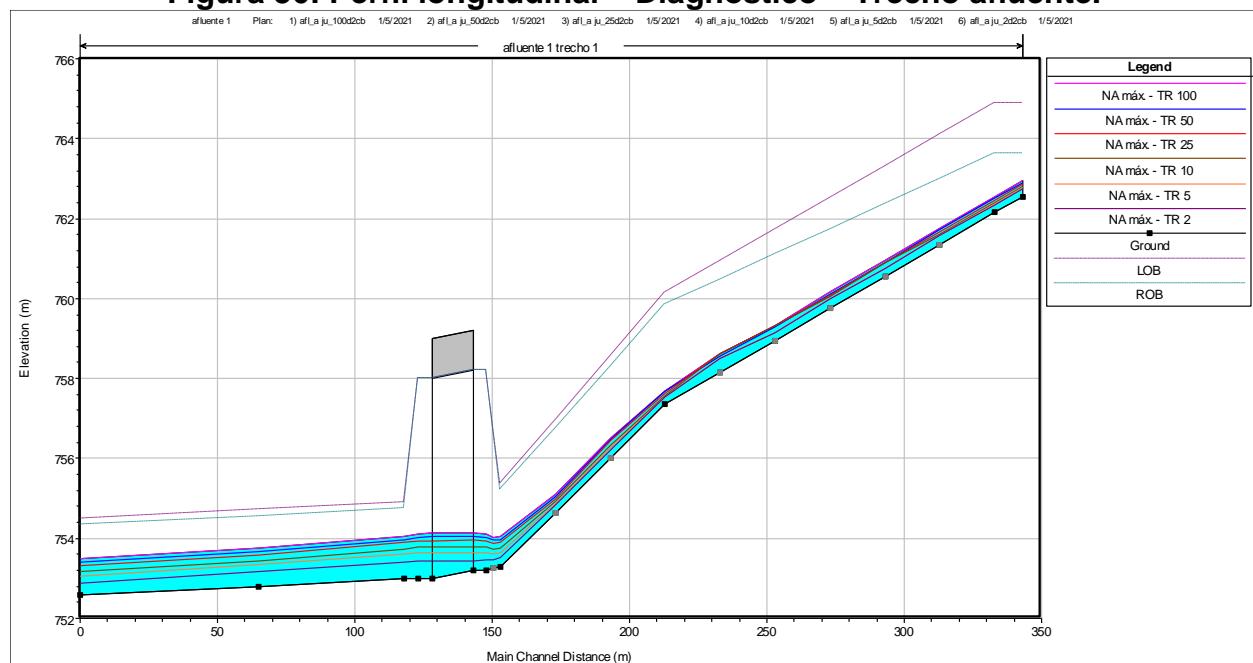
Figura 35: Travessia RS 143 – Trecho afluente.



A estrutura da travessia do Afluente é apresentada na figura anterior. A cota de topo é igual a 759.21m, e a cota inferior igual a 758.21m, para a seção de montante (upstream). A travessia possui uma extensão de 15m ao longo do canal. Para a seção de jusante (downstream), a cota de topo é de 759m e a cota inferior igual a 758m.

Observa-se que todos os níveis d'água máximos permanecem dentro do canal em toda a extensão do trecho. As margens de topo do canal são identificadas pelos tracejados LOB (esquerda) e ROB (direita).

Figura 36: Perfil longitudinal – Diagnóstico – Trecho afluente.



A presença do bueiro não interfere no fluxo do canal de forma significativa. Preserva-se uma folga de segurança em torno de 1 metro em toda a extensão do canal.

A figura a seguir apresenta os hidrogramas de vazões para o trecho do córrego da rua Andrelino Souza Pinto Jusante. Posteriormente, as seções com as configurações dos bueiros existentes.

Figura 37: Hidrograma de vazões do trecho Andrelino Jusante.

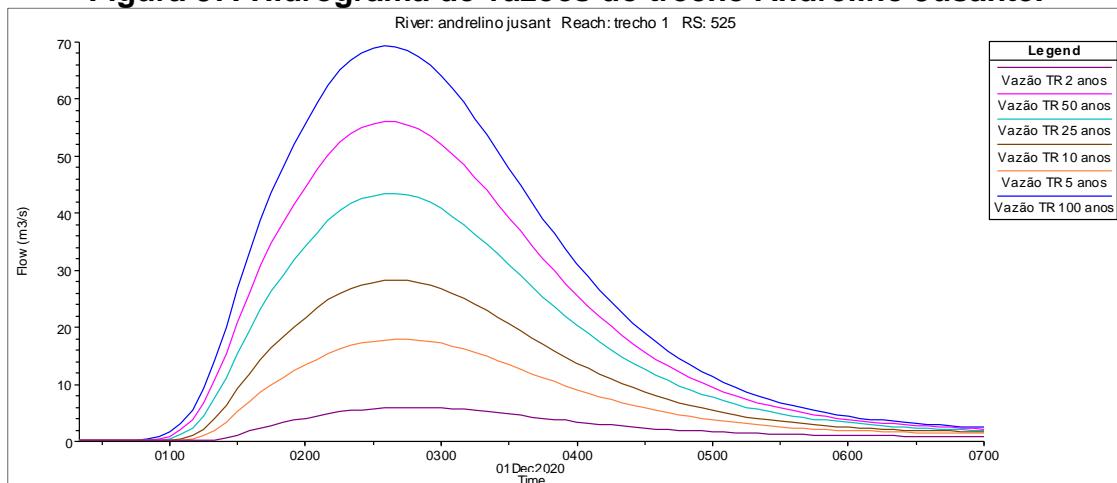


Figura 38: Bueiro da Rod. Pompeu Conti.

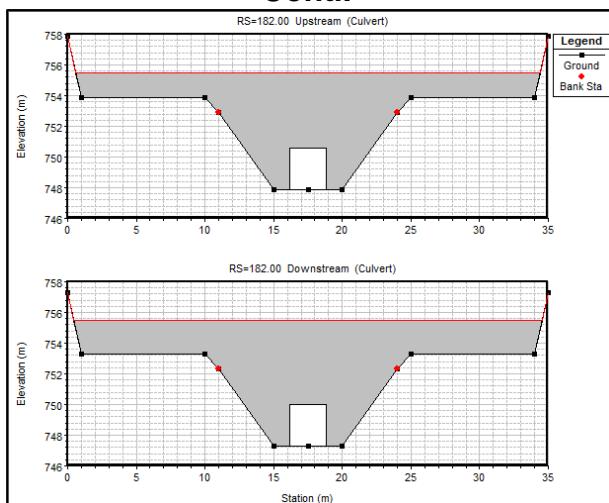
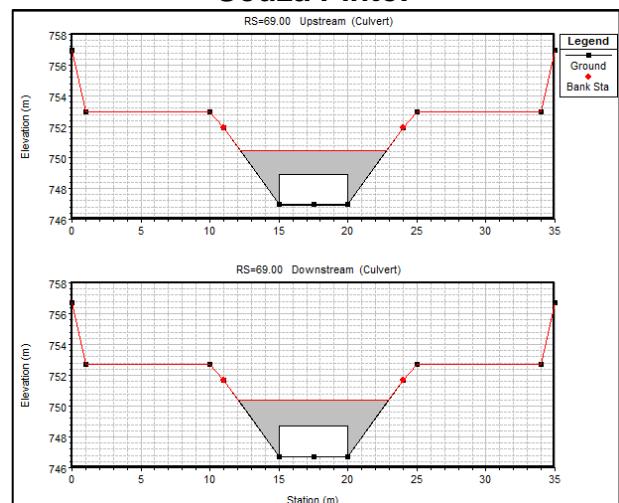


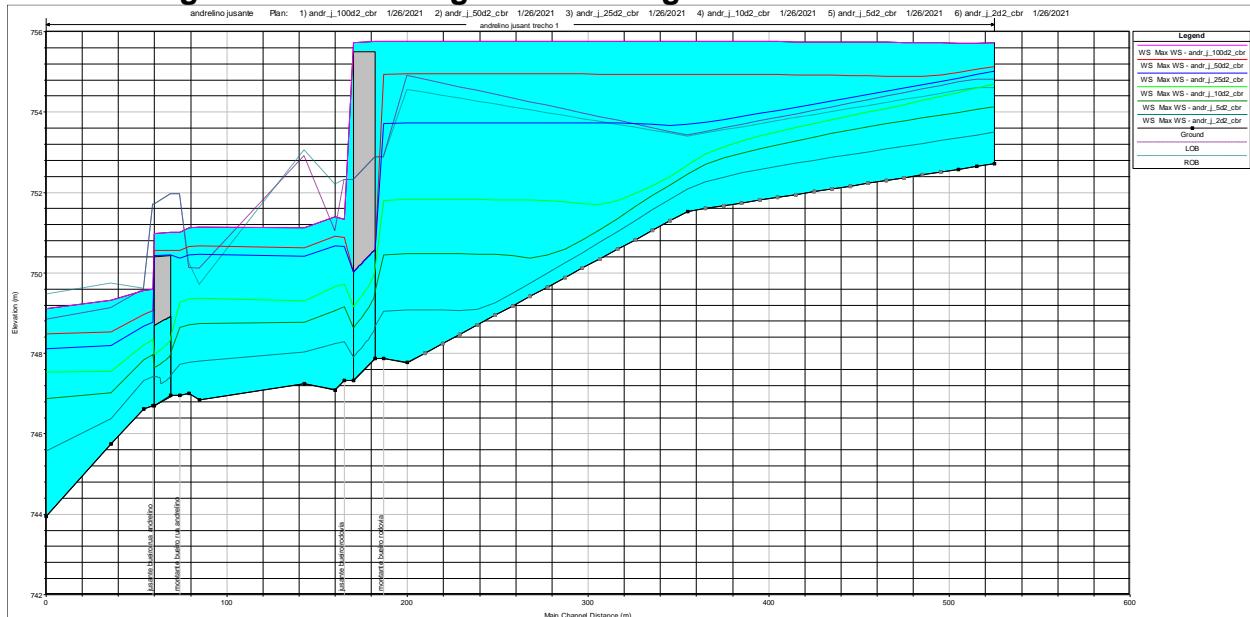
Figura 39: Bueiro da rua Andrelino Souza Pinto.



O bueiro da Rod. Pompeu Conti possui formato em caixa, com dimensões de 2,70m x 2,70m e 12m de extensão. O bueiro da rua Andrelino Souza Pinto, em formato retangular, possui 5,0m de base e 2,0m de altura, com 9,0m de extensão.

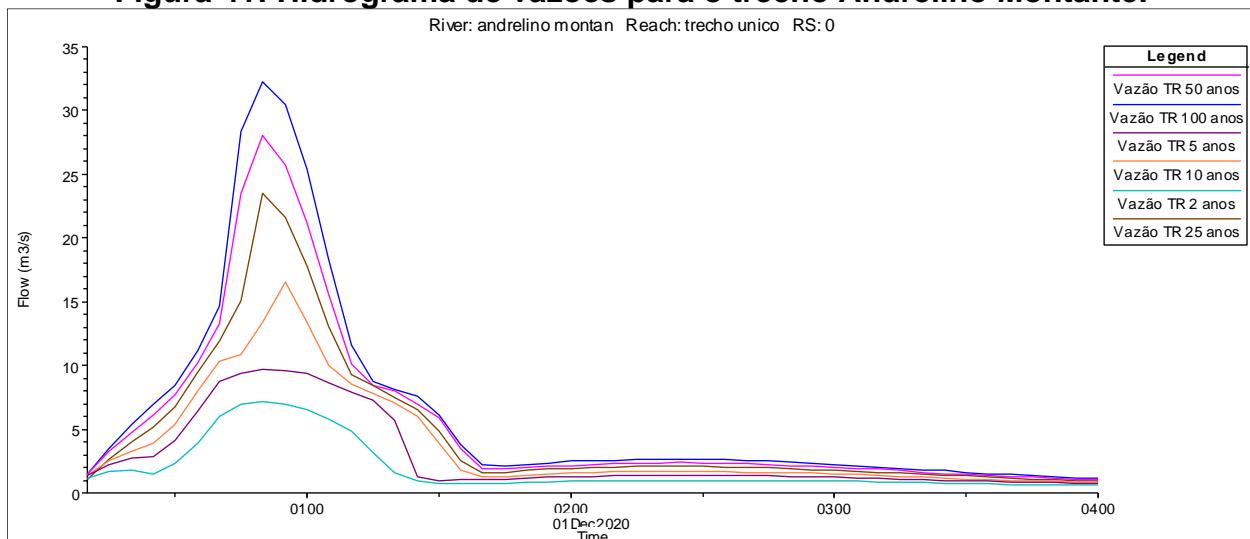
A figura a seguir apresenta o perfil longitudinal do canal. A vazão que chega do trecho afluente foi considerada através de lançamento lateral de vazão de entrada.

Para períodos de retorno de até 10 anos, o conjunto hidráulico é suficiente para manter o escoamento dentro do canal. A partir de recorrências iguais ou superiores a 25 anos, ocorrem pontos de extravasamento.

Figura 40: Perfil longitudinal - Diagnóstico - Andrelino Jusante.

3.2.6 Córrego da rua Andrelino Souza Pinto (montante)

A figura a seguir apresenta os hidrogramas de vazões utilizados para as simulações do córrego da rua Andrelino Souza Pinto Montante.

Figura 41: Hidrograma de vazões para o trecho Andrelino Montante.

As figuras a seguir apresentam as configurações dos bueiros do canal.

Figura 42: Bueiro da rua Valentim Cesar Tafner.

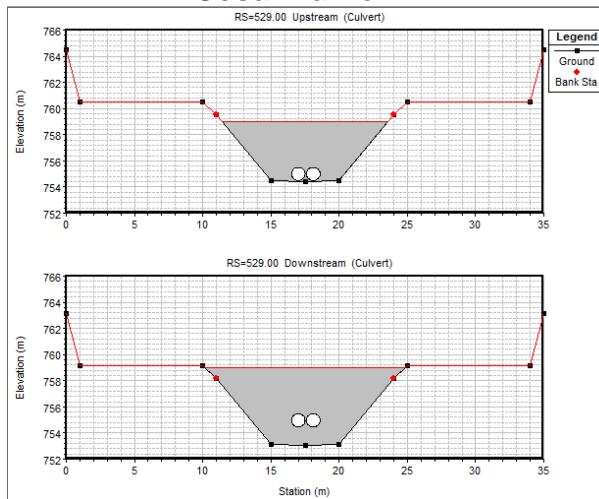
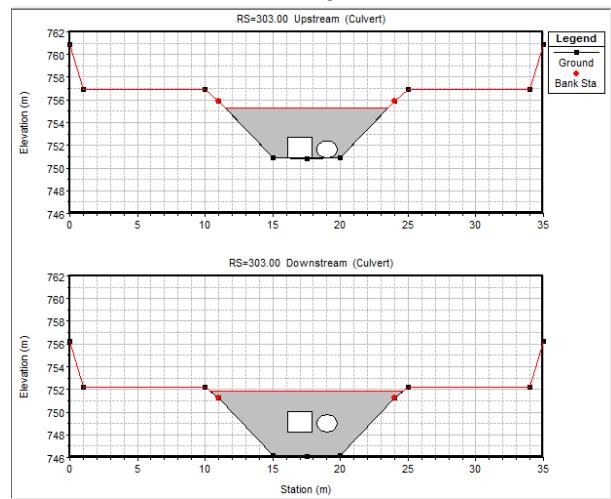
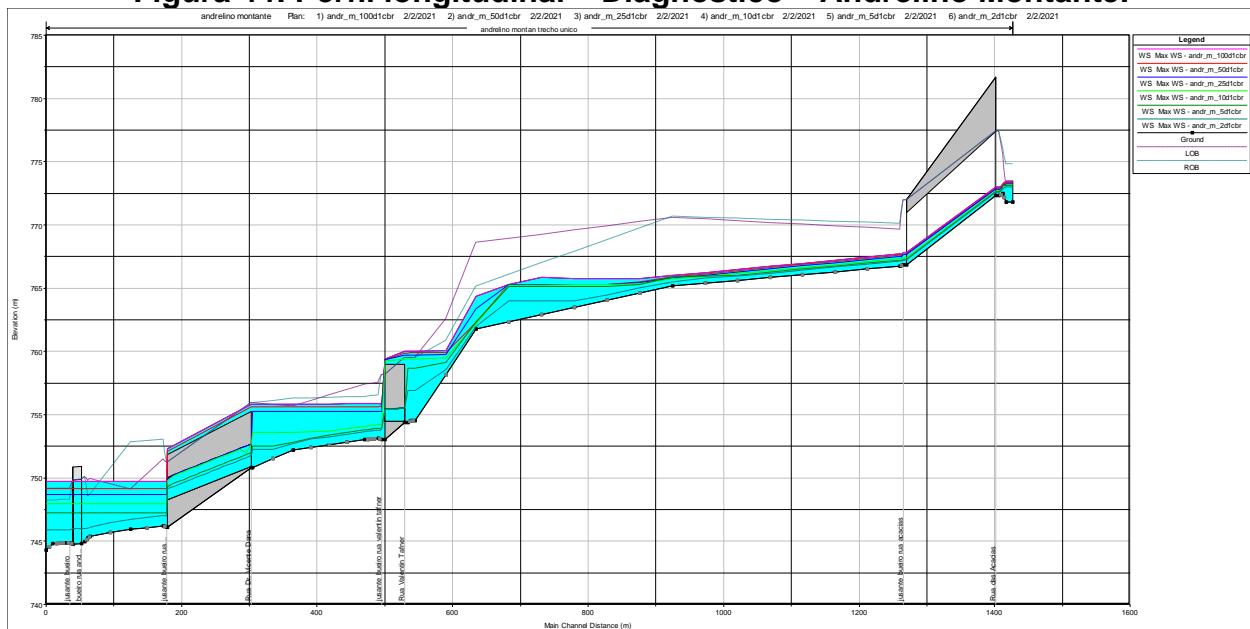


Figura 43: Bueiro da rua Vicente D'Ana.



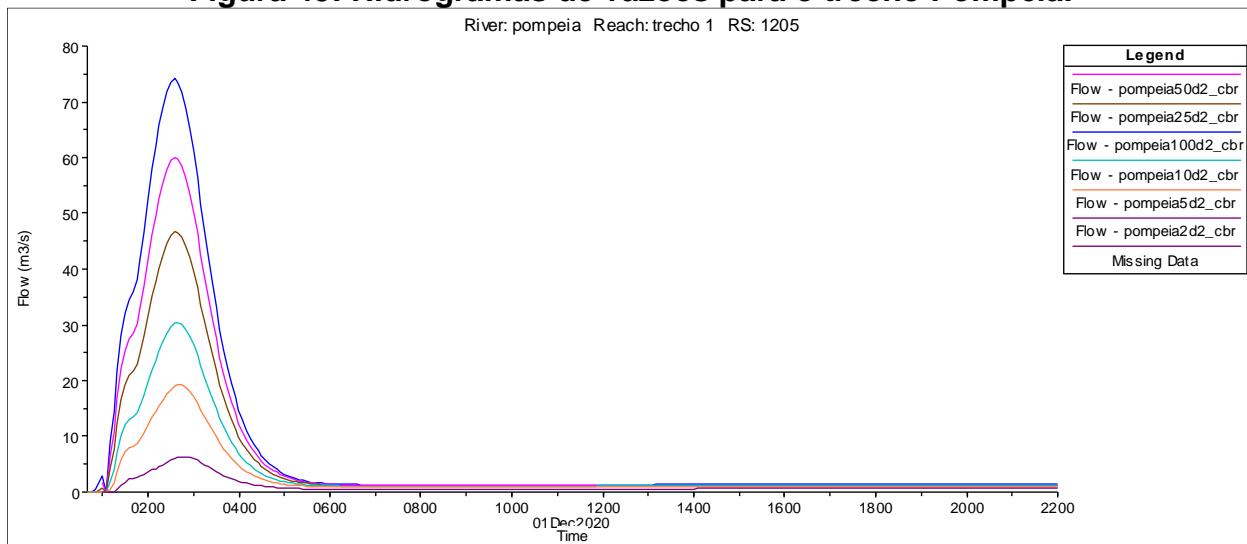
O perfil longitudinal a seguir apresenta os níveis d'água resultantes. Observa-se que ocorre extravasamento nos bueiros das ruas Valentim Cesar Tafner (montante) e Vicente D'Ana (jusante).

Figura 44: Perfil longitudinal – Diagnóstico – Andrelino Montante.



3.2.7 Córrego Estrada da Pompéia

A figura a seguir apresenta os hidrogramas de vazões utilizados nas simulações.

Figura 45: Hidrogramas de vazões para o trecho Pompéia.

As figuras a seguir apresentam as configurações das travessias simuladas. Posteriormente, os perfis longitudinais apresentam as lâminas d'água.

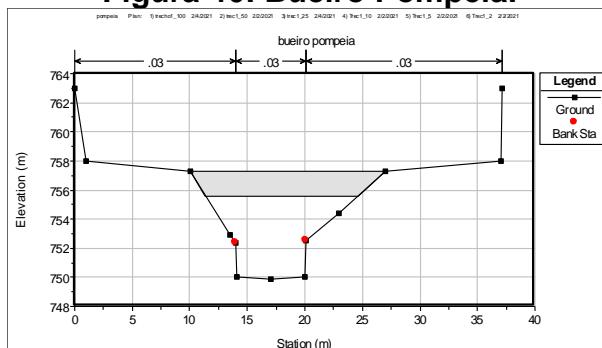
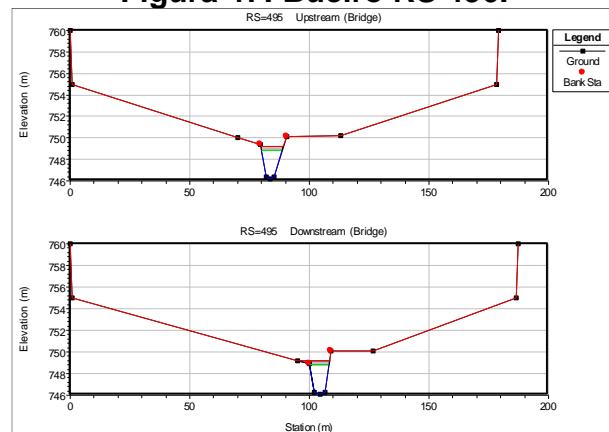
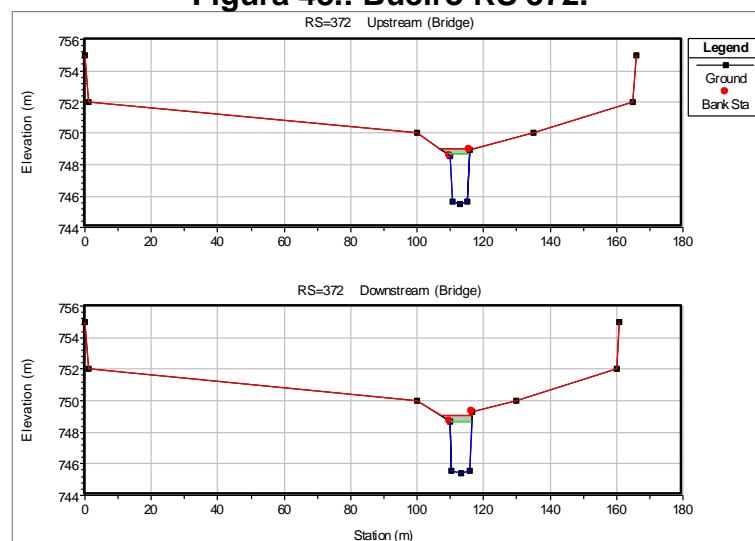
Figura 46: Bueiro Pompeia.**Figura 47: Bueiro RS 496.****Figura 48.: Bueiro RS 372.**

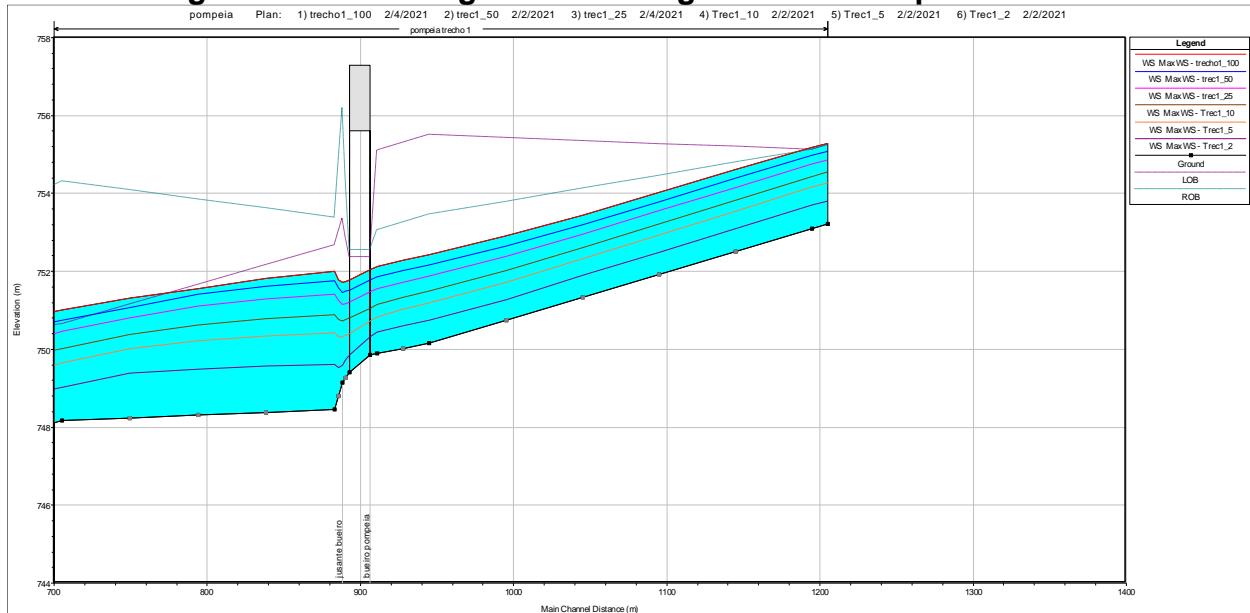
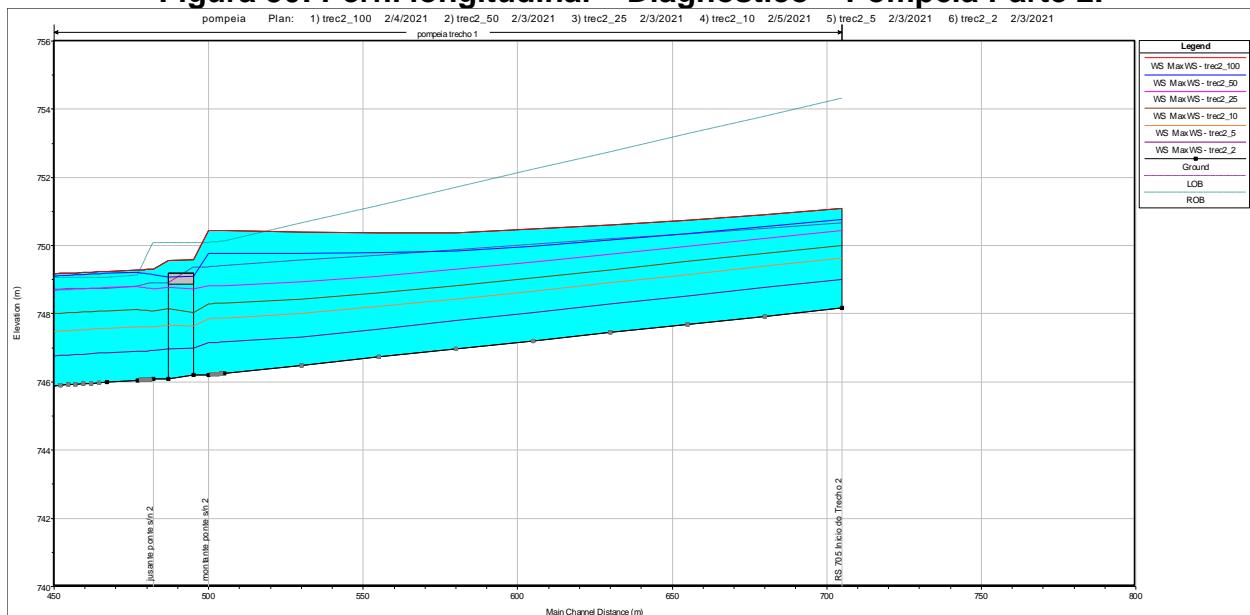
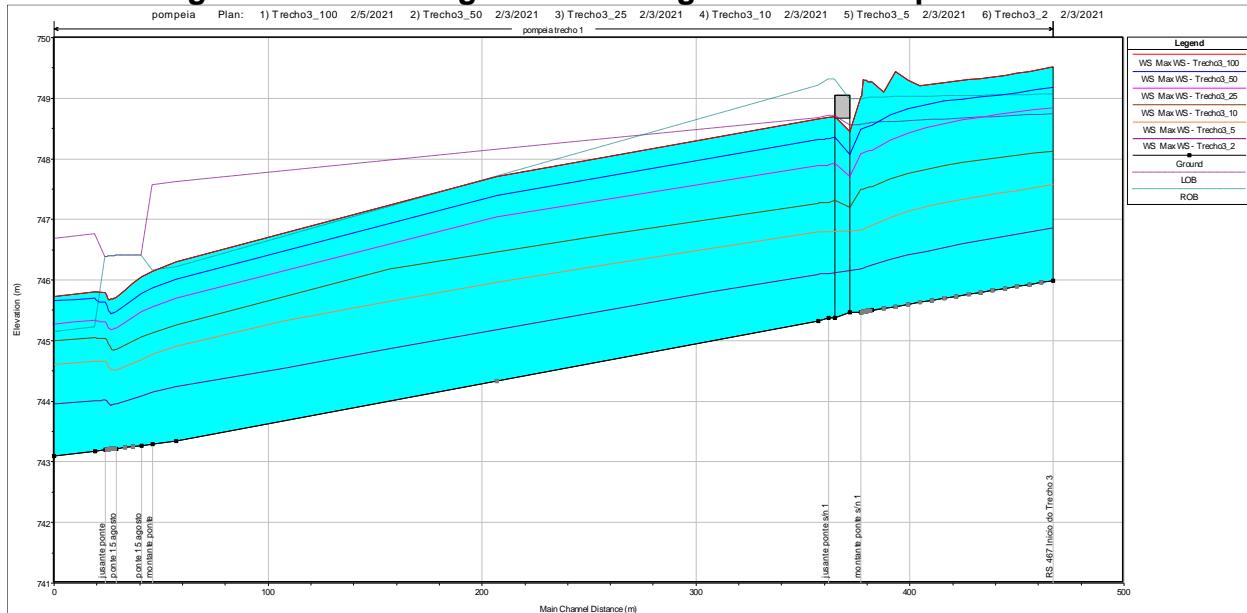
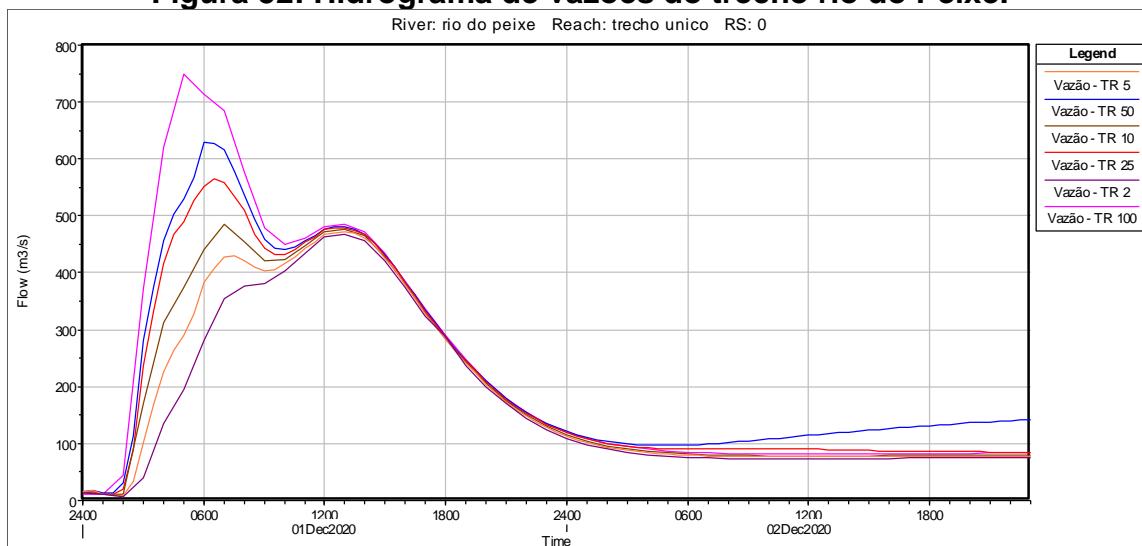
Figura 49: Perfil longitudinal – Diagnóstico – Pompéia Parte 1.**Figura 50: Perfil longitudinal – Diagnóstico – Pompéia Parte 2.**

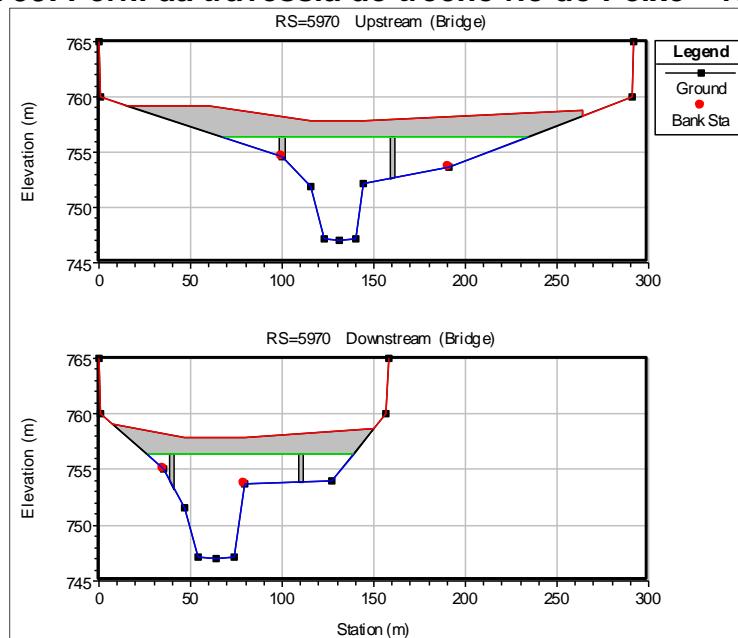
Figura 51: Perfil longitudinal – Diagnóstico – Pompéia Parte 3.

3.2.8 Rio do Peixe

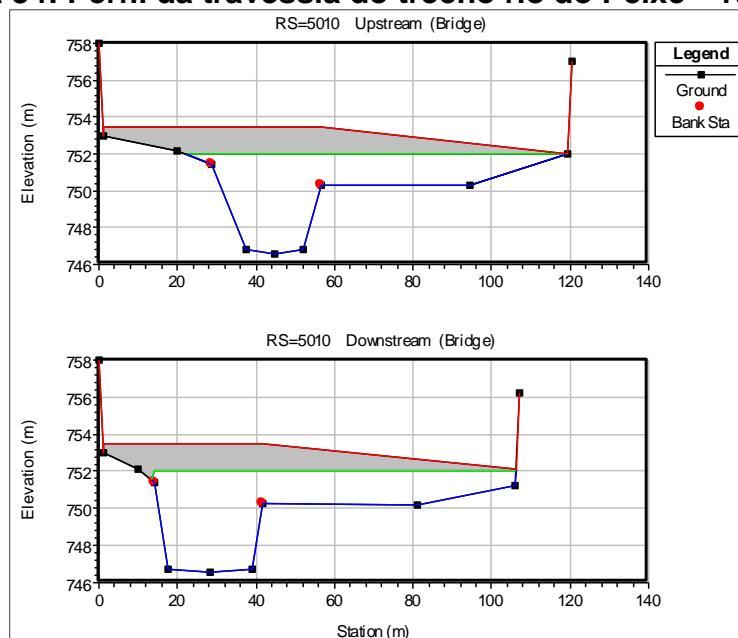
A simulação para o rio do Peixe contempla o canal ao longo de sua extensão de 6.000m, e foi avaliado o comportamento para todos os períodos de retorno. As vazões resultantes na seção final do canal são apresentadas na figura a seguir.

Figura 52: Hidrograma de vazões do trecho rio do Peixe.

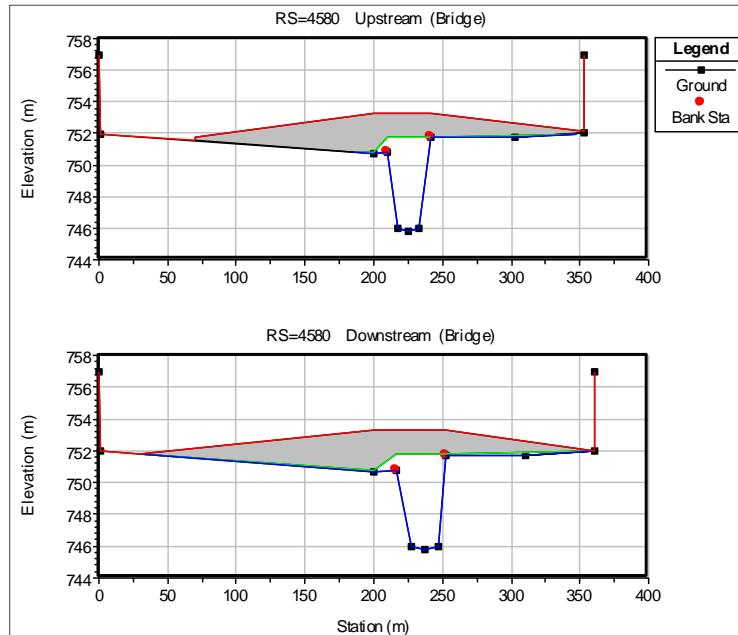
As estruturas das travessias são apresentadas nas figuras a seguir. A travessia da Rod. Capitão Bardoino foi alocada na RS 5970. Possui dois pilares verticais de sustentação, conforme segue, e extensão de 10 metros. A cota mais alta é igual a 759,25m e a mais baixa igual a 756,40m.

Figura 53: Perfil da travessia do trecho rio do Peixe – RS 5970.

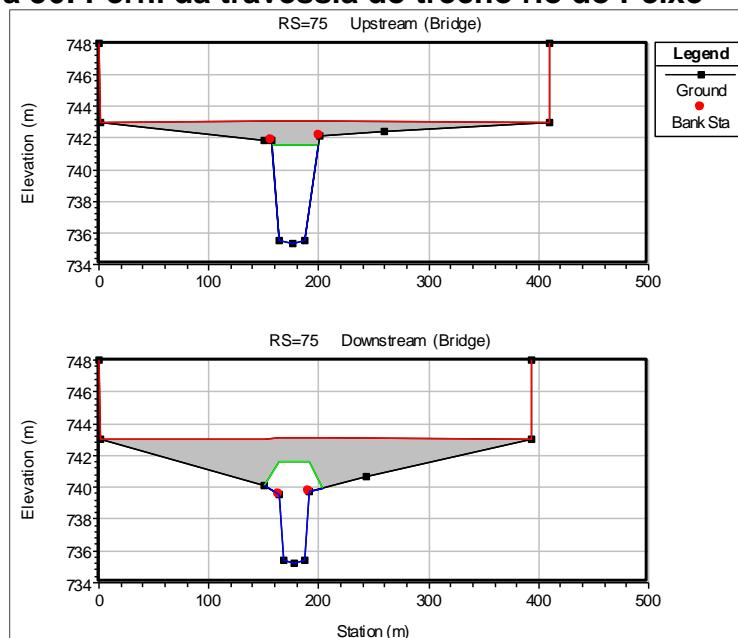
A travessia da rua Irmãos Picarelli foi alocada na RS 5010. Possui extensão de 10 metros, e a cota mais alta é igual a 753,50m. A cota inferior é igual a 752,00m.

Figura 54: Perfil da travessia do trecho rio do Peixe – RS 5010.

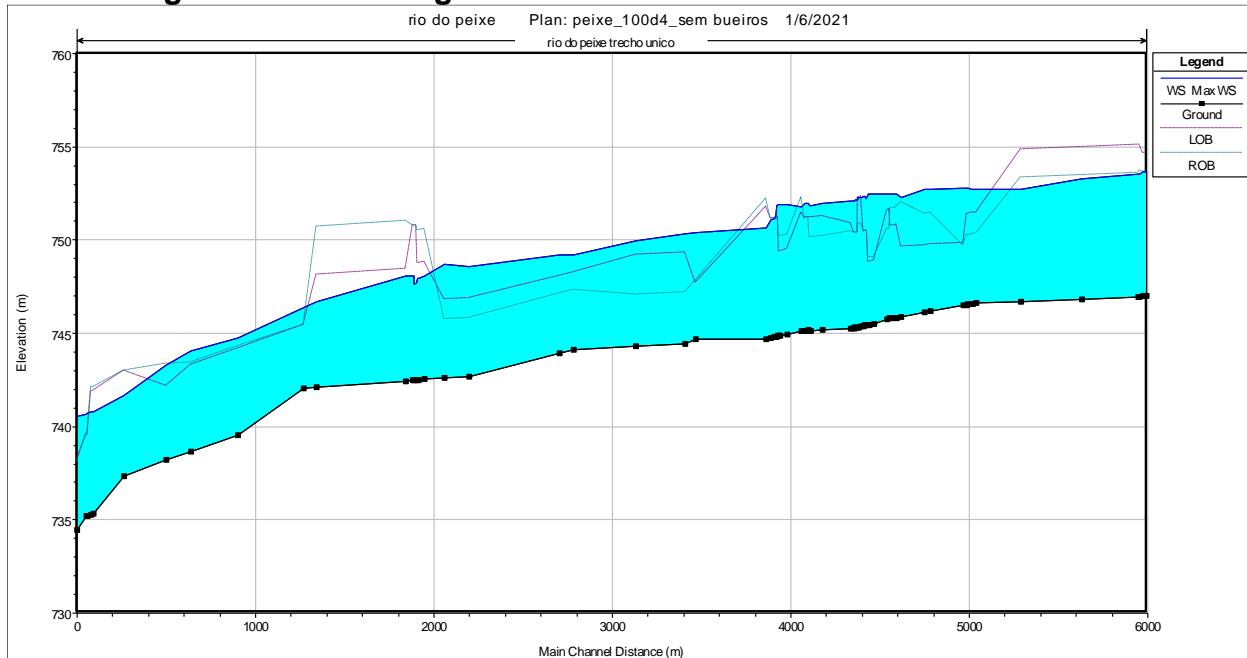
A travessia da rua Capitão Sobrinho foi alocada na RS 4580. Possui extensão de 10 metros e a cota mais alta da travessia é igual a 753,30m. A cota inferior é igual a 751,80m.

Figura 55: Perfil da travessia do trecho rio do Peixe – RS 4580.

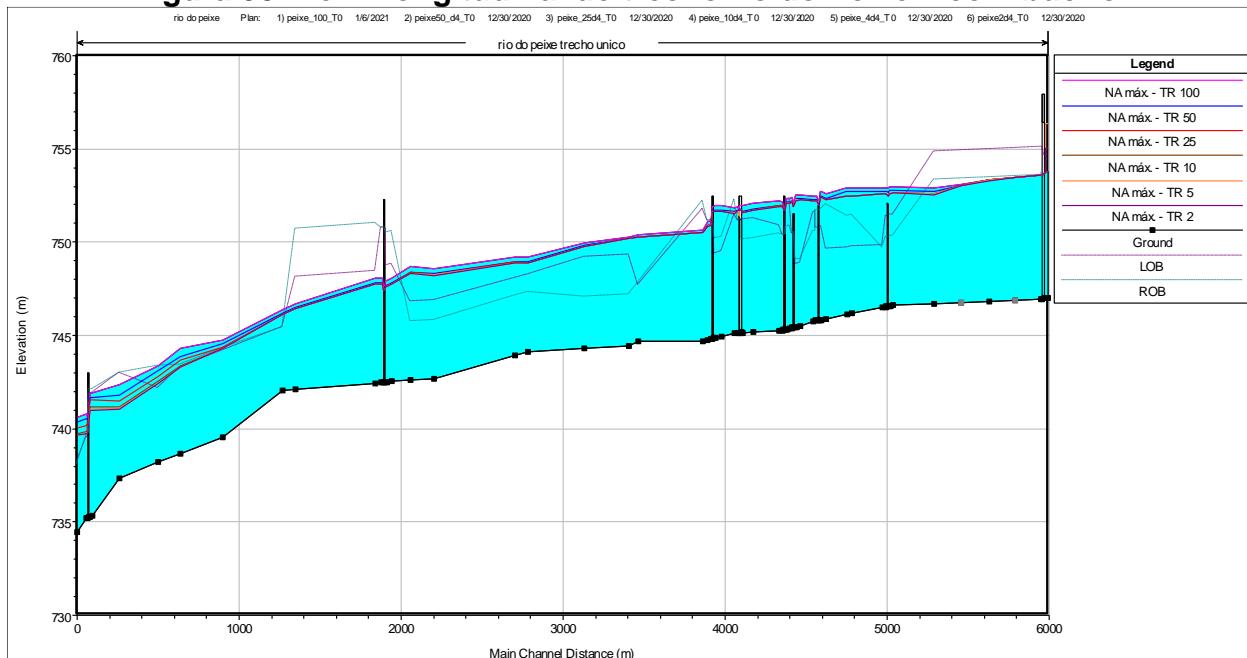
A travessia da rua Justino Tovazi foi alocada na RS 75. Possui extensão de 10 metros, sendo a cota mais alta igual a 743,10m e a mais baixa igual a 739,80m.

Figura 56: Perfil da travessia do trecho rio do Peixe – RS 75.

As figuras a seguir mostram os resultados das simulações para as situações do canal sem e com as travessias existentes. Na situação sem as travessias, foi avaliado o período de retorno de 100 anos, conforme segue. O canal apresenta trechos de alagamento em quase toda a sua extensão.

Figura 57: Perfil longitudinal do trecho rio do Peixe – sem bueiro.

Na situação com as travessias, foram simulados todos os períodos de retorno. As lâminas d'água são bastante semelhantes ao longo do canal, para todos os TRs, com exceção do trecho final, onde é possível verificar um maior distanciamento entre elas. A declividade deste trecho final também é mais elevada do que o restante do canal.

Figura 58: Perfil longitudinal do trecho rio do Peixe – com bueiro.

Nas duas situações, com e sem as travessias, para o TR 100 anos observa-se que os níveis máximos dentro do canal são bastante semelhantes. Ressalta-se que as seções adotadas para o canal são as mesmas, o que difere é a presença ou ausência da estrutura das travessias apenas.

4 MEDIDAS ESTRUTURAIS E NÃO ESTRUTURAIS

A proposição de medidas decorre da formulação de um diagnóstico conclusivo acerca da situação atual da macrodrenagem, envolvendo todos os canais e respectivos pontos de interferências notáveis, os trechos e pontos críticos de inundações conhecidas, as áreas livres com características apropriadas à implantação de estruturas hidráulicas, entre outros.

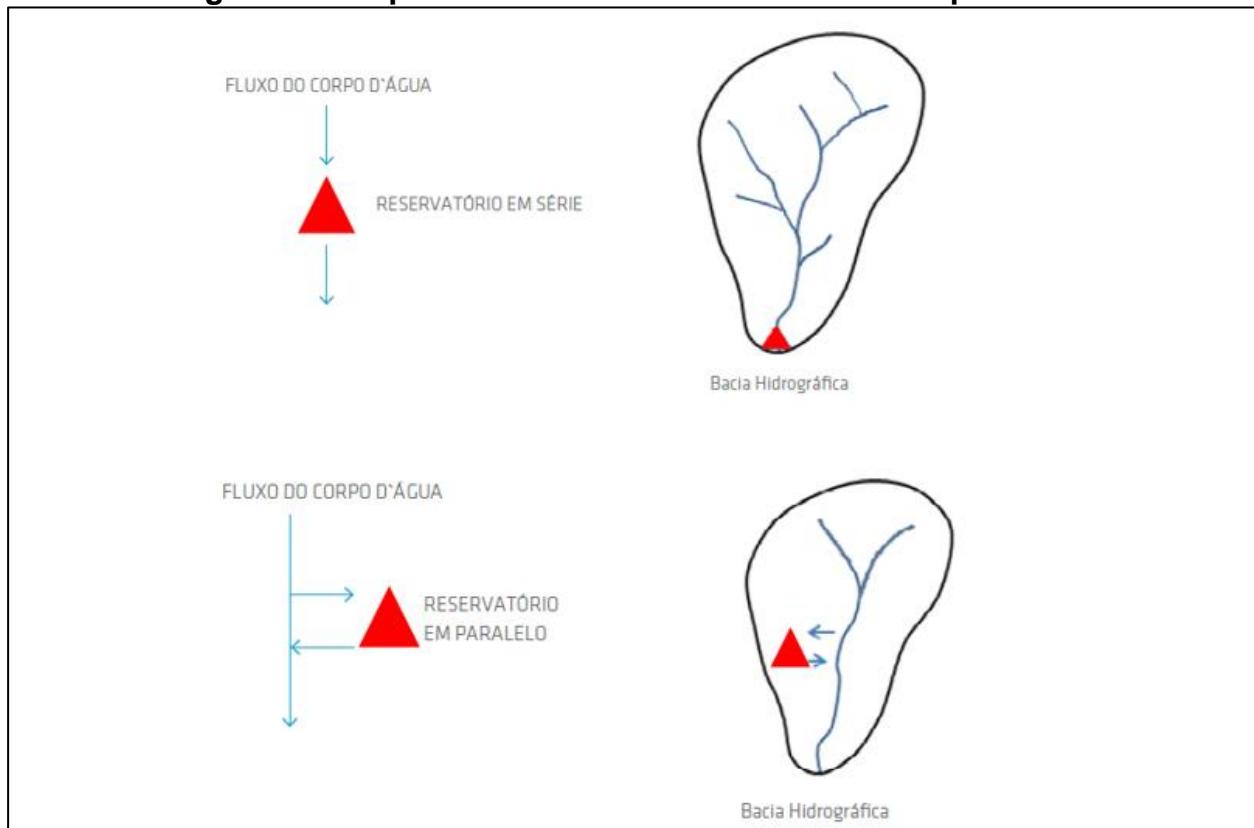
Além da avaliação diagnóstica considerando a situação atual da macrodrenagem, é realizado, também, o prognóstico das condições futuras de uso e ocupação do solo e seus reflexos sobre os escoamentos pluviais, de forma a avaliar ou prever futuras ocorrências negativas para o sistema.

4.1 Medidas Estruturais Convencionais

4.1.1 Reservatórios de detenção – Piscinões

Os reservatórios de detenção, popularmente conhecidos como piscinões, são as denominações dadas aos reservatórios de controle de cheias que atuam no amortecimento dos picos de vazão. Essas estruturas têm como objetivo armazenar uma parte do volume do hidrograma da bacia que retorna ao curso d'água após a passagem da onda de cheia. Essas estruturas podem ser classificadas quanto à sua configuração em relação ao curso d'água como: em série (*in-line*) e em paralelo (*off-line*).

Figura 59: Esquema de reservatório em série e em paralelo.



Fonte: ABCP – Associação Brasileira de Cimento Portland.



A seleção da configuração de um reservatório, *in-line* ou *off-line*, é baseada pela disponibilidade de área para a construção da estrutura. Em regiões com maior disponibilidade de área é usual a utilização de reservatórios em série; já em regiões mais densamente ocupadas, usualmente opta-se por construir um reservatório em paralelo que pode armazenar volumes maiores. No entanto, quando o fundo do reservatório é mais profundo que o leito do córrego há a necessidade de utilização de bombas para o esvaziamento do reservatório, o que encarece a implantação, operação e manutenção da estrutura.

Com relação ao adequado funcionamento dessas estruturas faz-se necessário a manutenção frequente devido à presença de resíduos sólidos, como também de sedimentos, pois o acúmulo desses materiais contribui para a redução da capacidade de armazenamento do reservatório e favorece a proliferação de agentes causadores de doenças e de mau cheiro.

4.1.2 Canalização

A canalização, ou retificação de canais, é um tipo de obra adotado para a melhoria das condições hidráulicas dos cursos d'água, através do aumento da velocidade de escoamento. Os materiais utilizados para revestimento podem ser de concreto, gabião, pedra argamassada, entre outros.

O aumento da velocidade de escoamento, no entanto, resulta em volumes maiores nos trechos de jusante dos canais. No intuito de se minimizar a transferência dos impactos para jusante, quando possível, as canalizações podem ser associadas à implantação de reservatórios, conforme **item 4.1.1** anterior.

4.2 Propostas de Medidas Estruturais Convencionais

4.2.1 Intervenções propostas para o Córrego dos Machados

- Ampliação das Travessias

Ampliação das pontes das ruas Voluntários da Pátria, Tiradentes e Joaquim de Souza Pinto para seção retangular com base igual a 15,00m e altura mínima (vôo) de 3,50m, e extensão de 10,0m.

Implantação de seção retangular (15,00m x 3,50m - mínimo) sob a ponte da rua João Leonardelli.

- Canalização de Córrego em Seção Retangular de Concreto Armado

Implantação de canal em concreto Seção 15,00m x 3,50m (mínimo) no trecho de 257,0m entre as pontes das ruas Voluntários da Pátria e Tiradentes.

Ajuste do perfil longitudinal no trecho junto da ponte da rua Tiradentes.

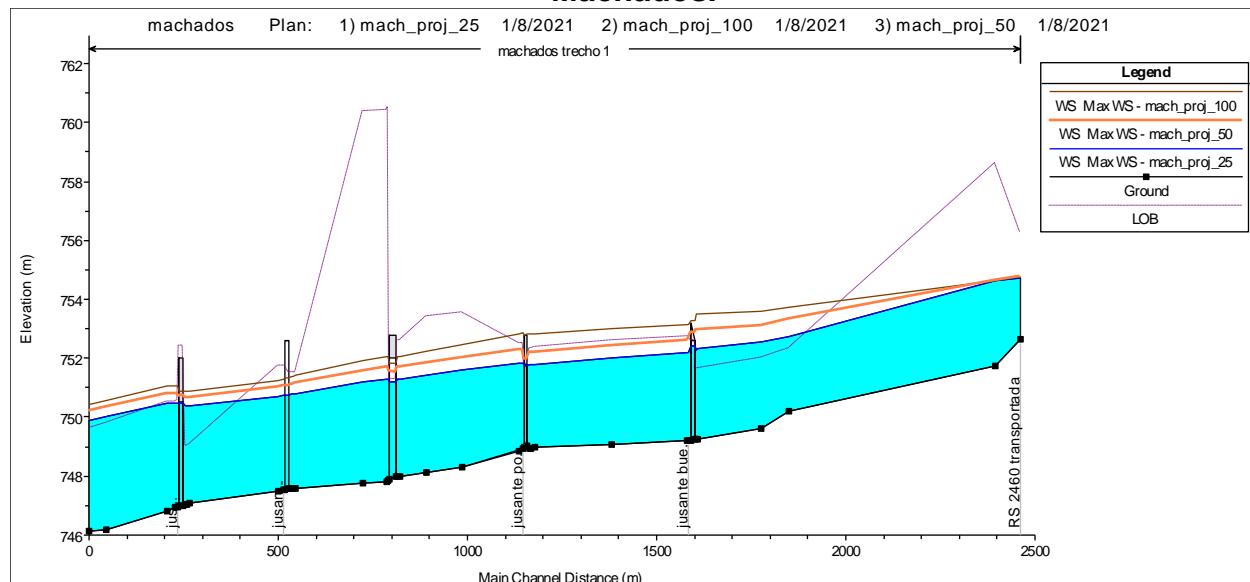
- Canalização de Córrego em Seção Trapezoidal Revestida com Grama

Implantação de canal com seção trapezoidal com base igual a 12,00m e altura variável (3,50m mínimo):

- ✓ 339,0m entre as pontes das ruas Tiradentes e Joaquim de Souza Pinto
- ✓ 265,0m entre as pontes das ruas Joaquim de Souza Pinto e João Leonardelli
- ✓ 270,0m entre as pontes da rua João Leonardelli e Av. Rebouças
- Melhorias junto a ponte da Av. Rebouças

Implantação de muros-ala em concreto armado - seção variável conforme a transição entre o canal e a seção sob a ponte e revestimento de fundo do canal no trecho, e 12,0m de extensão.

Figura 60: Perfil longitudinal com intervenções propostas - Córrego dos Machados.



O conjunto de obras garantirão proteção integral para cheias de até TR 25 anos. Para cheias com TR da ordem de 50 anos a ponte da rua Tiradentes terá nível d'água incidindo sobre a superestrutura, porém, sem galgamento.

Garante-se o pleno escoamento para cheias maiores de até TR = 100 anos, para os trechos mais a jusante. As pontes das ruas Voluntários da Pátria e Tiradentes podem sofrer galgamento durante cheias desse porte.

- Bacia de Detenção de Montante – Reservatório Machados – R-1

A área mínima da bacia de detenção R-1 proposta deverá ser de 11.000 m² e volume de acumulação aproximado de 35.000 m³ (para altura da ordem de 5,00m). Sua configuração será do tipo “off-line”, ou seja, o reservatório deverá dispor de estação de bombeamento de águas pluviais.

Objetivo: Área de compensação de drenagem tendo em vista a tendência de adensamento da urbanização no trecho de montante da bacia. Deverá atuar no abatimento do pico de vazões mantendo-se igual as condições de escoamento a jusante.

Planejada para médio - longo prazo, como forma de não comprometer as ações estruturais a serem implementadas nos trechos de jusante.

Figura 61: Reservatório Machados – R-1.

- Reservatórios Adicionais

Incremento de proteção para o trecho entre as pontes das ruas Voluntários da Pátria e Tiradentes para cheias com TR superiores a 50 anos.

Reservatório Machados - R-2 e R-3:

- Reservatórios com áreas da ordem de 11.000 m² e 2.600 m² (ambos com altura da ordem de 5,00m), com volumes estimados de 35.000 m³ e 8.000 m³.

Figura 62: Reservatório Machados - R-2 e R-3.

4.2.2 Intervenções propostas para o Córrego dos Nogueiras

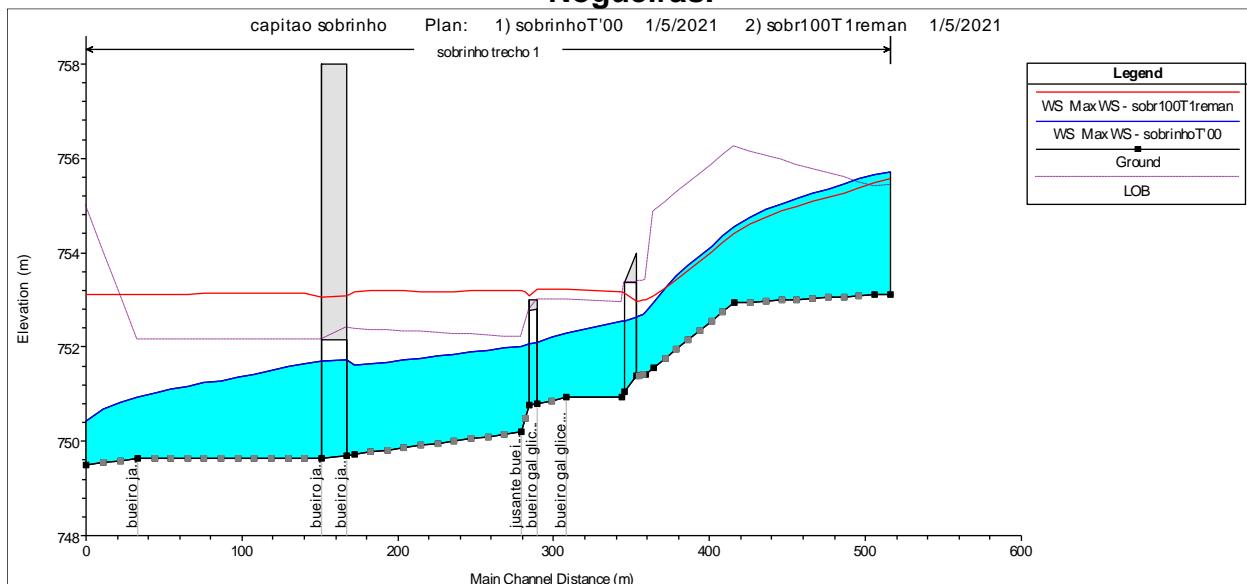
- Verificação e Regularização do Trecho a Jusante da Ria José Ângelo Calafiore

Para o trecho de canal - seção retangular em concreto, com traçado existente após a rua José A. Calafiore até a saída da galeria na rua 13 de maio, deverão ser realizadas:

- Campanha de inspeção de dimensões e situação estrutural, principalmente, nos trechos confinados e/ou cobertos por edificações.
- Contratação de televisionamento do trecho de cerca de 51,00m onde a galeria encontra-se sob edificações, para confirmação de seção transversal e situação estrutural.
- Ações corretivas a serem propostas e empreendidas após a campanha de televisionamento.
- Correções e ajustes de traçado no trecho de cerca de 32,00 m a jusante da rua José A. Calafiore até o início da galeria (sob edificações).
- Reconstrução de cerca de 15,00m de canal, seção retangular em concreto, para melhoria de traçado com amenização de curvatura (atualmente com cerca de 90°).
 - Ampliação do Bueiro-Galeria sob a Rua José Angelo Calafiore

Substituição da tubulação existente (Φ 1,00m) para galeria retangular fechada com largura de 5,00m e altura de 2,00m.

Figura 63: Perfil longitudinal com intervenções propostas – Córrego dos Nogueiras.



A ampliação do bueiro-galeria elimina a propagação de níveis elevados para montante, garantindo o escoamento sem extravasamentos nos trechos de montante (entre as ruas General Glicério e Jacira L. Ribessi).

Sem a ampliação a linha de inundação é propagada para montante chegando até a ponte da rua General Glicério.

- Regularização do Talvegue Natural a Montante da Rua General Glicério

Implantação de canal com seção trapezoidal revestido com grama, mantendo largura da base mínima igual a 3,00m e altura mínima de 2,50m, e 100m de extensão.

4.2.3 Intervenções propostas para o Córrego da rua Nagib Jorge

Não são propostas intervenções para o trecho a montante da rua Florêncio Espíridião.

- Ampliação do Bueiro sob a Rua Florêncio Esperidião

Implantação de bueiro retangular em concreto armado (BSCC) com dimensões iguais a 2,00m x 1,50m e declividade (máxima) igual a 1,0%. Extensão de 25m.

- Regularização do Canal Existente entre as ruas Florêncio Esperidião e XV de Agosto

Implantação de dissipador em degraus, ajustados a um canal retangular em gabião tipo caixa com largura variando de 3,00m, logo a jusante do bueiro, até 5,00m no final do trecho, e altura de 2,50m. O canal em gabião terá extensão da ordem de 80,00m para permitir a implantação de degraus (altura máxima igual a 0,50m) com fator 1:4 (V:H).

Figura 64: Perfil longitudinal com intervenções propostas - Córrego da rua Nagib Jorge.



4.2.4 Intervenções propostas para o Córrego da av. José Maria de Faria

- Regularização do canal a montante e jusante do bueiro da rua XV de Agosto, com eliminação de interferências e desassoreamento.

Canalização em com seção trapezoidal revestido com grama, no trecho de 237,00m a montante da rua XV de Agosto. Seção trapezoidal com largura de base igual a 3,50m e altura mínima de 2,50m.

- Ampliação do Bueiro sob a Rua XV de Agosto

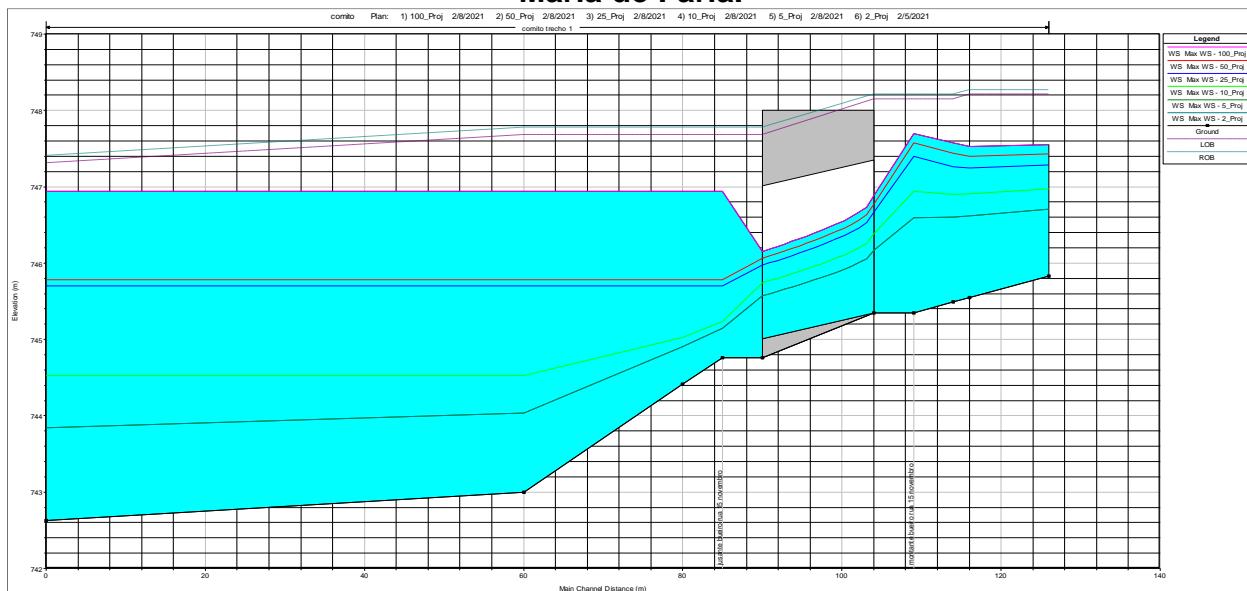
Implantação de bueiro retangular em concreto armado (BSCC) com dimensões iguais a 3,00m x 2,00m e declividade (máxima) igual a 1,0%.

Implantação de muros-ala em concreto no emboque e desemboque do bueiro e muro de testa (altura maior que 0,50m) na seção de emboque.

- Canal de Desemboque no Rio do Peixe

Regularização e limpeza do leito do canal existente a jusante da rua XV de Agosto. Extensão aproximada de 32,00m, com seção trapezoidal revestida com grama e base de 3,0m e altura de 2,50m.

Figura 65: Perfil longitudinal com intervenções propostas – Córrego da av. José Maria de Faria.



4.2.5 Intervenções propostas para o Córrego da rua Andrelino Souza Pinto (jusante)

➤ Avaliação

O sistema atual tem capacidade para escoar cheias de até TR 50 anos, com algumas ocorrências:

- Os trechos a montante dos bueiros da Rodovia Pompeu Conti e Rua Andrelino de Souza Pinto estão sujeitos a ocorrências de níveis d'água elevados, porém sem que o leito das vias seja atingido. No entanto, os níveis d'água ficam muito próximos das cotas das vias.
- A velocidade do escoamento é muito alta no trecho situado entre os dois bueiros.
 - Ampliação do Bueiro da Rodovia Pompeu Conti

Para o atendimento a cheias de superiores a TR 50 e até TR 100 anos o sistema existente requer a ampliação dos bueiros da Rodovia.

Nesse intervalo de vazões máximas o nível d'água ultrapassa a cota do leito da Rodovia, requerendo uma ampliação mínima com a duplicação da seção existente. O bueiro existente tem seção retangular fechada com dimensões iguais a 2,70m x 2,70m. Propõe-se a duplicação deste bueiro, mantendo-se as dimensões atuais.

A ampliação mínima mantém controlada as sobrelevações a montante do bueiro da Rodovia, porém, sem que o leito da via seja atingido e, ainda, com um algum alívio das vazões para jusante.

Cabe ressaltar que essa ampliação sempre obriga a ampliação do bueiro de jusante, já que o amortecimento decorrente da sobrelevação de nível d'água, na configuração atual, alivia as vazões a jusante, garantindo um funcionamento pleno para o bueiro da rua Andrelino S. Pinto.

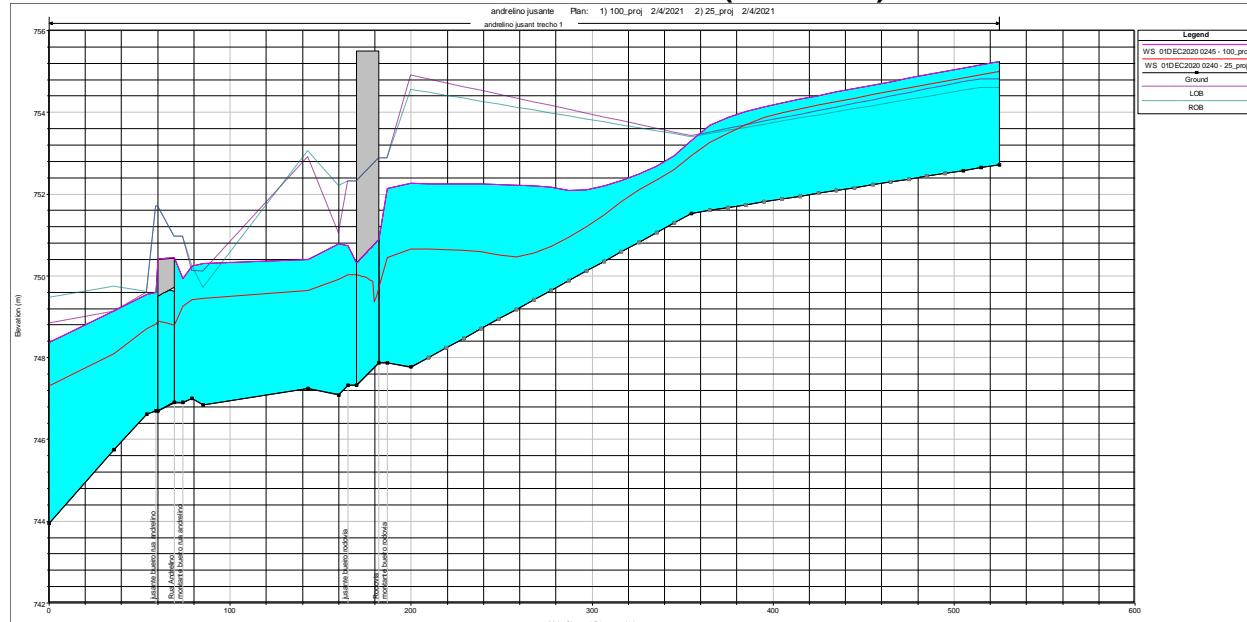
- Ampliação do Bueiro da Rua Andrelino Souza Pinto

Havendo ampliação na capacidade do bueiro de montante haverá necessidade de ampliação do bueiro da rua Andrelino Souza Pinto.

Esse bueiro tem capacidade para o escoamento de cheias com TR de até 50 anos, na hipótese de não ampliação do bueiro de montante (Rodovia).

Para suportar vazões com TR de até 100 anos, ou em caso de qualquer aumento na capacidade de vazão do bueiro de montante, este requer ampliação para uma seção de escoamento útil igual a 7,50mx 2,50m, com 20,0m de extensão e muro ala.

Figura 66: Perfil longitudinal com intervenções propostas – Córrego da rua Andrelino Souza Pinto (montante).



4.2.6 Intervenções propostas para o Córrego da rua Andrelino Souza Pinto (montante)

- Ampliação do Bueiro da Rua Vicente D'Ana e Canal de Montante

Implantação de uma galeria adicional, dimensões iguais a 2,0m x 2,0m e extensão de 80,0m com alas, com traçado paralelo a galeria existente e perfil longitudinal ajustado à geometria do canal de montante e jusante.

Regularização de traçado e seção do canal existente a montante do emboque do bueiro e a saída do bueiro da rua Valentim Cesar Tafner. O Canal Projetado deverá ter seção trapezoidal com taludes revestidos com grama e largura da base igual a 5,00m e altura mínima de 2,50m, com declividade longitudinal ajustada ao perfil existente e 220,0m de extensão.

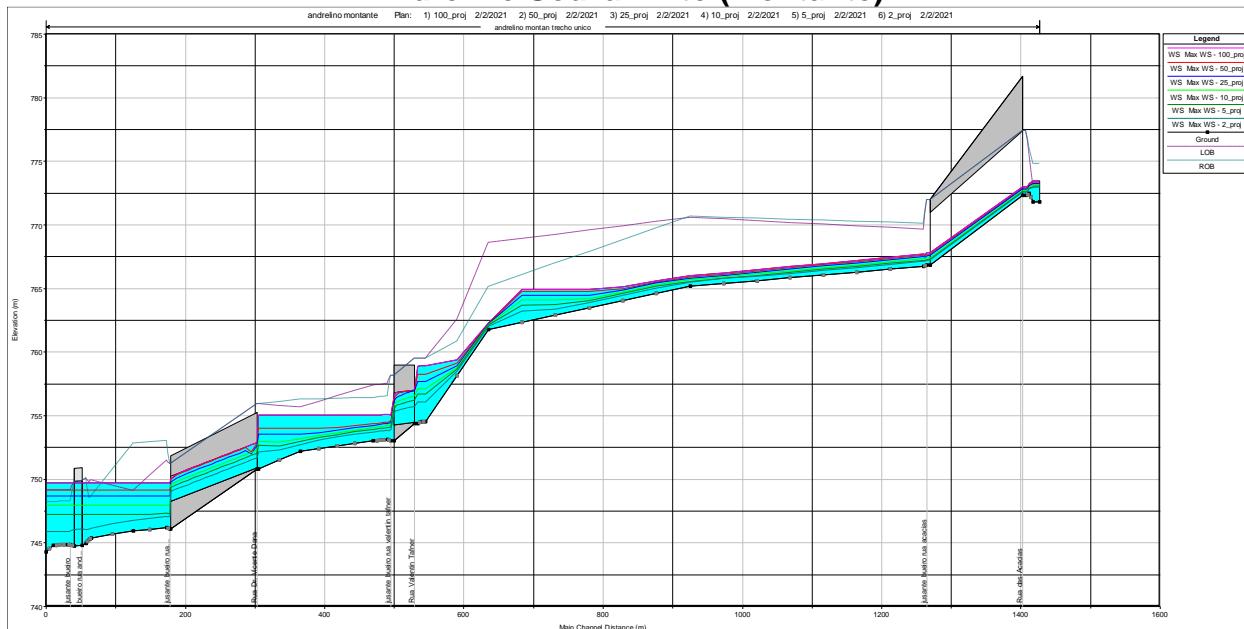
- Ampliação do Bueiro da Rua Valentim Cesar Tafner

Substituição de uma das linhas de tubos existentes - diâmetro 1,00m, por uma galeria retangular, 2,50m x 2,50m, com traçado e perfil longitudinal ajustado ao da tubulação substituída – 40,0m de extensão.

- Canalização a Montante do Bueiro da Rua Andrelino de Souza Pinto

Implantação de Muro Ala em concreto armado, em uma extensão mínima de 15,00m, no emboque do bueiro visando melhor acomodação do fluxo hídrico durante as cheias. O traçado das alas deve propiciar uma transição mais equilibrada entre o alinhamento da travessia existente e o canal de montante.

Figura 67: Perfil longitudinal com intervenções propostas – Córrego da rua Andrelino Souza Pinto (montante).



4.2.7 Intervenções propostas para o Córrego Estrada da Pompéia

➤ Avaliação

Não são detectáveis insuficiências hidráulicas no trecho de montante - desde a seção inicial até a ponte da Estrada Municipal da Pompéia, inclusive, para cheias com TR até 100 anos.

Registre-se, somente, a existência de um desnível acentuada entre a seção de saída da ponte e o canal natural a jusante (desnível de quase 1,00m).

No trecho entre as pontes da Estrada Municipal da Pompéia e a ponte s/n (próximo a Recreat), o canal natural existente suporta vazões com TR até 100 anos, porém, escoando com altas alturas da lâmina d'água (sem problemas na situação atual dada a inexistência de edificações / infraestrutura no entorno).

Já a ponte da rua s/n têm sua capacidade extrapolada a partir de vazões com TR 50 anos.

No trecho entre a ponte da rua s/n e rua João Ramalho o canal existente (inclusive o trecho final canalizado em seção retangular com largura igual a 5,00m e confinado entre muros de edificações) têm capacidade para escoar vazões de TR 100 anos, porém, com lâminas líquidas da ordem de ou superiores a 3,00 m considerando cheias a partir de TR 50 anos.



Para a ponte da rua João Ramalho, as altas lâminas d'água no trecho logo a montante, diminuem sua capacidade, havendo galgamentos do leito da ponte para a cheia de TR 100 anos. Nesse caso, a pequena retenção e amortecimento para as cheias mais extremas que ocorre na ponte de montante, permite que as vazões de TR 50 anos sejam plenamente escoadas (seções das pontes aproximadamente semelhantes).

Todo o trecho a jusante da rua João Ramalho tem capacidade para o escoamento das cheias com TR até 100 anos. Vale observar que a lâmina d'água no trecho de canal é igual ou superior a 3,00m e que a seção hidráulica sob a ponte da Av. XV de Agosto é menor que as de montante (largura igual a 4,00m). A não detecção de ocorrências negativas nessa localidade deve-se a alta declividade do trecho repercutindo em velocidades de escoamento superiores a 4,0 m/s no emboque da ponte.

- Propostas
- Implantação de degraus de dissipação na saída da ponte da Estrada Municipal da Pompéia.

Para ajustar o desnível existente propõem-se a implantação de degraus em gabião tipo saco, em uma extensão de 10,00m (2 degraus de 0,35m cada) junto ao leito do canal existente.

- Canalização em seção trapezoidal revestida com grama.

Canalização do trecho de 257,00m entre as pontes da Estrada Municipal da Pompéia e da rua s/n. O canal terá largura da base igual a 5,00m e taludes laterais com inclinação 1,0V:1,5H e altura mínima igual a 3,00m e declividade igual a 0,0025 m/m.

- Ampliação da ponte da rua s/n

Substituição da ponte existente para L=15,0m e C=8,0m, com altura igual a 3,50m.

Implantação de seção retangular sob a ponte com dimensões mínimas iguais a 5,50mx3,00m e 10,0m de extensão. A seção pode ser construída com paredes laterais em gabião tipo caixa e fundo revestido com gabião tipo saco. As laterais recebem camada de argamassa de cimento e areia em toda a extensão.

Implantação de muros-ala em concreto (extensão igual a 5,00m) na entrada e saída da ponte.

- Canalização em seção retangular entre as pontes das ruas s/n e João Ramalho.

Canalização em gabião tipo caixa, sem revestimento de fundo, ao longo de 18,0m, com largura igual a 5,50m e altura mínima igual a 3,00m.

- Ampliação da ponte da rua João Ramalho.

Substituição da ponte existente para L=15,0m e C=7,0m, com altura igual a 3,50m.

Implantação de seção retangular sob a ponte com dimensões mínimas iguais a 5,50mx3,00m. A seção pode ser construída com paredes laterais em gabião tipo caixa e fundo revestido com gabião tipo saco. As laterais recebem camada de argamassa de cimento e areia em toda a extensão.

Implantação de muros-ala em concreto (extensão igual a 5,00m) na entrada e saída da ponte.

- Canalização em seção retangular entre as pontes da rua João Ramalho e Av. XV de Agosto

Canalização em gabião tipo caixa, sem revestimento de fundo, ao longo de 270,00, com largura igual a 5,50m e altura igual a 3,00m. Paredes laterais revestidas com argamassa de cimento e areia.

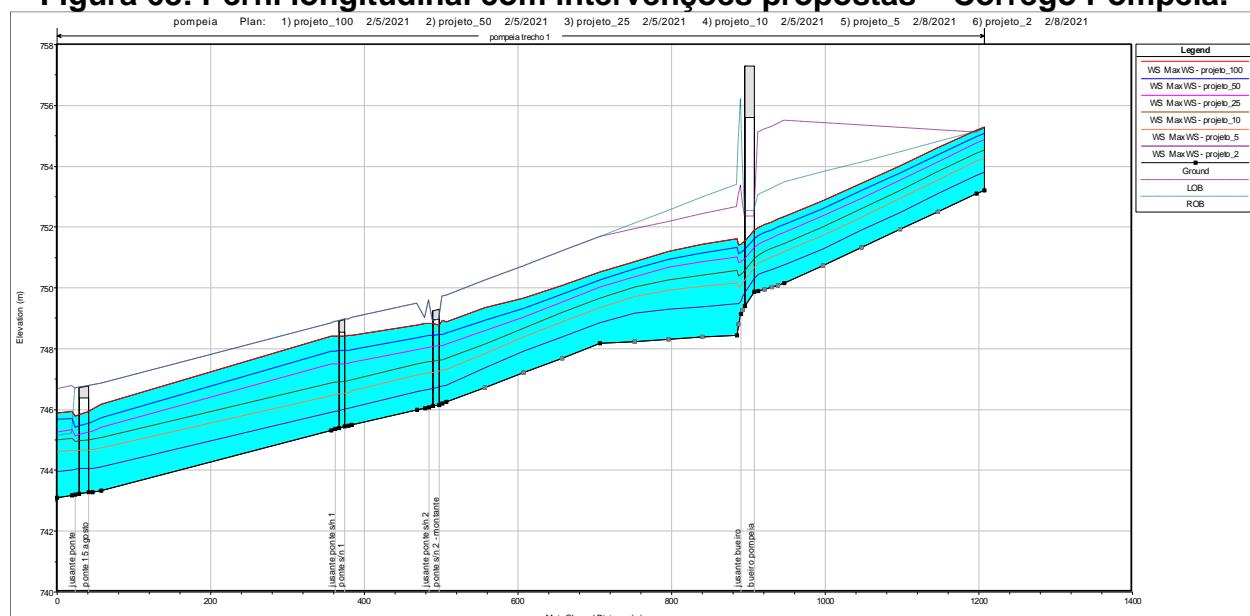
- Ampliação da ponte da Av. XV de Agosto

Substituição da ponte existente para L=15,0m e C=12,0m, com altura igual a 3,50m.

Implantação de seção retangular sob a ponte com dimensões mínimas iguais a 5,50mx3,00m e 12,0m de extensão. A seção pode ser construída com paredes laterais em gabião tipo caixa e fundo revestido com gabião tipo saco. As laterais recebem camada de argamassa de cimento e areia em toda a extensão.

Implantação de muros-ala em concreto (extensão igual a 5,00m) na entrada e saída da ponte.

Figura 68: Perfil longitudinal com intervenções propostas – Córrego Pompéia.



4.3 Medidas Estruturais Não Convencionais ou Compensatórias

As medidas estruturais não convencionais consistem basicamente na retenção e infiltração das águas precipitadas, de forma que se possa retardar a liberação das águas pluviais. Essas medidas compensatórias não se aplicam ao presente estudo, porém, são alternativas recomendadas para futuros empreendimentos e novas áreas de expansão urbana. Desta forma, maiores detalhamentos serão apresentados no ANEXO I.

4.4 Medidas Não Estruturais

Na gestão das águas pluviais e do controle dos riscos de inundação, as medidas não estruturais voltam-se para a proposição de diretrizes de proteção e métodos de minimização dos riscos, com ênfase na gestão integrada da bacia hidrográfica. Essas



medidas são embasadas em ações de gestão, legislação e educação ambiental, conforme apresentado na tabela a seguir.

4.4.1 Gestão

Planejamento

Planejamento - Planejamento Integrado

A gestão sustentável das águas pluviais requer, num primeiro momento, a gestão integrada de diferentes níveis de decisão, a saber:

- Estadual: entidades que atuam com os recursos hídricos e o meio ambiente;
- Bacia Hidrográfica: Comitês e Agências de Bacia/Unidades Executivas;
- Municipal: nesta escala, as decisões envolvem a jurisdição dos municípios e as suas ações locais e setoriais.

Entretanto, de forma geral, a gestão das águas pluviais tem se dado de forma fragmentada e com pouco foco no conjunto das cidades, concentrando suas ações e decisões em problemas pontuais. O desenvolvimento de um planejamento preventivo também é raramente observado.

A visão contemporânea, por outro lado, se insere em outra perspectiva, conforme já comentado. Dessa forma, prevê a integração das diversas esferas e níveis de gestão, bem como o planejamento integrado da drenagem urbana e do manejo das águas pluviais com os demais componentes do sistema urbano.

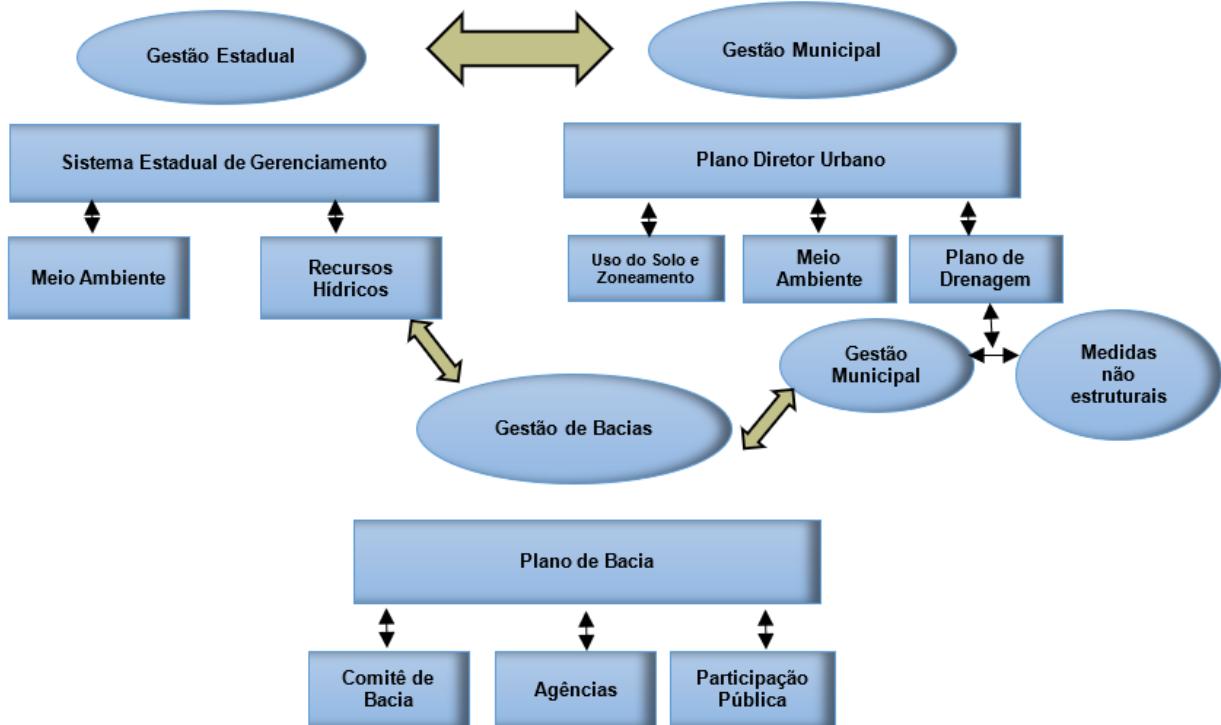
Tabela 7: Exemplos de medidas não estruturais para a gestão das águas pluviais urbanas.

Temáticas	Medidas	Função
Planejamento	Planejamento Integrado	Articulação entre planos setoriais e intermunicipais, visando o controle da drenagem urbana e dos eventos indiretos como: erosão, desmatamento, escorregamento, assoreamento e densificação urbana
	Plano Diretor de Drenagem	Entre outros produtos, a produção do manual de drenagem para orientar profissionais que planejam e projetam intervenções no sistema de drenagem urbana
Gestão	Fiscalização	Fiscalização sobre as questões intervenientes, direta e indiretamente, nos sistemas de drenagem urbana
	Mapa de Risco de Inundação	Identificação das áreas com risco de inundação
Plano de Ação de Emergência	Monitoramento, Previsão e Alerta	Monitoramento dos pontos de controle de nível de água, identificando os inícios dos processos de inundação
	Sistema de Informações	Informação e integração com as instituições intervenientes
	Sinalizações e Orientações de Alerta	Identificação e orientações quanto aos locais suscetíveis a inundações. Ordenamento do fluxo de veículos e pessoas
Legislação	Uso e Ocupação do Solo ¹ /Zoneamento de Áreas de Risco ²	¹ Regulamentação da ocupação e impermeabilização do solo, como também diretrizes para o controle da drenagem urbana
	Leis Específicas	² Descrição dos usos permitíveis para cada zona identificada no mapa de risco
	Áreas de Restrições Ambientais	Preservação de áreas, como consequência obtém-se a diminuição dos efeitos de escoamento superficial
Educação Ambiental	Estatuto da Cidade	Intervenção em áreas consolidadas – redução da densidade e aumento da permeabilidade
	Comunicação	Divulgação do correto funcionamento das estruturas de escoamento de águas pluviais urbanas e o uso adequado dessas
	Treinamento	Auxiliar e treinar técnicos e comunidade para contribuírem para a gestão de águas pluviais urbanas

Fonte: PDDU Jacareí, 2012

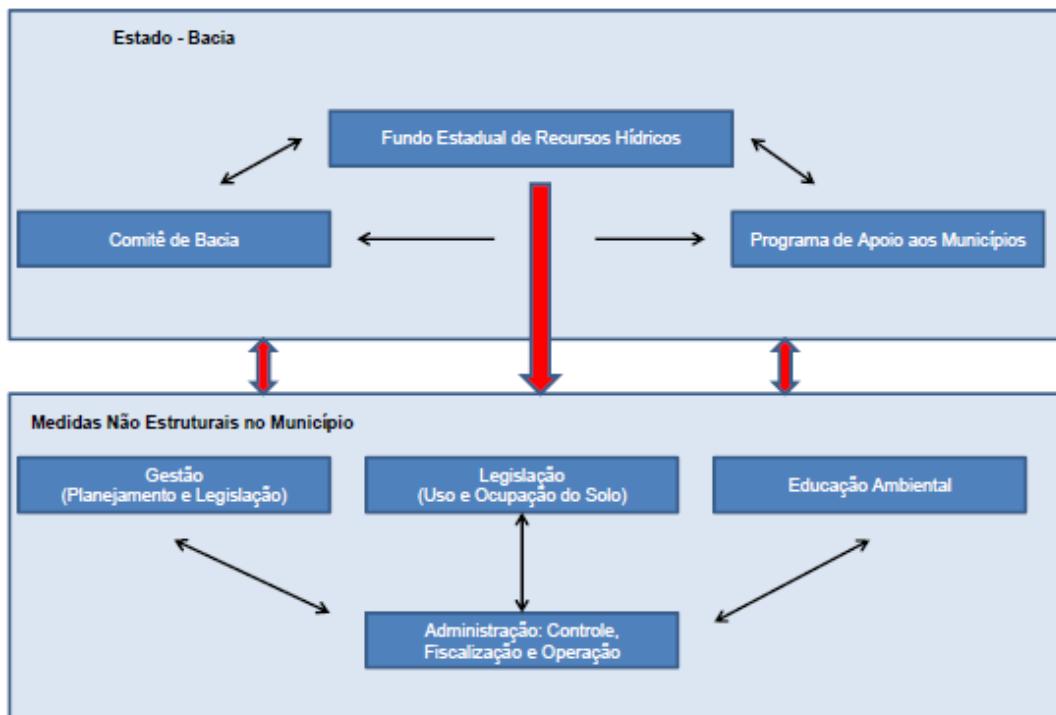
As figuras a seguir procuram ilustrar a integração dos diferentes níveis de gestão e a sua relação com a adoção de medidas não estruturais.

Figura 69: Integração dos Níveis de Gestão.



Fonte: Adaptado do Plano Diretor de Drenagem da Bacia do Alto Iguaçu (2002).

Figura 70: Relação entre medidas não estruturais e níveis de gestão.



Fonte: Adaptado do Plano Diretor de Drenagem da Bacia do Alto Iguaçu (2002)



Planejamento - Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU)

Os Planos Diretores de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais têm por objetivo criar mecanismos para administrar a infraestrutura urbana relacionada à gestão das águas pluviais, tendo por base a bacia hidrográfica, o zoneamento urbano e as estruturas de macro e micro drenagem. A partir da compatibilização entre as tendências de ocupação do solo e a infraestrutura, planeja-se a distribuição das águas no tempo e no espaço, buscando-se evitar perdas econômicas e melhorar as condições de saúde e do meio ambiente nas cidades.

Cabe, portanto, aos PDDU:

- Propor alternativas de controle do uso e da ocupação do solo, incluindo o zoneamento das áreas de risco e a redução da impermeabilização do solo;
- Evitar que novos empreendimentos venham ampliar as cheias naturais;
- Estabelecer diretrizes de macrodrenagem com a proposição de medidas estruturais e não estruturais para que os riscos de inundação sejam minimizados;
- Criar parques lineares ao longo das várzeas de inundação natural não ocupadas;
- Proteger as cabeceiras dos rios contra o assoreamento e para a preservação da qualidade da água.

Além dos aspectos ora listados, o PDDU deve apresentar um manual de drenagem para orientação dos profissionais responsáveis pelo planejamento e elaboração de projetos de intervenção no sistema de drenagem urbana, o qual deve contemplar:

- Variáveis hidrológicas dos projetos de drenagem urbana;
- Alguns elementos hidráulicos;
- Aspectos da ocupação urbana relacionados com a drenagem urbana;
- Legislação e regulamentação associada;
- Critérios de Avaliação e controle do impacto da qualidade da água.

De acordo com a Lei 11.445/2007, que institui a Política Nacional do Saneamento Básico, é de responsabilidade do titular dos serviços de saneamento – Estado ou municípios – a tarefa de planejar as ações relacionadas ao saneamento básico, dentre elas os serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Sendo assim, dentre outras atribuições, as instituições responsáveis pelo planejamento devem elaborar o Plano Diretor de Drenagem Urbana e o Manual de Critérios para a Drenagem Urbana, considerando a inserção da abordagem sustentável para o manejo de águas pluviais.

Planejamento - Fiscalização

A fiscalização envolve as atividades de acompanhamento, monitoramento, controle ou avaliação, visando garantir o cumprimento das normas e regulamentos editados pelo poder público e a utilização, efetiva ou potencial, do serviço público.

De acordo com o PDMAT-3, a fiscalização deve “garantir o cumprimento de normas e procedimentos que expressem a aplicação das diretrizes de gestão das águas pluviais”,



assim como “garantir o cumprimento da utilização, aplicação e efetivação das medidas não estruturais estabelecidas”.

Considerando que a prevenção contra os riscos de inundação envolve o estabelecimento de leis de uso e ocupação do solo; a determinação de áreas de risco; e a construção de obras, a fiscalização assume papel crucial no que tange à verificação do seu cumprimento.

Plano de Ação e Emergência

Em situações de emergência, os planos de ação visam articular os sistemas e estruturas institucionais de alerta de enchentes e de defesa civil. Para tanto, estruturam um conjunto de medidas de prevenção de acidentes, possibilitando uma convivência menos vulnerável com situações de anormalidade associadas a processos de natureza hidrológica. Em geral, esses planos contemplam:

- Mapa de riscos de inundação;
- Monitoramento, previsão e alerta;
- Sistema de informações;
- Sinalizações e orientações de alerta.

Plano de Ação e Emergência - Mapa de riscos de inundação

O mapa de riscos de inundação trata-se de uma ferramenta empregada para a identificação de áreas de risco, devendo ser confeccionado a partir de:

- Nivelamento de régua a zero absoluto;
- Topografia da região no mesmo referencial absoluto da régua;
- Estudo de probabilidade de inundações de níveis para uma seção na proximidade da região;
- Níveis de inundação, ou marcas ao longo da região, que permitam a definição da linha d’água;
- Cadastramento das obstruções ao escoamento ao longo do trecho (pontes, edifícios, estradas, etc).

A ocorrência de inundações associa-se a fatores naturais e antrópicos que, uma vez combinados, podem potencializar os eventos de inundação e aumentar o seu risco. Exemplos desses fatores são, de um lado, a pluviometria, o relevo, a forma da bacia, o gradiente hidráulico do rio e a dinâmica do escoamento pluvial; e, de outro, a impermeabilização do solo, as obras e intervenções na bacia e nos seus cursos d’água, os processos de erosão e assoreamento.

Frente a essas condições, é fundamental o zoneamento de áreas de risco, tendo como base a legislação de uso e ocupação do solo. Por sua vez, a aplicação da legislação segundo as zonas de risco deve considerar:

- Construção do mapa de risco;
- Preservação de fundos de vale, recuperação da vegetação e contenção de processos erosivos;
- Remoção de ocupações irregulares;
- Aumento da permeabilidade e contenção de assoreamento;
- Reuso da água de chuva;
- Transferência de potencial construtivo;
- Requalificação de áreas de ocupação consolidada.

A aplicação da legislação relacionada ao zoneamento de risco é exemplificada na figura a seguir, onde tem-se:

- Região 1 – zona de passagem da enchente: permite o escoamento das águas;
- Região 2 – zona com restrições: susceptível à inundação;
- Região 3 – zona de baixo risco: pequena probabilidade de ocorrência de inundação.

Figura 71: Aplicação da legislação nas zonas de risco.



Fonte: Tucci (2006)⁵

⁵ TUCCI, Carlos. Gestão de Águas Pluviais Urbanas. Brasil, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília: Ministério das Cidades, 2006.



A definição das regiões em questão deve-se dar a partir da identificação dos potenciais locais de risco de inundação presentes no município, por meio do reconhecimento do perigo efetivo ou potencial ao qual estão sujeitos. Esta identificação permitirá a análise de cenários de risco de acordo com o tipo de processo e a vulnerabilidade da ocupação instalada, a partir (i) da frequência e magnitude do processo hidrológico e (ii) do alcance, extensão e impactos associados ao processo.

Plano de Ação de Emergência - Sistema de monitoramento, previsão e alerta

O Sistema de monitoramento, previsão e alerta visa à divulgação de informações antecipadas – através de pessoas e instituições – para que a população exposta a ameaças tenha tempo suficiente para tomar as ações necessárias para evitar ou reduzir o risco e para prepararem uma resposta efetiva. Tal sistema se insere em contextos de gestão de riscos e desastres, integrando as fases de conhecimento do risco; monitoramento e previsão; disseminação de informação e resposta.

No caso das inundações, este sistema permite a sua previsão ao longo de pontos críticos, considerando a coleta e a análise de dados de entidades diversas ligadas à metereologia, geologia, hidrologia, etc, assim como o repasse dessas informações e das previsões hidrológicas para a Defesa Civil, o Corpo de Bombeiros e a Polícia Militar.

Basicamente, consiste em um sistema de prontidão e monitoramento contínuo das condições meteorológicas, climáticas e dos escoamentos fluviais de uma bacia hidrográfica, envolvendo a mobilização de recursos humanos, tecnológicos e infraestrutura com o objetivo de produzir e divulgar informações às entidades de interesse (a exemplo da Defesa Civil), face à iminência, ocorrência ou evolução de situações de risco para a comunidade. A partir deste repasse de informações, podem ser planejadas as ações e intervenções preventivas ou de mitigação.

Modelos de previsão

Os modelos de previsão estão relacionados às rotinas de aquisição e tratamento de dados e informações que permitem aos operadores do sistema obter resultados da situação atual e da evolução de um evento hidrometeorológico, prevendo-se os seus respectivos efeitos sobre a rede de macrodrenagem.

Alerta

Trata-se da comunicação de uma emergência às entidades públicas de gestão territorial, proteção, organização e defesa civil, a qual deve ser acompanhada das informações necessárias para a caracterização plena da situação de risco. Geralmente, o alerta é comunicado por meio de boletins.

Os manuais operativos do sistema de alerta devem definir as entidades e os responsáveis a receberem o comunicado, assim como prever a sua hierarquização.

Aviso

Corresponde à comunicação de um potencial ou eminent risco de ocorrência de uma situação de emergência a uma determinada comunidade ou região, a partir do sistema de alerta.



Níveis de alerta

Referem-se à classificação de situações de acordo com os níveis de risco e respectivos efeitos esperados, em grau de gravidade crescente. Cada nível de alerta deve estar associado à situação que o define, assim como as ações e procedimentos a serem realizados.

Frente a esse cenário, cabe à Defesa Civil a responsabilidade de coordenar e supervisionar as ações de defesa civil, assim como manter e atualizar informações específicas; elaborar e implementar programas e projetos; prever recursos orçamentários para as ações assistenciais; capacitar recursos humanos; providenciar a distribuição e o controle de suprimentos; e propor a decretação ou homologação de situação de emergência ou de estado de calamidade pública. Suas ações devem se desenvolver nas seguintes fases:

- Preventiva: preparação da população, sendo realizada em situações de normalidade;
- Socorro: condução de vítimas aos hospitais;
- Assistencial: encaminhamento de flagelados a locais e abrigos seguros, com a provisão de medicamentos, agasalhos e alimentos;
- Recuperativa: retorno à normalidade e, se possível, execução de obras com caráter corretivo (para recuperação da área atingida pelo desastre) e preventivo (buscando-se evitar a ocorrência de eventos futuros adversos).

Em termos de legislação, no âmbito federal a Lei nº 12.608/2012 institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) e dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil (CONPDEC). Dentre os seus objetivos, destacam-se: a promoção da integração entre políticas setoriais; o estímulo ao ordenamento da ocupação do solo urbano e rural; e o combate à ocupação de áreas ambientalmente vulneráveis e de risco, assim como a promoção da realocação da população nelas residente.

Em nível estadual, o Decreto 7.550/1976 cria o Sistema Estadual de Defesa Civil de São Paulo, o qual foi reorganizado mediante a publicação do Decreto nº 40.151, no ano de 1995. O sistema em questão possui uma Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC) subordinada diretamente ao Governador do Estado, sendo dirigida pelo Coordenador Estadual de Defesa Civil, constituindo-se no órgão central de defesa civil do Estado de São Paulo.

Plano de informação pública

Este plano deve prever os meios de contato, os momentos e o conteúdo da comunicação a ser veiculada para as comunidades, contendo instruções e/ou ações de prevenção e informações sobre a eventual presença de agentes e autoridades no local.

Também os órgãos de comunicação devem ser devidamente informados quanto à situação detectada; as ações e medidas em curso; os locais de acolhimento provisório ou assistência; endereço e telefones de contato; etc.

Plano de Ação de Emergência - Sistema de Informações

O objetivo de um sistema de informações é reunir todas as informações relacionadas ao sistema de drenagem municipal, permitindo o cadastro e a manipulação de dados, assim como consultas e análises. Segundo o PDMAT-3, “um sistema de informações pode ser considerado como a principal ferramenta que dá subsídio para o acompanhamento dos programas, projetos e ações” voltados para a gestão das águas pluviais urbanas e dos riscos de inundação.

Ainda de acordo com o Plano em questão, a organização dos serviços de drenagem deve se dar mediante a manutenção e o gerenciamento de um sistema de informações que contemple, minimamente:

- Indicadores de drenagem, série histórica e metas futuras associadas a prazos;
- Informações sobre obras, programas, licitações, projetos, estudos e campanhas planejadas e em andamento associadas aos indicadores e suas metas, com informações necessárias ao seu acompanhamento;
- Indicadores de acompanhamento econômico-financeiro necessários para avaliar a sustentabilidade dos serviços de drenagem;
- Informações sobre os prestadores de serviço responsáveis pela operação e manutenção de todas as estruturas hidráulicas e equipamentos de apoio à drenagem.

Sistema de Informações

As sinalizações de alerta têm o objetivo de identificar áreas susceptíveis a inundações e orientar a população sobre as ações a serem tomadas em casos de situação de risco.

A figura a seguir apresenta exemplos de placas de sinalização instaladas na cidade de Belo Horizonte com tal finalidade.

Figura 72: Placas de alerta instaladas na cidade de Belo Horizonte pela Prefeitura Municipal.



Quanto às formas de orientação de alerta, pode ser citado o papel dos agentes de trânsito na orientação de pedestres e motoristas, buscando-se evitar o acesso a pontos de inundação e alagamento.



4.4.2 Legislação

Leis Específicas

A legislação é uma medida não estrutural que tem por objetivo disciplinar o desenvolvimento urbano buscando a minimização dos seus impactos sobre as águas pluviais. Sendo assim, procura restringir a ocupação de áreas de risco de inundação, assim como reduzir o escoamento superficial, a fim de retardar os picos de vazão de cheia. Para tanto, as diretrizes e restrições a serem seguidas devem ser previstas na legislação municipal e integradas ao Plano Diretor de Drenagem Urbana do município, como:

- Plano Diretor;
- Lei de Uso e Ocupação do Solo;
- Zoneamento de áreas de risco de inundação;
- Áreas de restrições ambientais;
- Estatuto da Cidade.

Leis Específicas - Plano Diretor

O Plano Diretor Municipal, segundo o Estatuto da Cidade, é o instrumento básico de orientação da política de desenvolvimento e de ordenamento urbano dos municípios. Seu objetivo é orientar as ações do Poder Público visando compatibilizar os interesses coletivos e garantir, de forma mais justa, os

benefícios da urbanização, assim como o direito à cidade e à sua gestão democrática.

Dentre as diretrizes estabelecidas pelo Plano Diretor, os principais rebatimentos na drenagem relacionam-se com:

- A delimitação do macrozoneamento de uso do solo;
- As orientações para a legislação correlata (Uso e Ocupação do Solo; Perímetro Urbano; Parcelamento do Solo; Código de Obras);
- A delimitação das áreas de aplicação dos instrumentos do Estatuto das Cidades;
- As diretrizes específicas relacionadas à drenagem (áreas livres, conservação e preservação, arborização, permeabilidade do solo, etc).
- Estatuto da Cidade.

Leis Específicas - Lei de Uso e Ocupação do Solo

A Lei de Uso e Ocupação do Solo visa ao estabelecimento de critérios e diretrizes para a ocupação e o uso do solo nas cidades, orientando o seu crescimento a partir da perspectiva de minimização dos impactos sobre as áreas ambientalmente frágeis e do controle das densidades demográficas, com o objetivo de garantir o desenvolvimento da cidade de forma equilibrada e sustentável. Deve, portanto, considerar:



- Restrições à ocupação das áreas de riscos de inundação;
- Redução do escoamento superficial.

Tais restrições devem ser planejadas e previstas na legislação municipal e integradas ao Plano Diretor de Drenagem Urbana do município.

Leis Específicas - Zoneamento de áreas de risco de inundação

O zoneamento de áreas de risco de inundação trata-se de uma setorização territorial que tem por objetivo definir um conjunto de regras para a sua ocupação, de acordo com o nível de risco a que as áreas estão sujeitas, visando à minimização de perdas materiais e humanas decorrentes dos eventos de cheias. Sendo assim, a partir da identificação dos níveis de risco a que estão sujeitas, torna-se possível a definição de um conjunto de regras para restringir a sua ocupação, de acordo com o mapeamento a ser apresentado no **item 4.5.8** e respaldo na lei de uso e ocupação do solo, devendo orientar:

- A preservação de áreas com restrições ambientais;
- A remoção de ocupações irregulares;
- O aumento da permeabilidade;
- A contenção de processos erosivos e de assoreamento.

Leis Específicas - Áreas de restrições ambientais

Áreas de restrições ambientais são aquelas cuja ocupação deve ser condicionada às restrições estabelecidas em legislação específica, dada às condições de risco que oferecem à ocupação ou à necessidade de proteção de elementos naturais.

Leis Específicas - Estatuto da Cidade

O Estatuto da Cidade, instituído pela Lei Federal nº 10.257/2001, vem legitimar o direito à cidade, regulamentando os artigos 182 e 183 da Constituição Federal. Dentre outros aspectos, prevê:

- A garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações;
- A proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído;
- A regularização fundiária e a urbanização de áreas ocupadas por população de baixa renda mediante o estabelecimento de normas especiais de urbanização, uso e ocupação do solo e edificação, consideradas a situação socioeconômica da população e as normas ambientais.

A lei em questão também determina que o Plano Diretor seja o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana, devendo contemplar, no tocante à drenagem urbana, a adoção de soluções alternativas às medidas estruturais de



intervenção, assim como a criação de parques lineares ao longo de cursos d’água e a adoção de medidas voltadas para a sua recuperação.

No tocante às áreas ocupadas das cidades, os instrumentos previstos no Estatuto permitem, por exemplo:

- Incentivar a redução de densidades por meio da transferência de potencial construtivo;
- Aumentar a permeabilidade a partir do emprego do direito de preempção, reservando áreas de risco ou de interesse público para a implantação de parques, praças ou unidades de conservação;
- Utilizar a possibilidade de operações consorciadas para requalificação de áreas vulneráveis a inundação.

4.4.3 Educação Ambiental

De forma a melhorar a gestão dos sistemas de drenagem urbana e dos eventos críticos de inundação, é fundamental a conscientização da população sobre o tema. Sendo assim, é essencial a realização de atividades de educação ambiental, as quais devem contemplar, dentre outras ações, a comunicação social e o treinamento, conforme descrito a seguir.

Educação Ambiental - Comunicação

Os planos de comunicação social devem integrar o planejamento e a gestão de eventos críticos, promovendo meios para que a população diretamente atingida conheça os riscos aos quais está sujeita e esteja preparada para agir, visando à minimização de perdas materiais e humanas.

Para um maior alcance e efetividade, os planos de comunicação devem ser elaborados em parceria com a população, como parte de um processo participativo de conscientização e de disseminação de conhecimento acerca de riscos e de minimização de impactos.

Estes planos devem ter divulgação ampla, intensa e permanente, contendo informações objetivas sobre os seguintes aspectos:

- Mapeamento de áreas de risco;
- Procedimentos e cuidados a serem adotados na ocorrência de chuvas intensas;
- Rotas alternativas para acesso a abrigos e locais de maior segurança.

Educação Ambiental - Treinamento

A existência de um sistema educativo eficaz, responsável por gerir e difundir uma cultura de prevenção, traduz-se no melhor instrumento para a redução de desastres. A capacitação e o treinamento de equipes municipais e de demais agentes locais com responsabilidade no gerenciamento de riscos, assim como a disseminação de informação e conhecimento sobre situações de risco à população – visando aumentar a

percepção e a participação comunitária na busca de soluções – é fundamental para o alcance do objetivo proposto.

A realização de cursos, oficinas e manuais – com vistas a orientar e capacitar equipes municipais e a população a atuar frente a situações de risco – são exemplos de atividades a serem desenvolvidas com tal finalidade, devendo abranger o seguinte conteúdo: identificação dos perigos; vulnerabilidades; medidas de prevenção e mitigação; legislação e sistemas de alerta.

Como exemplo de iniciativa com a finalidade de capacitação e treinamento, pode-se citar a criação dos Núcleos de Alerta de Chuva – NACs, pela Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. Tais núcleos são formados por agentes voluntários que recebem capacitação para atuar em conjunto com a Defesa Civil nos casos de chuvas fortes e inundações, emitindo sinais de alerta para a comunidade onde moram. Seu objetivo é a prevenção de desastres e a redução de prejuízos em ocorrências de inundações. Como parte do seu treinamento incluem-se aulas de primeiros socorros, amarrações de corda e procedimentos de segurança em caso de chuva.

A seguir, são apresentados exemplos de medidas não estruturais que podem ser adotadas em Socorro, de acordo com as diretrizes anteriormente mencionadas.

- **Filtro de resíduos sólidos**

Os filtros de resíduos sólidos são caixas plásticas instaladas nas bocas de lobo, esses dispositivos possuem como função conter os resíduos para evitar entupimentos e assim otimizar a eficiência das galerias de drenagem.

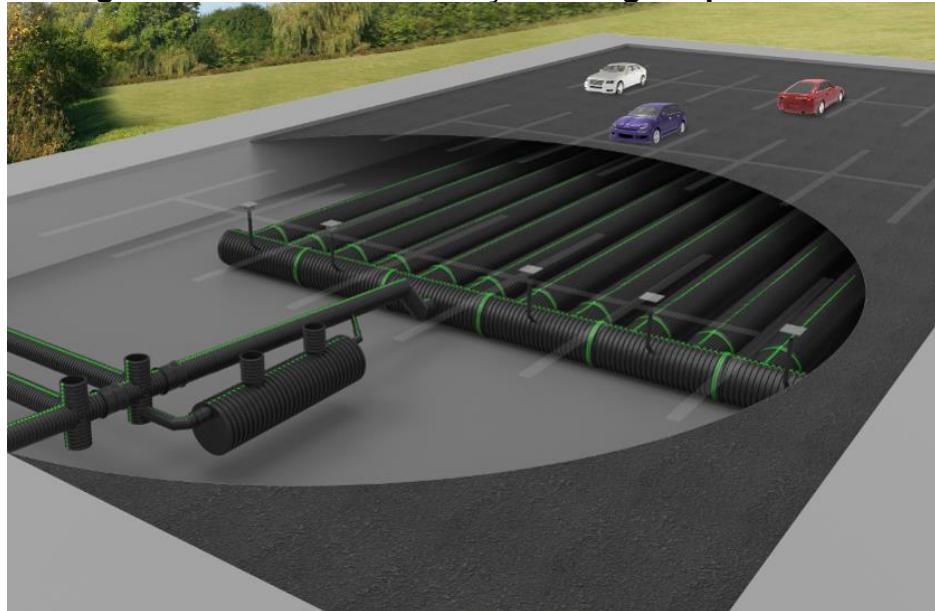
Figura 73: Filtro de resíduos sólidos.



Fonte: DAE-SCS.

- **Sistema de retenção / detenção**

Uma das formas de reter/deter as águas pluviais antes de atingirem o sistema de drenagem é a implantação de reservatórios. Atualmente, há no mercado uma tecnologia constituída de uma série de tubos conectados lado a lado, que atua como tanque subterrâneo, conforme figura a seguir.

Figura 74: Sistema de retenção/ de águas pluviais.

Essa tecnologia possui duas formas de funcionamento, apresentadas a seguir, sendo que há a possibilidade de sistema combinado.

- Sistema de retenção: retêm as águas pluviais e no decorrer do tempo, essas se infiltram no solo;
- Sistema de detenção: captura as águas pluviais temporariamente e permitem que elas sejam liberadas de modo controlado, para o sistema de drenagem ou para os cursos d'água.

Também há outros exemplos de medidas de retenção das águas pluviais que são apresentados nas figuras a seguir.

Figura 75: Regulamentações (incentivos e/ou restrições) no zoneamento municipal para aumento da permeabilidade nos lotes urbanos.

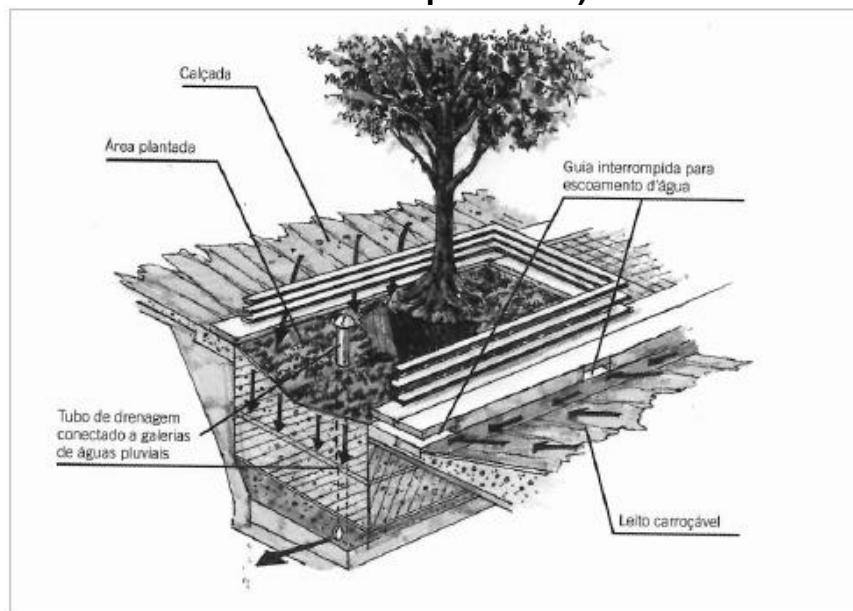
Fonte: Sergio Conde Caldas e Levisky Arquitetos Associados em PiniWEB (2010) *apud* PDMAT-3 (2012).

Figura 76: Pisograma; Biorretenção em áreas comuns (áreas de lazer, estacionamentos, jardineiros).



Fonte: Nate Cormier, ASLA, LEED AP, Senior Landscape Architect at SvR Design Company (2010); Clickobra (2012); Aflalo & Gasperini em PiniWEB (2010) *apud* PDMAT-3 (2012).

Figura 77: Biorretenção nas calçadas (condução das águas pluviais para os canteiros plantados).



Fonte: GORSKI, M.C.B. (2010) *apud* PDMAT-3 (2012).

Figura 78: Biorretentores de águas pluviais em jardins, canteiros e valetas



Fonte: Nate Cormier, ASLA, LEED AP, Senior Landscape Architect at SvR Design Company (2010) *apud* PDMAT-3 (2012).

4.5 Propostas de Medidas Não Estruturais

Nesta seção, serão apresentadas as propostas de ações não estruturais para o município de Socorro. A tabela a seguir sintetiza todas as 12 medidas propostas, associando cada ação sugerida à sua área de abrangência, e posteriormente, cada uma será detalhada individualmente.

Tabela 8: Plano de macrodrenagem do município de Socorro – Proposta de ações não estruturais.

Tipologia	Área de Abrangência		Descrição/Natureza da Ação Não-Estrutural
	Âmbito	Localidades	
Planejamento	Local	Todas as áreas do município	Atualização do "Plano Municipal de Contingência - Inundações e Deslizamentos" (atual Diretiva US6 - versão 1), além de normas, instruções, comunicados e legislações associadas, incorporando - dentre outros elementos - (i) as novas áreas sujeitas a inundação, identificadas no Plano Diretor de Macrodrenagem de Socorro por meio de modelagem hidráulica-hidrológica; (ii) revisão dos critérios para ativação do PLAMCON (chuva superior a 80mm; nível igual ou superior a 2m medido pela régua do rio do Peixe, Ribeirão dos Machados, Ribeirão do Oratório e Rio Camanducaia, monitorado pela Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil)
Gestão	Local	Todas as áreas sujeitas a inundação no município, já identificadas pelo IPT e novas áreas identificadas no Plano Diretor de Macrodrenagem de Socorro por meio de modelagem hidráulica-hidrológica	Ampliação das ações de fiscalização e educação ambiental (Diretiva US-7) - mantendo o controle e gerenciamento das situações de perigo nas áreas de risco já identificadas (IPT) e incluindo as novas áreas identificadas pelo Plano Diretor de Macrodrenagem - mediante o envolvimento das comunidades aí residentes, realização de campanhas de conscientização, comunicações (distribuição de cartilhas, palestras, manutenção de canal de comunicação, campanhas na mídia), treinamentos, entre outras iniciativas
Gestão	Local	Todas as áreas do município	Apresentação do Plano Diretor de Macrodrenagem à Coordenadoria da Defesa Civil, a todas as Secretarias, órgãos e entidades vinculadas ao Plano Municipal de Contingência, para fins de (i) disseminação de conhecimentos, responsabilidades e controle/gestão de riscos e desastres; e (ii) promoção da integração intersetorial e interinstitucional (sobretudo quanto aos temas de erosão, desmatamento, escorregamento, assoreamento, proteção ambiental e densificação urbana)
Gestão	Local	ZEU - Zona de Expansão Urbana, delimitada no Anexo II do Plano Diretor (LC 109/2006)	Disciplinamento do processo de ocupação do solo da ZEU - Zona de Expansão Urbana (constante do Anexo II ao Plano Diretor do Município da Estância de Socorro - Lei Complementar Nº 109/ 2006), por meio de ações fiscalizatórias e emissão de autorizações vinculadas à existência de infraestrutura de drenagem e de saneamento

Tipologia	Área de Abrangência		Descrição/Natureza da Ação Não-Estrutural
	Âmbito	Localidades	
Gestão	Local	Todas as áreas do município	Implementação de um Sistema de Comunicação de Alertas de Riscos ou de Emergências do Município (envio de mensagens de SMS, Whatsapp, entre outros mecanismos), com o cadastramento das famílias residentes, comércios, indústrias, prédios públicos e demais proprietários de imóveis, identificando referências (telefones, celulares, redes sociais, etc) que possam ser acionadas pelo Sistema. Esse Sistema visará a divulgação de informações antecipadas – através de pessoas e instituições – para que a população exposta a ameaças tenha tempo suficiente para tomar as ações necessárias para evitar ou reduzir o risco e para prepararem uma resposta efetiva
Gestão	Local	Todas as áreas sujeitas a inundações no município (estudo IPT) e novas áreas (Plano Diretor de Macrodrrenagem de Socorro)	Criação de sistema de sinalização, com a identificação e orientações quanto aos locais suscetíveis a inundações, voltado à prevenção de riscos e ao ordenamento do fluxo de veículos e pessoas
Técnico (Drenagem)	Local	Todas as áreas do município	Elaboração de um "Manual de Drenagem", com orientações a profissionais responsáveis pelo planejamento e elaboração de projetos de intervenção no sistema de drenagem urbana, contemplando (i) variáveis hidrológicas dos projetos de drenagem urbana; (ii) elementos hidráulicos; (iii) aspectos da ocupação urbana relacionados com a drenagem urbana; (iv) Legislação e regulamentação associada; (v) critérios de avaliação e controle de impactos; (vi) condicionantes das seções de controle de vazão
Gestão	Local	Todas as áreas do município	Institucionalização do zoneamento das manchas de inundações do município, geradas pela modelagem hidráulico-hidrológica do Plano Diretor de Macrodrrenagem, com subsequente adequação das legislações municipais (urbanísticas e ambientais, principalmente), visando estabelecer normas e regras específicas para ocupação das áreas sujeitas à inundações

Tipologia	Área de Abrangência		Descrição/Natureza da Ação Não-Estrutural
	Âmbito	Localidades	
Técnico (Ambiental)	Local	Áreas propostas para Reservas Legais no Município (que estejam em conformidade com a legislação e art. 19 do Plano Diretor)	Análise e Formalização (aprovação e averbação) das reservas legais do município, em conformidade com as Propostas dos Cadastros Ambientais Rurais (CAR), ampliando as áreas protegidas e vegetadas no município (APA Piracicaba/Juqueri-Mirim e Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN Parque Ecológico Anauá)
Técnico (Uso e Ocupação do Solo)	Local	Todas as áreas do município, especialmente as ZEUs - Zonas de Expansão Urbana, delimitada no Anexo II do Plano Diretor (LC 109/2006)	Estudos técnicos para a criação de incentivos à implantação de empreendimentos e construções sustentáveis (nos termos das diretrizes do Plano Diretor, das políticas ambientais locais e da Lei de Parcelamento e Uso do Solo e Zoneamento – Lei Complementar Nº 120/2007), que contemplem soluções drenagem e absorção de águas pluviais combinando elementos naturais e construídos
Gestão	Local	Todas as áreas do município	Atualização de Estudo Técnico, Econômico e Socioambiental para a sustentabilidade financeira e operacional - no longo prazo - do Sistema de Drenagem do Município (adoção de conceitos de distritos de drenagem, taxas de drenagem urbana, seguros, entre outros mecanismos)
Planejamento e Gestão	Regional	UGHRI 09, Municípios de Montante e Jusante do rio do Peixe e todas as áreas do Município de Socorro (Áreas Urbanas e Rurais)	Integração do Plano Diretor de Macrodrenagem de Socorro ao Plano de Bacia (e/ou Plano de Drenagem Regional), com a (i) identificação de seções de controle e Distritos de Drenagem relevantes da bacia; (ii) integração dos Planos de Contingência (local e regional); e (iii) integração dos sistemas de alerta (municípios de montante e jusante)



4.5.1 Atualização do PLAMCON - Plano Municipal de Contingência – Inundações e Deslizamentos

Descrição

A ação propõe a atualização das bases legais que norteiam os trabalhos para gestão do município, no intuito de contribuir para que sua administração se torne mais eficiente, uma vez que estará mais alinhada com as mudanças ocorridas ao longo do tempo. Desta forma, sugere-se a atualização do “Plano Municipal de Contingência – Inundações e Deslizamentos”, além das normas, instruções, comunicados e legislações associadas.

Tipologia e abrangência

Planejamento, no âmbito local. Aplicável a todas as áreas do município.

Detalhamento

O Plano Municipal de Contingência – Inundações e Deslizamentos (PLAMCON) estabelece os procedimentos que devem ser adotados pelos órgãos responsáveis/envolvidos pelas respostas à ocorrência de emergências e desastres; além de recomendar e padronizar as questões relacionadas ao monitoramento, alerta, alarme e resposta, no intuito de se reduzir os danos e prejuízos decorrentes.

O PLAMCON foi desenvolvido partindo-se da análise, avaliações e mapeamentos de risco apresentados no Relatório Técnico nº 136.366-205, elaborado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), e também dos cenários de risco classificados como prováveis e relevantes desastres.

No plano, são apresentadas detalhadamente as áreas de risco identificadas e organizadas por tipo: 7 áreas com risco de deslizamento e 2 áreas com risco de inundação. A tabela a seguir consolida todas as áreas de risco do plano e relata uma breve descrição sobre a situação de cada área. Associa, também, um grau de risco a cada uma delas, classificando-as de acordo com sua gravidade.

Tabela 9: Identificação das áreas de riscos para o município de Socorro - PLAMCON.

Área	Local	Tipo de risco	Grau do risco	Descrição da área
1	Jd. Santa Cruz	Deslizamento	R4 - Muito alto	Acesso pela Rua Gregorina de Faria Alexandroni. Área localizada em base de encosta, com moradias de padrão construtivo mediano em alvenaria. Local parcialmente adensado, taludes mais íngremes estão vagos, e alternadamente recobertos por vegetação e construções. Lotes vagos com acúmulo de lixo e detritos lançados pela própria população.
2	Centro	Deslizamento	R4 - Muito alto	Acesso pela Rua Marechal Floriano Peixoto. Cortes executados na base da encosta, para implantação de moradias, descalçaram um muro de divisa, gerando instabilidade - mesmo com os muros de contenção construídos.
3	Centro	Deslizamento	R3 - Alto	Acesso pela Av. XV de Agosto. Junto ao logradouro, há a presença de taludes de corte cuja declividade é bastante acentuada (subverticais), e também estão sendo construídos edificações residenciais.
4	Abadia	Deslizamento	R3 - Alto	Acesso pela Rua João Leonardeli. Junto ao logradouro existem edificações, onde ocorre a deposição de lixo, entulho e detritos na base dos taludes de corte. Estes taludes são parcialmente protegidos por vegetação e possuem declividade elevada.
5	Jd. Carvalho	Deslizamento	R3 - Alto	Acesso pela Rua Rufino Rodrigues da Silva. Encosta com declividade da ordem de 45°, cujas moradias foram construídas sobre patamares de corte e aterros subverticais com até 4m, e padrão construtivo considerado popular a mediano.
6	Centro	Deslizamento	R3 - Alto	Acesso pela Rua Dr. Luiz Pizza. Local com densidade ocupacional média, com algumas edificações localizadas na base da encosta (taludes com até 10m de altura e angulações subverticais). Não foram observados sistemas de drenagem superficial na encosta.
7	São Bento	Deslizamento	R3 - Alto	Acesso pela Rua Nagib Jorge. Encosta com densidade ocupacional baixa e declividade da ordem de 45°. Moradias em padrão construtivo popular, sendo que não foram observados sistemas de drenagem superficial tampouco estruturas de contenção de taludes. Presença de trincas nas moradias, nos terrenos e degraus de abatimento.
8	Nogueiras	Inundação	R3 - Alto	Área de risco com extensão aproximada de 6km. A população é bastante penalizada quando ocorrem os eventos de inundação, com prejuízos à infraestrutura existente e às atividades locais. Espera-se para o local a ocorrência recorrente de inundações, com lâminas de água de até 4m de altura. Presença de erosão nas proximidades e de solapamento de margem.
9	Oratório	Inundação	R3 - Alto	Área de risco com extensão aproximada de 5km, abrangendo a área rural do Bairro do Oratório, paralela à Estrada Vicinal. O sistema viário que cruza a estrada vicinal não possui pavimentação nem sistema de drenagem. Nesta área de risco já foram destruídas cerca de três pontes de pequeno porte. Espera-se a ocorrência de inundações nos períodos de chuva com lâminas de até 2m de altura. Presença de erosão nas proximidades bem como solapamento de margem; obstrução ou diminuição de vazão ao longo do canal.



As duas áreas sujeitas a inundação identificadas no plano estão nos bairros Nogueiras e Oratório, abrangendo extensões de 6km e 5km, respectivamente. Em ambas há a presença de erosão nas proximidades e solapamento de margens. Nos períodos chuvosos, é esperado a elevação das lâminas d'água entre 2m e 4m de altura.

Neste cenário, a população é bastante penalizada, pois ocorrem prejuízos à infraestrutura local, como a destruição de pontes, conforme ocorreu em algumas. As atividades locais também comprometidas e/ou paralisadas, como o comércio, moradias, prestação de serviços, agrícolas e indústrias oleiras.

Desta forma, entende-se a necessidade de se identificar as regiões que passam por situações semelhantes para que se possam adotar as medidas cabíveis. A partir do plano, sugere-se então, como parte desta primeira medida não estrutural, a atualização do PLAMCON a partir da:

- (i) inclusão das novas áreas sujeitas a inundação, identificadas no Plano Diretor de Macrodrrenagem de Socorro por meio da modelagem hidráulico-hidrológica

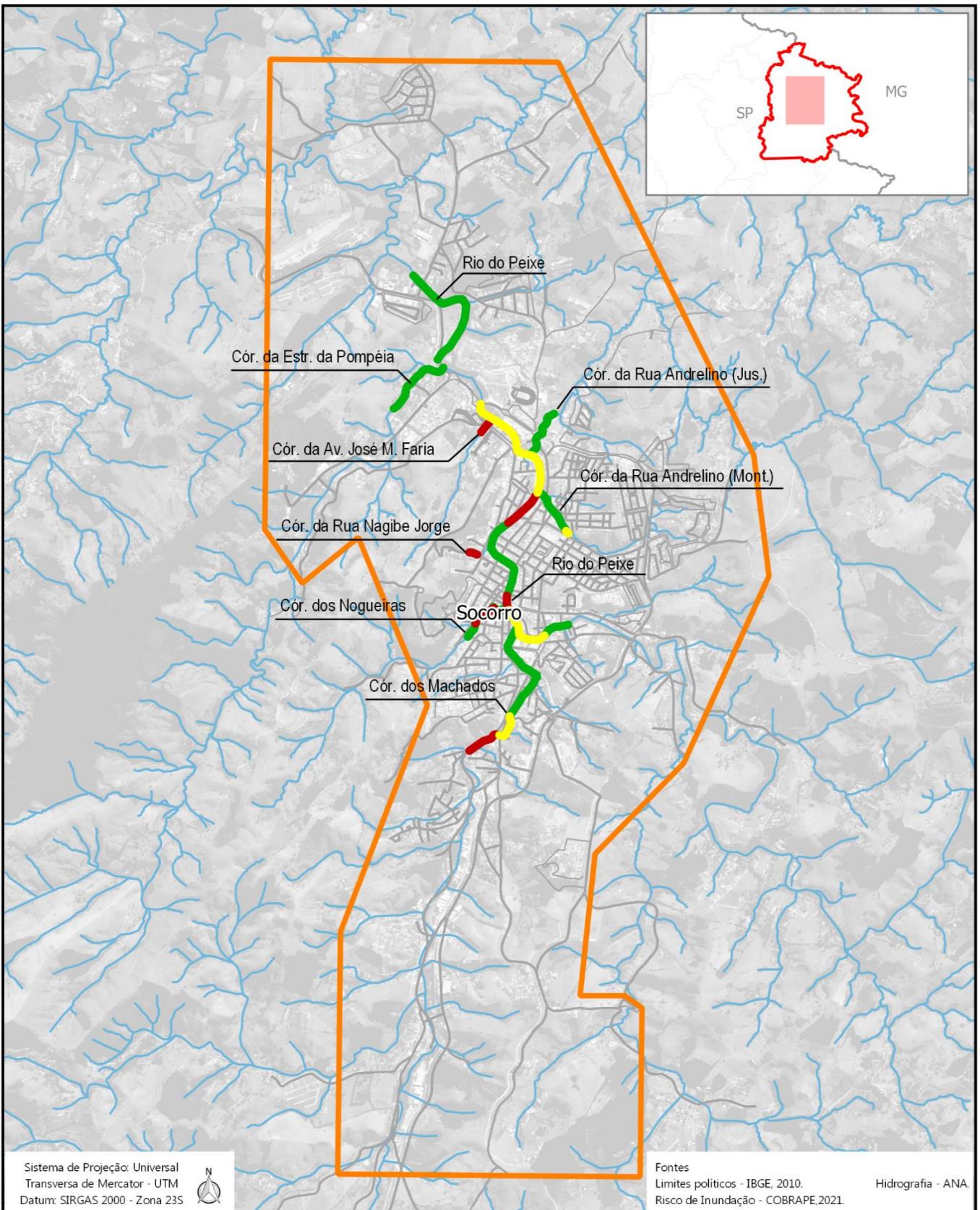
As áreas sujeitas a alagamentos, apresentadas no PLAMCON, foram para os bairros do Nogueiras e Oratório, conforme detalhado em tabela anterior. No entanto, durante a verificação dos córregos na modelagem hidráulica-hidrológica para o Plano Diretor do município, foram identificadas áreas adicionais que apresentam problemas quanto ao escoamento para alguns períodos de retorno.

Sugere-se, então, que o PLAMCON seja atualizado, contemplando as novas áreas identificadas na modelagem. A figura a seguir apresenta os trechos simulados na modelagem hidráulico-hidrológica e os respectivos níveis de risco identificados para cada um.

Os trechos suscetíveis foram classificados de acordo com o risco probabilístico de ocorrência associado, conforme segue:

- Alto risco: para trechos onde o potencial de ocorrência das inundações esteja associado a vazões com período de retorno inferiores a 5 anos;
- Médio risco: para trechos onde o potencial de ocorrência das inundações esteja associado a vazões com período de retorno inferiores a 10 anos;
- Baixo risco: para trechos onde o potencial de ocorrência das inundações esteja associado a vazões com período de retorno superiores a 25 anos;

Ressalta-se que para a caracterização dos riscos apresentada no mapa *Áreas de Risco de Inundações* a seguir foi considerada a situação atual da rede de macrodrenagem, ou seja, com as estruturas de drenagem existentes.



Sistema de Projeção: Universal
Transversa de Mercator - UTM
Datum: SIRGAS 2000 - Zona 23S



Fontes
Limites políticos - IBGE, 2010.
Risco de Inundação - COBRAPE, 2021.

Hidrografia - ANA



COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP
UNIDADE DE NEGÓCIO NORTE – DIRETORIA Metropolitana – M

Elaboração do Plano de Macrodrrenagem Urbanas no
Município de Socorro – SP

Título

Mapa - Áreas de Risco de Inundações

Legenda

- Perímetro Urbano Atual
- Vias Perímetro Urbano
- Hidrografia
- Limite Municipal Socorro
- Limite Estadual

Níveis de Risco de Inundação

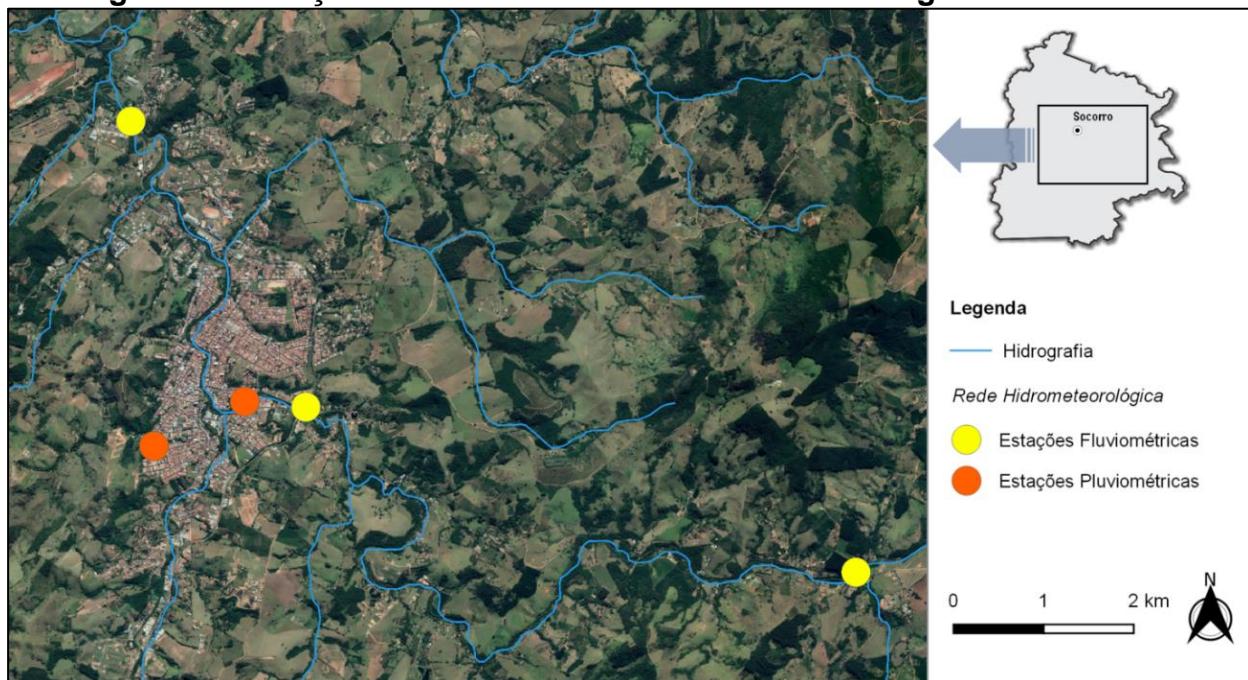
- Risco Alto
- Risco Médio
- Risco Baixo

- (ii) revisão dos critérios para ativação do PLAMCON

Segundo informações constantes no Hidroweb, banco de dados acessível através do website da Agência Nacional de Águas (ANA), o município de Socorro conta com cinco estações de monitoramento hidrometeorológico cujas informações são de livre acesso. Conforme ilustrado na figura a seguir, dentre essas estações, temos:

- 2 estações pluviométricas: 1 próxima à confluência do Rio do Peixe com o ribeirão dos Machados, e 1 adjacente ao cruzamento das ruas Ariodante Beneduzi e José Pereto, também na bacia do ribeirão dos Machados
- 3 estações fluviométricas, todas localizadas no Rio do Peixe, sendo 1 a montante da área urbana, 1 inserida em área urbana, ligeiramente à montante do ponto de confluência do ribeirão dos Machados, e 1 mais a jusante, em ponto onde o rio do Peixe se aproxima da SP-147.

Figura 79: Estações de Monitoramento Hidrometeorológico em Socorro.



Apesar de todas as estações constarem como “ativas” no Hidroweb, suas séries históricas indicam que não há recebimento constante de informação, e os dados disponíveis relativos às estações fluviométricas se referem exclusivamente à qualidade das águas, não havendo informações de monitoramento quantitativo no município.

Conforme estabelecido no PLAMCON, os critérios para a sua ativação são:

- a precipitação monitorada for igual ou superior a 80mm;
- o nível monitorado do rio do Peixe, Ribeirão dos Machados, Ribeirão do Oratório e Rio Camanducaia for igual ou superior a 2m, pela régua de medição; e
- houver a ocorrência de deslizamentos e inundações identificadas por meio de vistoria in loco.



Desta forma, sugere-se um acompanhamento e inspeção das estações de monitoramento para verificação da regularidade em seus funcionamentos, bem como a possibilidade de ampliação de funcionalidade das estações fluviométricas, incluindo captura de informações quantitativas.

Recomenda-se a revisão dos critérios estabelecidos para ativação do PLAMCON, considerando as novas áreas de inundação abordadas no item (i) anterior, para verificar a necessidade de se manter ou alterar os critérios para ativação do plano.

Por fim, orienta-se a atualização de qualquer norma, instruções, comunicados e legislações que estejam associadas ao PLAMCON ou que faça referência ao mesmo.

4.5.2 Ampliação das ações de fiscalização e educação ambiental

Descrição

Ampliação das ações de fiscalização e educação ambiental (Diretiva US-7) – mantendo o controle e gerenciamento das situações de perigo nas áreas de risco já identificadas (IPT) e incluindo as novas áreas identificadas pelo Plano Diretor de Macrodrrenagem – mediante o envolvimento das comunidades aí residentes, realização de campanhas de conscientização, comunicações (distribuição de cartilhas, palestras, manutenção de canal de comunicação, campanhas na mídia), treinamentos, entre outras iniciativas.

Tipologia e abrangência

Gestão, no âmbito local. Aplicável a todas as áreas sujeitas a inundação no município, já identificadas pelo IPT, e novas áreas identificadas no Plano Diretor de Macrodrrenagem de Socorro por meio de modelagem hidráulica-hidrológica

Detalhamento

Entre as principais causas dos deslizamentos de terra na região estão as declividades elevadas, chuvas intensas e/ou prolongadas, os padrões de ocupação (com cortes e aterros instáveis), infraestrutura precária e construções vulneráveis.

A falta de conhecimento é um grande aliado para a intensificação dos desastres e respectivos prejuízos decorrentes. Desta forma, é de grande importância que a população tenha ciência dos riscos agregados à área em que vivem, para que possam adotar comportamentos e ações que contribuam para a sua própria segurança.

Ações são realizadas no município para mostrar para a população a necessidade de mudança de hábitos para minimizar os riscos originados pelos movimentos de terra e inundações, e para ensinar a observar sinais de riscos de deslizamentos. As áreas contempladas foram as identificadas pelo estudo do IPT e listadas na tabela anterior '*Identificação das áreas de riscos para o município de Socorro - PLAMCON*'.

Anualmente, as residências situadas nessas áreas são inspecionadas e os moradores são orientados sobre como agir em casos de ocorrências desses desastres. A Defesa Civil também distribui panfletos com indicações de ações que ajudam a minimizar principalmente os riscos de deslizamento, como por exemplo o plantio de grama e capim nas encostas do terreno para facilitar a penetração das raízes no solo, tornando-o mais

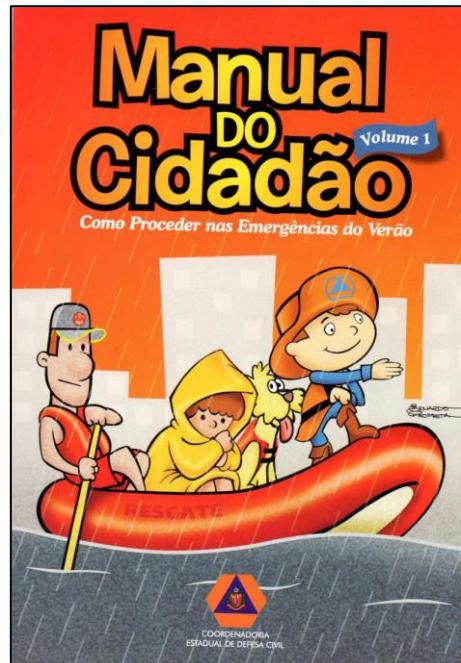
firme; já as árvores de porte grande devem ser evitadas, pois acumulam muita água no solo contribuindo para o deslizamento.

Figura 80: Folder “Como evitar deslizamentos”.



Fonte: Prefeitura de Socorro, Diretiva US7.

Figura 81: Manual do Cidadão - Vol. I - Enchentes.



Fonte: Prefeitura de Socorro, Diretiva US7.

As figuras anteriores mostram os materiais utilizados nos trabalhos de divulgação e conscientização.

Primeiramente, apresenta-se uma cópia do folder distribuído “Como evitar deslizamentos”. Além das dicas para minimizar os riscos de deslizamentos, há também informações para orientar a identificação de sinais de perigo, como inclinações anormais, presença de trincas e rachaduras, e constatação de água mais barrenta que o normal. Por último, sinaliza o que deve ser feito, como evacuação imediata do local e busca por abrigo sem perigo de deslizamento; os telefones a serem chamados em casos de emergências são apresentados em destaque, facilitando a rápida localização no momento em que houver necessidade.

Posteriormente, apresenta-se a capa do “Manual do Cidadão – Como proceder nas emergências do verão”, volume I.

A partir de então, sugere-se que as ações sejam expandidas para todas as áreas de risco adicionais, em alinhamento com as áreas com risco de inundação identificadas no Plano Diretor e apresentadas resumidamente no item 1.1.1 anterior. Medidas como o envolvimento da comunidade, campanhas de conscientização, meios de comunicação (distribuição de cartilhas, palestras, manutenção de canal de comunicação, campanhas na mídia), treinamentos, entre outras iniciativas, podem ser intensificadas/implementadas.

Por fim, sugere-se também a ampliação das iniciativas de educação ambiental, uma vez que o descarte inadequado dos resíduos prejudica o escoamento, principalmente através do entupimento de bueiros e desvios do fluxo do escoamento.

Figura 82: Sinalização na ponte da rua Capitão Sobrinho, Socorro/SP, jan/2021.



Figura 83: Sinalização na rua Agostinho de Oliveira, Socorro/SP, jan/2021.



As figuras anteriores mostram parte dessas campanhas de conscientização, localizadas no município de Socorro. As fotos foram tiradas durante vistoria técnica realizada em janeiro/2021. Ambas as sinalizações foram instaladas ao lado dos cursos d'água; a primeira localiza-se em uma travessia do rio do Peixe, e a segunda, na margem de um afluente do rio do Peixe, o córrego da rua Andrelino Souza Pinto / Otavio Zucato.

Visíveis e objetivas, as sinalizações estão bastante adequadas e de fácil identificação pela população, estimulando comportamentos concordantes à ação. Ampliar os locais para descarte de resíduos também são favoráveis, como cestos e tambores para depósito do lixo, pois aumentando a facilidade para o descarte adequado é esperado que se reduzam os descartes em locais impróprios.

4.5.3 Apresentação do Plano Diretor de Macrodrenagem à Coordenadoria da Defesa Civil, Secretarias, órgãos e entidades vinculadas ao Plano Municipal de Contingência

Descrição

Apresentação do Plano Diretor de Macrodrenagem à Coordenadoria da Defesa Civil, a todas as Secretarias, órgãos e entidades vinculadas ao Plano Municipal de Contingências, para fins de disseminação e integração de conhecimentos, responsabilidades e controle/gestão.

Tipologia e abrangência

Gestão, no âmbito local. Aplicável a todas as áreas do município.

Detalhamento

Esta terceira ação não estrutural propõe a apresentação do Plano Diretor de Macrodrenagem do município a Coordenadoria da Defesa Civil, todas as Secretarias, órgãos e entidades vinculadas ao Plano Municipal de contingências, para fins de:

- (i) disseminação de conhecimentos, responsabilidades e controle/gestão de riscos e desastres; e
- (ii) promoção da integração intersetorial e interinstitucional (sobretudo quanto aos temas de erosão, desmatamento, escorregamento, assoreamento, proteção ambiental e densificação urbana).

Considera-se de suma importância a integração e participação das partes interessadas, de forma que ocorram complementações pertinentes e tornando a gestão mais eficiente. Desta forma, recomenda-se, por exemplo, a utilização de apresentações/palestras associados a debates ou reuniões, onde permita-se a manifestação dos participantes.

4.5.4 Disciplinamento do processo de ocupação do solo da ZEU – Zona de Expansão Urbana

Descrição

Disciplinamento do processo de ocupação do solo da ZEU – Zone de Expansão Urbana (constante do Anexo II ao Plano Diretor da Estância de Socorro – Lei Complementar nº 109/2006), por meio de ações fiscalizatórias e emissão de autorizações vinculadas à existência de infraestrutura de drenagem e de saneamento.

Tipologia e abrangência

Gestão, no âmbito local. Aplicável a ZEU – Zona de Expansão Urbana, delimitada no Anexo II do Plano Diretor (LC 109/2006).

Detalhamento

O mapa a seguir ilustra a organização da zona urbana do município de Socorro, pretendida pela Lei de Parcelamento e Uso do Solo e Zoneamento do Município de Socorro, conforme as seguintes zonas:

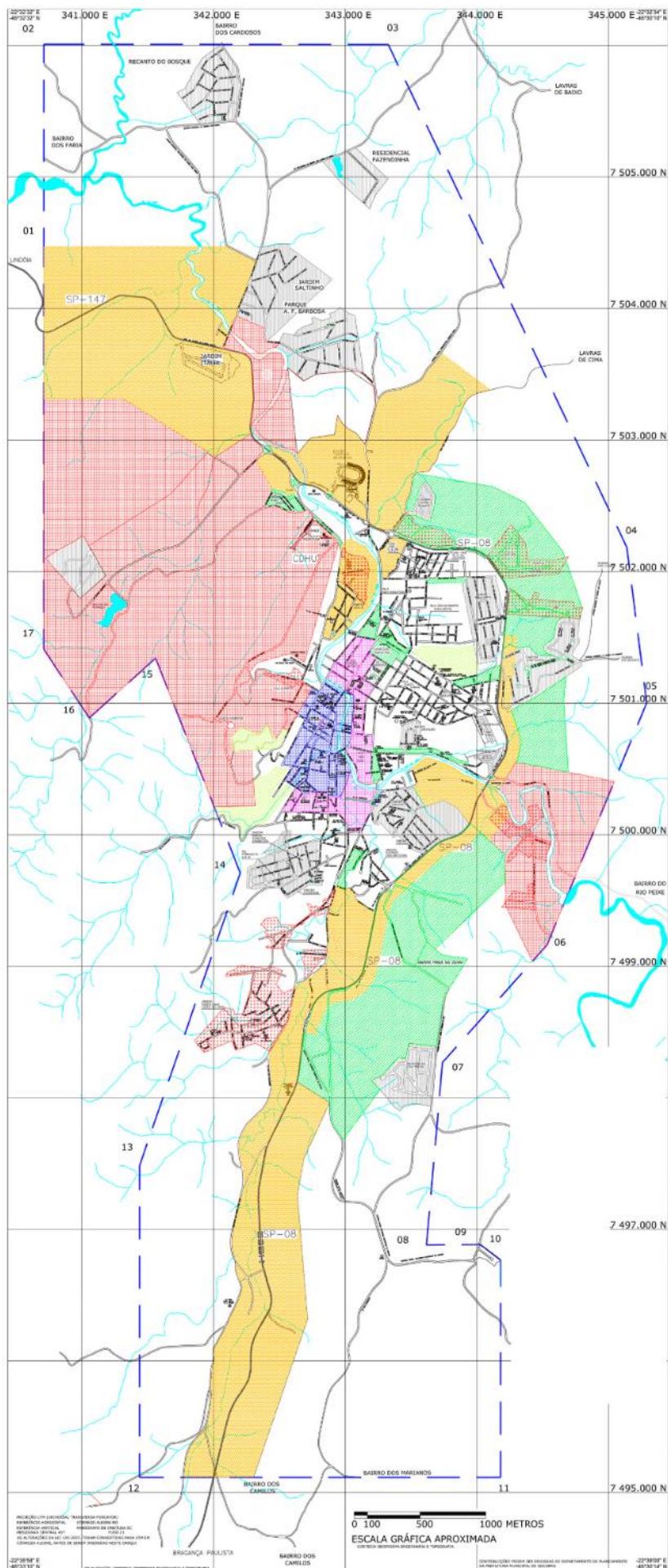
- Zona de Atividades Centrais (ZAC): área de alta densidade com maior número de estabelecimentos comerciais e de prestadores de serviços;
- Zona Histórica Central (ZHC): área delimitada pelas suas características históricas, com proteção por legislação especial;
- Zona de Atividades Industriais (ZAI): áreas com condições favoráveis à implantação de indústrias;
- Zona Predominantemente Residencial (ZPR): área residencial caracterizada por residências uni e multifamiliares e suas construções acessórias, como comércios e serviços de âmbito local de média e baixa densidades. Vale destacar, que essa zona é dividida em três grupos que se diferenciam por parâmetros urbanísticos;



- Zona Estritamente Residencial (ZER): área residencial caracterizada pela presença unicamente de residências unifamiliares, suas construções acessórias, e pequenos comércios e serviços de âmbito local de baixa densidade;
- Área de Proteção Ambiental (APA): áreas que apresentam ecossistemas em diferentes estágios de regeneração, demandando ações de conservação e proteção ambiental;
- Zona Especial de Interesse Social (ZEIS): áreas destinadas à recuperação urbanística e ambiental, através da regularização fundiária por assentamento irregular já existente e produção de Habitação de Interesse Social-HIS, incluindo a provisão de equipamentos sociais e culturais, espaços públicos, serviço e comércio de caráter local; e
- Zona de Expansão Urbana (ZEU): áreas onde são incentivadas ocupações de todas as categorias de uso.

A seguir:

Mapa 2: Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo do município de Socorro – SP.



**CROQUI INDICATIVO
ZONEAMENTO DE USO
E OCUPAÇÃO DO SOLO
LEI Nº 120/2007
PLANO DIRETOR MUNICIPAL
E ALTERAÇÕES INCLUSIVE PROJETO DE LEI**

- [■] ZONA DE ATIVIDADE CENTRAL
- [■] ZONA ESTRITAMENTE RESIDENCIAL
- [■■■] ZONA HISTÓRICA CENTRAL
- [■■■■] ZONA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL
- [■■■■■] ZONA DE ATIVIDADES INDÚSTRIAS
- [□] ZONA PREDOMINANTEMENTE RESIDENCIAL-1
- [■■■■■■] ZONA PREDOMINANTEMENTE RESIDENCIAL-2
- [■■■■■■■] ZONA PREDOMINANTEMENTE RESIDENCIAL-3
- [■■■■■■■■] ZONA DE INTERESSE SOCIAL
- PERIMETRO URBANO ATUAL

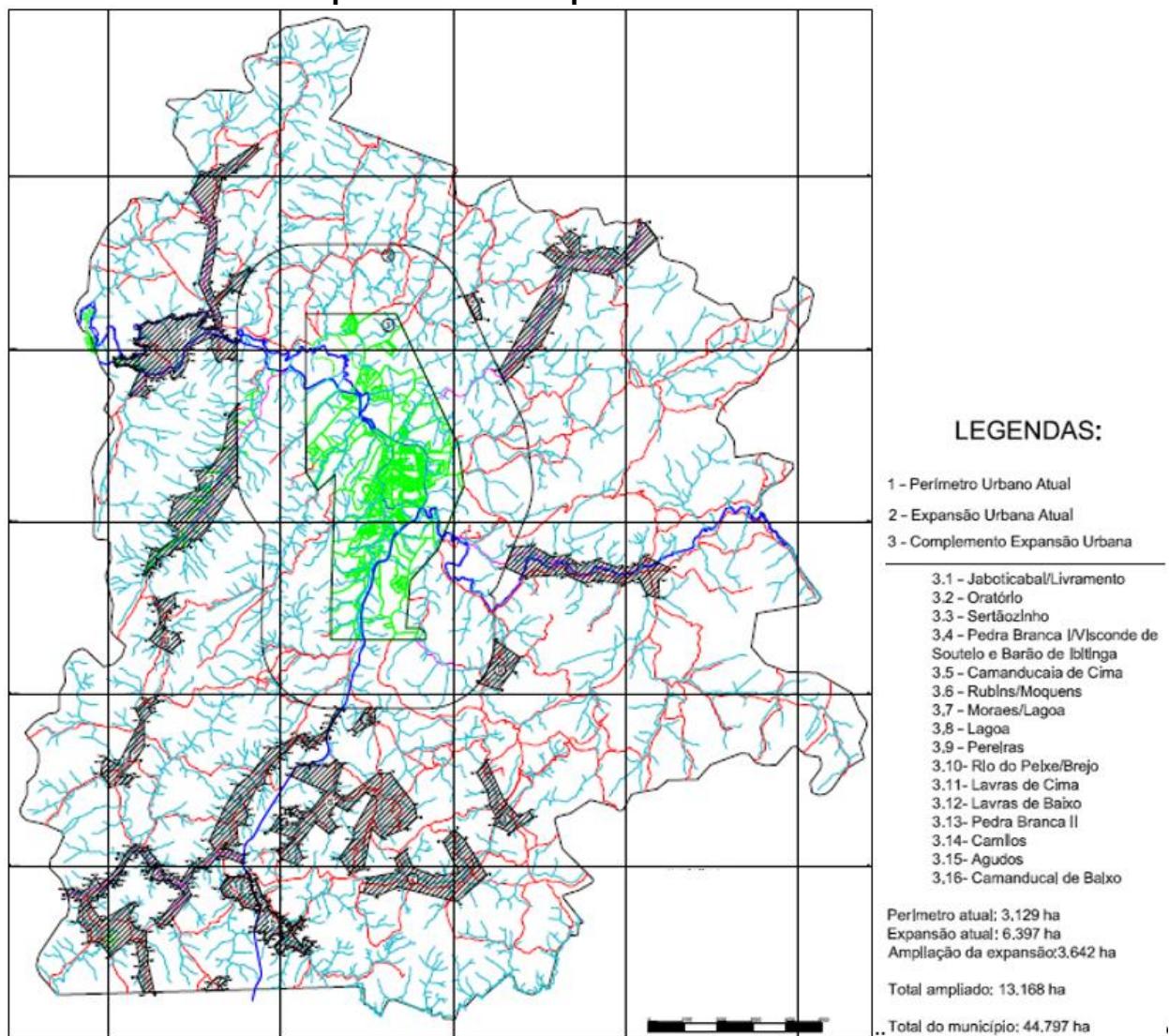
Fonte: Lei Complementar Nº 120/2007, com últimas atualizações conforme Lei Complementar Nº 221/2014, de 26 de novembro de 2014

No Plano de Ações Estratégicas, Anexo IV do Plano Diretor do Município (PDM), foi promovida a ocupação dos vazios e regiões subutilizadas, porém, compatibilizando o uso e ocupação, e o aproveitamento dos terrenos com a capacidade da infraestrutura e equipamentos, tendo em vista a salubridade, segurança da população e a qualidade do meio ambiente.

Desta forma, o PDM do município de Socorro definiu a Zona de Expansão Urbana (ZEU), que já abrange certas áreas ocupadas, a fim ampliar a área urbanizada de forma limitada e ordenada, onde são incentivadas ocupações de todas as categorias de uso, como residências uni e multifamiliares, comércios, serviços de âmbito local e geral, e indústrias, obedecendo as condições favoráveis para implantação.

A ZEU abrange um perímetro de 2 km do perímetro da Zona Urbana, e 16 áreas destacadas em meio ao município, as quais são objeto de regularização fundiária. Toda área não compreendida pela Zona Urbana e Zona de Expansão Urbana, corresponde à Zona Rural do município. A figura a seguir retrata a delimitação dessas áreas.

Mapa 3: Zona de Expansão Urbana - ZEU.



Fonte: Anexo II ao Plano Diretor do Município da Estância de Socorro (Lei Complementar Nº 109/2006)



Sugere-se o disciplinamento do processo de ocupação do solo da ZEU, de forma que sejam respeitadas as delimitações apresentadas anteriormente, e extraídas do Anexo II do Plano Diretor da Estância de Socorro – Lei Complementar nº 109/2006. Objetiva-se manter a ocupação dentro do limite da zona de expansão, não sendo permitido, portanto, novas ocupações urbanas em meio a zonas rurais, assim como, de forma a conter ocupações sobre áreas não dotadas de infraestrutura e saneamento, topes de morros, ou em APAs.

Para tanto, poderão fazer uso de atividades com funções fiscalizatórias e emissão de autorizações vinculadas à existência de infraestrutura de drenagem e de saneamento, contribuindo para manter a ocupação da ZEU sob controle.

4.5.5 Implementação de um Sistema de Comunicação de Alertas de Risco e/ou Emergência

Descrição

Implementação de um Sistema de Comunicação de Alertas de Riscos ou de Emergências do Município, com o cadastramento das famílias residentes que possam ser acionadas através do sistema.

Tipologia e abrangência

Gestão, no âmbito local. Aplicável a todas as áreas do município.

Detalhamento

A proposta refere-se à implementação de um sistema para a comunicação e alertas para divulgação de riscos e/ou emergências, através do envio de mensagens via SMS/Whatsapp entre outros mecanismos. O cadastramento poderia ser realizado para todas as famílias residentes, comércios, indústrias, prédios públicos e demais proprietários de imóveis, identificando referências (telefones, celulares, redes sociais, etc) que possam ser acionadas pelo sistema. Esse Sistema visará a divulgação de informações antecipadas – através de pessoas e instituições – para que a população exposta a ameaças tenha tempo suficiente para tomar as ações necessárias para evitar ou reduzir o risco e para prepararem uma resposta efetiva.

De acordo com a Defesa Civil do Estado de Santa Catarina, os sistemas de aviso e alerta estão contidos no âmbito da gestão de riscos e desastres. Os avisos são emitidos quando um evento (meteorológico ou hidrológico) está ocorrendo, é iminente ou provável. Os alertas são gerados a partir de dados observados, e objetivam alertar sobre um perigo ou risco iminente, no curto prazo, de forma que a defesa civil fique de prontidão. Normalmente, são utilizados dados de monitoramento em tempo real, tais como estações pluviométricas e/ou fluviométricas.

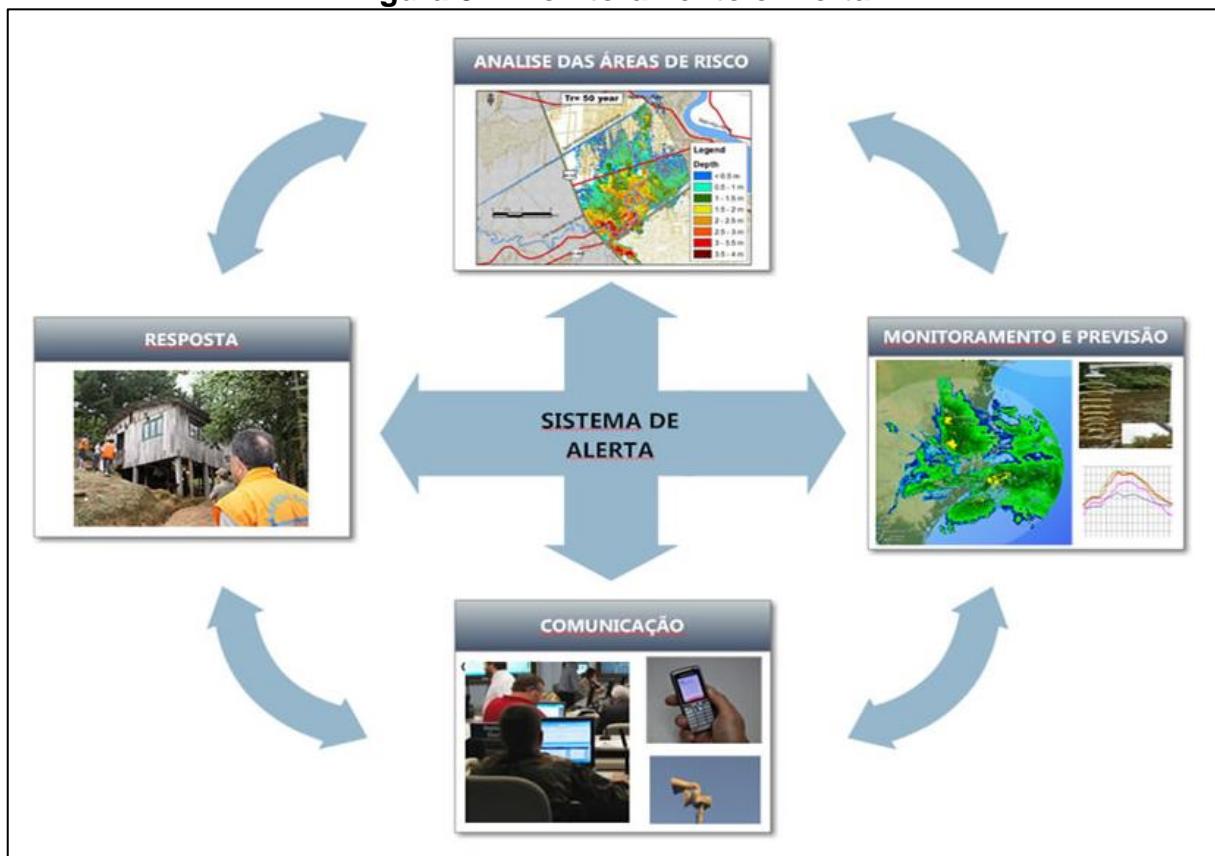
Os sistemas de alerta são estruturados com base na integração de quatro elementos:

- Conhecimento do risco: contemplam as informações essenciais para priorizar as estratégias de mitigação e prevenção e designar os sistemas de alerta antecipadamente;

- Monitoramento e previsão: fornecem estimativas antecipadamente sobre os potenciais riscos aos quais as comunidades, economia e meio ambiente estão sujeitos;
- Disseminando informação: os sistemas de comunicação são necessários para disseminar mensagens, com avisos e alertas, sobre as áreas propensas aos desastres. As mensagens precisam ter clareza, simplicidade e confiabilidade, para que possam ser entendidas por todos os públicos;
- Resposta: os pontos chave para um sistema de alerta eficiente são a coordenação, boa governança e planos e ação adequados, bem como a percepção pública e educação.

A figura a seguir ilustra o esquema com a estrutura desses quatro elementos apresentados.

Figura 84: Monitoramento e Alerta.



Fonte: Defesa Civil do Estado de Santa Catarina.

Segundo a Defesa Civil do Estado de São Paulo, a prática de emitir alertas para a população é bastante comum em países como Estados Unidos e Japão, locais com frequentes furacões e terremotos. Em São Paulo, a prática pode salvar vidas em casos de chuvas fortes, enchentes, deslizamentos, incidência de raios entre outros.

Desde 16/11/2017, qualquer cidadão que resida no Estado de São Paulo pode efetuar o cadastro para receber os alertas de riscos de desastres naturais, por mensagens de texto (curtas, com até 160 caracteres) direto no celular e de forma gratuita. A vantagem desse método é a acessibilidade em todos os aparelhos, inclusive nos modelos mais simples.



O cadastro funciona da seguinte maneira: basta enviar um SMS para o número 40199 com o CEP de interesse e o serviço informará sobre os possíveis riscos na região do CEP informado (é possível cadastrar mais de um CEP).

A princípio, a proposta seria para a implementação de um sistema semelhante ao adotado pela Defesa Civil para o Estado de São Paulo, porém, de forma mais específica para o município de Socorro, de forma a atender ao máximo os riscos locais e pontuais. Outra sugestão seria através de aplicativos de mensagens, como o Whatsapp, Telegram, Messenger, etc. Nesse caso, o pacote de dados é necessário, diferentemente do SMS.

Além das mensagens, é possível também a utilização de alertas sonoros, como o uso de autofalantes espalhados pelo local, de forma que o som se propague atingindo toda a população de interesse.

Por fim, reitera-se a importância de se associar à implantação do sistema de alerta, um plano de ação de contingências e emergências aos desastres. Conforme apresentado no Plano Municipal de Saneamento Básico de Socorro, contingências estão associadas a possibilidade de que algo eventualmente aconteça, e deve ser estudada e planejada com antecedência, visando a mitigação ou eliminação dos seus impactos com o menor dano possível ao sistema. As emergências estão associadas a situações críticas com ocorrência de perigo, e devem ser estudadas e planejadas para serem enfrentadas, visando a proteção das pessoas, bens e ao meio ambiente.

Para elaboração do plano de ação de contingências e emergências, orienta-se que sejam consideradas questões como:

- pré-seleção de abrigos, como escolas, igrejas, centros esportivos, etc;
- rotas de fuga entre os abrigos, através de vias não sujeitas à inundações;
- centros de apoio e logística, com o suporte de padarias, supermercados, etc;
- grupos de apoio, como clubes de rádio amadores, Rotary Clube, etc; e
- hierarquização de comando, via prefeito, chefe da defesa civil, etc.

4.5.6 Criação de um Sistema de Sinalização para os locais suscetíveis às inundações

Descrição

Criação de um sistema de sinalização, com identificação e orientação quanto aos locais suscetíveis à inundações, voltado à prevenção de riscos e ao ordenamento do fluxo de veículos e pessoas.

Tipologia e abrangência

Gestão, no âmbito local. Aplicável a todas as áreas sujeitas a inundações no município, as já identificadas pelo IPT e as novas áreas identificadas no Plano Diretor de Macrodrenagem de Socorro por meio de modelagem hidráulica e hidrológica.

Detalhamento

Sugere-se a adoção de um sistema de sinalização para fácil identificação pela população dos locais de risco, propensos principalmente a deslizamentos e inundações. Pode-se

elaborar a criação de sinalizadores de identificação para instalação nos locais de risco, e orientação quanto ao fluxo nesses locais, considerando possibilidade de desvios e rotas alternativas, tanto de pedestres quanto de veículos.

O município de Belo Horizonte, por exemplo, utilizou como referência a Carta de Inundação de Belo Horizonte que aponta para 90 áreas com risco de inundação, e instalou 975 placas priorizando as áreas com maior fluxo de trânsito na cidade. A figura a seguir ilustra as placas instaladas.

Figura 85: Sinalização em áreas com risco de inundação em Belo Horizonte/MG.



Fonte: G1, Hoje em dia.

Em caso de emergência, consta na parte vermelha os números da Defesa Civil e do Corpo de Bombeiros para contato.

Para o município de Socorro, sugere-se a implantação de sinalizações ao longo dos locais suscetíveis às inundações, utilizando como base as áreas de risco identificadas no Plano Diretor de Macrodrenagem e apresentadas resumidamente no item ‘Atualização do PLAMCON - Plano Municipal de Contingência – Inundações e Deslizamentos’.

A partir do plano, pode-se iniciar o mapeamento dos pontos mais estratégicos para instalação das sinalizações. A prioridade inicial seriam as áreas cujo fluxo de pessoas seja considerável e as que apresentam riscos mais altos, ou seja, onde haveriam os maiores prejuízos à população e ao município.

O ideal é que os elementos de sinalização sejam:

- de fácil visualização, tanto por pedestres quanto por pessoas em veículos
- textos simples e objetivos
- orientação sobre como proceder em emergências ou número de contato
- pode ser utilizado imagens explicativas
- visíveis em qualquer luminosidade (dia ou noite)

- instalação em locais de fluxo considerável de pedestres/veículos

O objetivo é a rápida identificação dos locais de risco pela população. Portanto, quanto mais simples e visível, maiores são as chances de se alcançar o maior número de pessoas para conhecimento dessas áreas.

4.5.7 Elaboração de um “Manual de Drenagem”

Descrição

Elaboração de um “Manual de Drenagem”, com orientações a profissionais responsáveis pelo planejamento e elaboração de projetos de intervenção no sistema de drenagem urbana, contemplando (i) variáveis hidrológicas dos projetos de drenagem urbana; (ii) elementos hidráulicos; (iii) aspectos da ocupação urbana relacionados com a drenagem urbana; (iv) Legislação e regulamentação associada; (v) critérios de avaliação e controle de impactos; (vi) condicionantes das seções de controle de vazão.

Tipologia e abrangência

Técnico (drenagem), no âmbito local. Aplicável a todas as áreas do município.

Detalhamento

Conforme Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais do município de São Paulo (vol. I - 2012), em relação a outras características voltadas para melhorias urbanas, o sistema de drenagem possui uma particularidade: independentemente de existir ou não um sistema de drenagem adequado, sempre ocorrerá o escoamento das águas pluviais. Ocorre que a qualidade desse sistema é o fator que determinará se os benefícios ou prejuízos decorrentes serão maiores ou menores à população.

Dito isto, um plano de drenagem urbana é fundamental, pois volta-se para o futuro de forma a orientar as ações e processos decisórios em relação aos problemas das inundações. Entretanto, a qualidade do plano depende da consideração de muitos outros fatores, como aspectos institucionais, legais, culturais, gerenciais, econômicos, políticos, fiscais, entre outros.

Ainda de acordo com o Manual de Drenagem de São Paulo, é possível diminuir os custos e aumentar os benefícios através de estudos e planejamento. Projetos com canais abertos em substituição às tubulações enterradas, por exemplo, possuem menor aporte de investimentos. Construção de reservatórios de retenção a montante e construção de parques com fins de inundação periódica são outras alternativas a ser consideradas. Outro fator a ser avaliado é a urbanização em áreas mais altas, que pode resultar em aumento do volume de água pluvial escoado para as áreas mais baixas.

A principal vantagem de se realizar o planejamento para o sistema de drenagem e manejo de águas pluviais é a possibilidade de menores custos associados a melhores resultados. Consequentemente, estudos tardios ou projetados com objetivos de curto prazo repercutirá sempre negativamente para a sociedade.

Desta forma, sugere-se a elaboração de um Manual de Drenagem para o município, que terá como finalidade orientar os profissionais responsáveis pelos estudos e projetos a serem desenvolvidos, através do fornecimento de instruções e padronização dos

procedimentos técnicos. A partir de então, será possível proporcionar à população condições de segurança mais favoráveis, quando da ocorrência de eventos chuvosos.

Recomenda-se que o Manual considere e apresente:

- Parâmetros hidrológicos para os projetos de drenagem urbana
- Parâmetros hidráulicos
- Aspectos da ocupação urbana relacionados com a drenagem urbana
- Legislação e regulamentação associada
- Critérios de Avaliação e controle do impacto da qualidade da água
- Condicionantes das seções de controle de vazão

4.5.8 Institucionalização do zoneamento das manchas de inundação do município

Descrição

Institucionalização do zoneamento das manchas de inundação do município, geradas pela modelagem hidráulico-hidrológica do Plano Diretor de Macrodrrenagem, com subsequente adequação das legislações municipais (urbanísticas e ambientais, principalmente), visando estabelecer normas e regras específicas para ocupação das áreas sujeitas à inundação.

Tipologia e abrangência

Gestão, no âmbito local. Aplicável a todas as áreas do município.

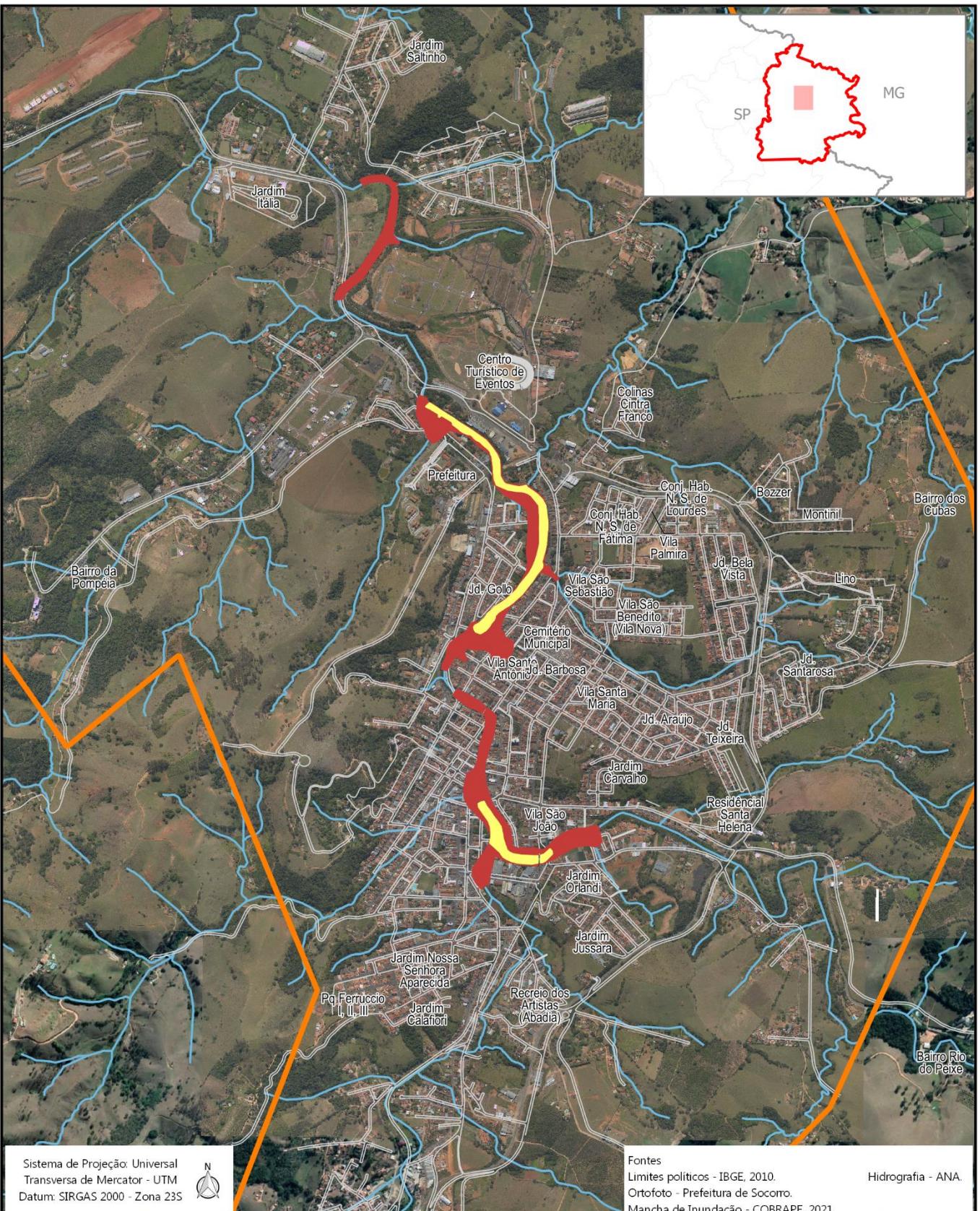
Detalhamento

O zoneamento das áreas de risco de inundação tem por objetivo definir um conjunto de regras para a sua ocupação, de acordo com o nível de risco associado e visando à minimização de perdas materiais e humanas. Para tanto, orienta-se que haja a preservação das áreas que possuem restrição ambiental, a remoção das ocupações em condição irregular, o aumento da permeabilidade e a contenção dos processos de erosão e de assoreamento.

Conforme apresentado no capítulo ‘Estudos Hidráulicos’, alguns trechos apresentam insuficiência no escoamento com a estrutura de drenagem existente, resultando no extravasamento dos córregos de acordo com a intensidade e duração das chuvas.

De acordo com o Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais do município de São Paulo (vol. I - 2012), a partir do mapeamento desses trechos de inundação, é possível estimar os danos para cada área, através de informações sobre o uso e ocupação do solo e outros dados demográficos. Pode-se avaliar variáveis como o número de diferentes tipos de domicílios afetados e sistemas de infraestrutura, principalmente de transporte, além de se estimar os impactos na saúde pública.

O mapa a seguir apresenta a área de abrangência que a água alcança nos eventos de inundação. As manchas são apresentadas para os períodos de retorno de 10 anos (amarelo) e 100 anos (vermelho).



Legenda

- Perímetro Urbano Atual
- Limite Municipal Socorro
- Limite Estadual
- Vias Perímetro Urbano
- Hidrografia

Mancha de Inundação

- TR 10 anos
- TR 100 anos



COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP
UNIDADE DE NEGÓCIO NORTE – DIRETORIA Metropolitana – M

Elaboração do Plano de Macrodrrenagem Urbanas no
Município de Socorro – SP

Título

Mapa - Mancha de Inundação do Rio do Peixe

Versão
00

Escala Numérica
1:20000

Folha
01/01



Sugere-se que seja determinado um período de retorno de referência, no intuito de se nortear o desenvolvimento dos estudos e projetos. Como padrão internacional, é recomendado para estudos de macrodrenagem a adoção da recorrência de 100 anos. A partir do mapa anterior é possível comparar os danos a serem causados para TR10 e TR100 anos. Períodos intermediários afetarão áreas dentro dessas delimitações.

Desta forma, recomenda-se para o município a institucionalização do zoneamento das manchas de inundação, definidas através da modelagem hidráulico-hidrológica realizada, com subsequente adequação das legislações municipais (urbanísticas e ambientais, principalmente). O objetivo é estabelecer normas e regras específicas que contribuam para uma ocupação de forma ordenada, respeitando a preservação das áreas consideradas de risco inseridas na delimitação das manchas de inundação ou proximidades.

4.5.9 Análise e Formalização das reservas legais, visando ampliação das áreas protegidas e vegetadas do município

Descrição

Análise e formalização (aprovação e averbação) das reservas legais do município, em conformidade com as propostas dos Cadastros Ambientais Rurais (CAR), ampliando as áreas protegidas e vegetadas no município (APA Piracicaba/Juqueri Mirim e Reserva Particular do Patrimônio Natural – RPPN Parque Ecológico Anauá).

Tipologia e abrangência

Técnico (ambiental), no âmbito local. Aplicável a áreas propostas para Reservas Legais no município (que estejam em conformidade com a legislação e art. 19 do Plano Diretor).

Detalhamento

Os remanescentes vegetais no Estado de São Paulo estão vinculados à existência de Áreas Protegidas – aquelas delimitadas por leis específicas com o objetivo de conservar as características ambientais relevantes à proteção e à conservação da paisagem, da biodiversidade e dos recursos naturais locais.

Nesse conceito inserem-se as Unidades de Conservação - UCs, categorizadas, segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC (Lei Federal nº 9.985/2000) em de “Uso Sustentável” ou de “Proteção Integral”; e também aquelas abrangidas pelo Sistema de Informações e Gestão de Áreas Protegidas e de Interesse Ambiental do Estado de São Paulo (SIGAP), instituído pelo Decreto Estadual nº 60.302 de 2014: Áreas de Preservação Permanente (APPs); Áreas de Proteção de Mananciais (APMs); Reservas Florestais; Sítios Geológicos; Terras Indígenas; Florestas Públicas; dentre outras.

No município de Socorro inserem-se duas UCs de Uso Sustentável:

- uma parcela da APA Piracicaba/Juqueri-Mirim, instituída pelo Decreto nº 26.882/1987 e pela Lei Estadual nº 7.438/1991 e que abrange a bacia hidrográfica do rio Piracicaba e regiões da bacia do rio Juqueri Mirim, inclusive a bacia do Rio Camanducaia, de suas nascentes até a confluência do mesmo com o rio Jaguari – abrangendo toda a porção do município inserida na UGRHI 05-PCJ



- a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Parque Ecológico Anauá, reconhecida pela Resolução SMA nº 24/2009, com 1,88 hectares e totalmente inserida no município de Socorro.

Além dessas áreas, o Art. 12 da Lei Federal nº 12.651/2012 (novo Código Florestal) define que todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa a título de Reserva Legal, observados os percentuais mínimos estabelecidos por lei. No caso de propriedades rurais de Socorro, inserido em área de Mata Atlântica, o território que deve ser conservado com cobertura vegetal nativa equivale a 20% do imóvel, sendo admitido o cômputo de APPs no cálculo da área de Reserva Legal, desde que esteja conservada ou em processo de recuperação.

Segundo informações constantes no Cadastro Ambiental Rural (CAR), que consiste num registro público eletrônico obrigatório a todos os imóveis rurais e tem como finalidade a integração de informações ambientais dessas propriedades, a maior parte das Reservas Legais no município de Socorro constam como “propostas”, ainda sem aprovação e averbação.

A definição de Áreas Protegidas é relevante para a preservação da vegetação e, consequentemente, da qualidade ambiental. A manutenção de áreas vegetadas é essencial para a manutenção da qualidade das águas, a redução de processos erosivos, e para a redução de vazões de pico e ocorrência de cheias – consistindo, portanto, em importante medida não estrutural para a melhoria das condições de drenagem urbana. Além disso, a preservação ambiental valoriza a condição de Estância Hidromineral do município de Socorro e sua inserção no “Círculo das Águas”, importante atrativo turístico local.

Por fim, sugere-se a análise e formalização (aprovação e averbação) das reservas legais do município, em conformidade com as propostas dos Cadastros Ambientais Rurais (CAR), de forma que se possa viabilizar a ampliação das áreas protegidas e vegetadas no município.

4.5.10 Criação de incentivos à implantação de empreendimentos e construções sustentáveis

Descrição

Estudos técnicos para a criação de incentivos à implantação de empreendimentos e construções sustentáveis (nos termos das diretrizes do Plano Diretor, das políticas ambientais locais e da Lei de Parcelamento e Uso do Solo e Zoneamento – Lei Complementar nº 120/2007), que contemplem soluções de drenagem e absorção de águas pluviais combinando elementos naturais e construídos.

Tipologia e abrangência

Técnico (uso e ocupação do solo), no âmbito local. Aplicável a todas as áreas do município, especialmente as ZEUs – Zonas de Expansão Urbana, delimitada no Anexo II do Plano Diretor (LC 109/2006).



Detalhamento

O setor da construção civil é um dos que mais consomem recursos hídricos, energéticos e minerais, além de gerar quantidade expressiva de resíduos sólidos. Desta forma, é importante que se pense em soluções mais eficientes e ecológicas, caminhando rumo à sustentabilidade.

Muitos países da Europa, por exemplo, conseguiram alavancar a implantação da sustentabilidade em suas obras através da sua integração ao sistema de crédito, de forma que a análise de crédito e taxas de juros fiquem condicionadas aos índices de sustentabilidade do imóvel, por exemplo. Incentivos como desconto no IPTU e financiamentos subsidiados também foram adotados.

Construções mais sustentáveis utilizam-se de artifícios que ajudem a reduzir os impactos ambientais gerados, como por exemplo:

- eficiência energética, através do uso de energias limpas como a fotovoltaica e eólica;
- sistema de reaproveitamento de água, que diminui o consumo de água;
- gerenciamento adequado dos resíduos gerados, de forma que sejam reaproveitados na cadeia produtiva;
- utilização de materiais recicláveis, entre outros.

De acordo com o Sebrae, os principais benefícios de se adotar as construções sustentáveis são:

- 30% no consumo de energia elétrica;
- 35% na emissão de gases de efeito estufa;
- 50% no consumo de água;
- 50 a 80% no descarte de resíduos;
- 8 a 9% no custo operacional total da obra

A adoção de critérios dessa natureza, no entanto, envolve diversos aspectos relacionados a político-administrativa, institucional, técnica, operacional e econômico-financeira. Dessa forma, sugere-se que sejam realizados estudos para a criação desses incentivos à implantação de empreendimentos e construções sustentáveis (nos termos das diretrizes do Plano Diretor, das políticas ambientais locais e da Lei de Parcelamento e Uso do Solo e Zoneamento – Lei Complementar nº 120/2007), e que sejam aplicáveis às soluções de drenagem e absorção de águas pluviais.

4.5.11 Atualização de Estudo Técnico, Econômico e Socioambiental para a sustentabilidade financeira e operacional do Sistema de Drenagem do Município

Descrição

Atualização de estudo técnico, econômico e socioambiental para a sustentabilidade financeira e operacional – no longo prazo – do Sistema de Drenagem do município

(adoção de conceitos de distritos de drenagem, taxas de drenagem urbana, seguros, entre outros mecanismos).

Tipologia e abrangência

Gestão, no âmbito local. Aplicável a todas as áreas do município.

Detalhamento

No Plano Municipal de Saneamento Básico de Socorro – PMSBS (2015), foi realizado um estudo de Sustentabilidade Econômico-Financeira para os quatro componentes dos serviços de saneamento do município: água, esgoto, resíduos sólidos e drenagem. A figura a seguir apresenta um resumo desse estudo.

Figura 86: Resumo dos estudos de sustentabilidade econômico-financeira segundo o PMSB - Período 2015-2034.

Componentes	Investimentos (R\$)	Despesas de Exploração (R\$)	Despesas Totais (R\$)	Receitas Totais (R\$)	Conclusões
Água	6.030.000,00	61.753.180,91	67.783.180,91	77.377.606,03	A princípio, o sistema é viável isoladamente, porém, deve-se atentar aos quatro primeiros anos, nos quais pode ser necessária arrecadação de recursos em outras instituições.
Esgoto	14.900.000,00	53.423.824,18	68.323.824,18	51.112.437,05	A princípio, o sistema não é viável. Somente com readequação tarifária ou com a obtenção de repasses a fundo perdido, o sistema tornar-se-á viável isoladamente.
Resíduos Sólidos	11.216.560,00	14.041.882,00	25.258.442,00	-	Atualmente não há receitas no sistema de resíduos sólidos assim, o sistema dependerá de recursos a fundo perdido para viabilização das proposições, em função dos altos investimentos necessários.
Drenagem	954.000,00	5.856.837,00	6.810.837,00	-	A princípio, o sistema não é viável. É necessária a criação de uma taxa pela prestação dos serviços e recursos a fundo perdido.
TOTAIS	33.100.560,00	135.075.724,09	168.176.284,09	128.490.043,08	

Nota DEX- valores brutos

Fonte: PMSBS, 2015.

Segundo consta no PMSBS, a análise da sustentabilidade econômico-financeira de cada um dos componentes está alinhada com o artigo 29 da Lei 11.445/2007, que estabelece que essa sustentabilidade pode ser assegurada através da cobrança pelos serviços, sempre que possível, e da seguinte forma:

- abastecimento de água e esgotamento sanitário, sob a forma de taxas, tarifas e outros preços públicos, podendo ser estabelecidos por tipo de serviço ou em conjunto;
- limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos, sob a forma de taxas, tarifas e outros preços públicos, de acordo com o regime de prestação de serviços/atividades; e

- manejo de águas pluviais urbanas, sob a forma de tributos (incluindo taxas), tarifas ou outros preços públicos, de acordo com o regime de prestação de serviços/atividades.

A figura a seguir mostra que as despesas totais com água e esgoto representam cerca de 81% dos serviços de saneamento municipal, enquanto resíduos sólidos e drenagem urbana representam 19% do total.

Figura 87: Incidências porcentuais dos serviços de saneamento segundo o PMSB - Período 2015-2034.

Componentes	Investimentos (%)	Despesas de Exploração (%)	Despesas Totais (%)	Conclusões
Água	18%	46%	40%	Os investimentos em água são inferiores àqueles de esgoto; as despesas de exploração são levemente superiores, implicando uma % de despesa total praticamente igual à de esgoto.
Esgoto	45%	40%	41%	Verifica-se maior porcentagem de investimentos no sistema de esgotos, com menores despesas de exploração, resultando uma % de despesa total semelhante à de água.
Resíduos Sólidos	34%	10%	15%	Os investimentos são significativos em comparação com os demais, com despesas de exploração baixas, comparativamente aos sistemas de água e esgotos.
Drenagem	3%	4%	4%	Os investimentos previstos nesse sistema são baixos, ocorrendo, também, baixos custos de exploração relativamente aos outros sistemas.
TOTAIS	100%	100%	100%	-

Fonte: PMSBS, 2015.

Os dados relacionados aos custos unitários dos serviços, em termos de investimentos e despesas de exploração, são apresentados na figura a seguir.

Figura 88: Resumo de custos unitários dos serviços de saneamento segundo o PMSB - Período 2015-2034.

Componentes	Custos Unitários Atuais (R\$ /unidade)	Custos Unitários Estimados (R\$ /unidade)	Despesas Totais (R\$/domicílio/mês)
Água	2,27/m ³ faturado	2,27/m ³ faturado	37,36
Esgoto	1,73/m ³ faturado	2,42/m ³ faturado	34,84
Resíduos Sólidos	-	3,40/ hab./mês	10,20
Drenagem	-	1,27/hab./mês	3,81
TOTAIS			86,21

Fonte: PMSBS, 2015.

Desta forma, o estudo conclui que os investimentos em água e esgoto representam cerca de 63% dos serviços de saneamento, ao passo que resíduos sólidos e drenagem, representam menos de 40% do total previsto.

Os cálculos mostram também que a receita obtida através dos serviços de água são mais que suficientes para suprir as necessidades do serviço, e ainda poderiam contribuir para com o serviço de esgoto, que atualmente possui receita insuficiente para suprimento dos serviços.

Os custos com resíduos sólidos possuem montante razoável para adoção de solução individual, com proposta de criação de uma taxa mensal em torno de R\$ 10,20/domicílio para viabilizar o sistema conforme planejamento.

Os custos com drenagem urbana também possuem montante razoável para adoção de solução individual. Para que o sistema se torne sustentável, recomenda-se a criação de uma taxa de prestação de serviços (poderia ser inclusa em outra já existente).

Ressalta também a importância de se estabelecer valores resultantes que sejam compatíveis com a capacidade de pagamento da população local. E, visando a sustentabilidade para os sistemas de esgoto, resíduos e drenagem, o estudo também sugere a obtenção de recursos a fundo perdido.

Face ao exposto, sugere-se a atualização e aprofundamento do estudo de sustentabilidade econômico-financeira realizada, no intuito de se verificar a composição atual dos valores, de modo que seja direcionado também para a efetiva implementação de um sistema de receita, caminhando rumo à sustentabilidade dos serviços municipais.

4.5.12 Integração do Plano Diretor de Macrodrenagem de Socorro ao Plano de Bacia (e/ou Plano de Drenagem Regional)

Descrição

Integração do Plano Diretor de Macrodrenagem de Socorro ao Plano de Bacia (e/ou Plano de Drenagem Regional), com a (i) identificação de seções de controle e Distritos de Drenagem relevantes da bacia; (ii) integração dos Planos de Contingência (local e regional); e (iii) integração dos sistemas de alerta (municípios de montante e jusante).

Tipologia e abrangência

Planejamento e Gestão, no âmbito regional. Aplicável a UGRHI 09, Municípios de montante e jusante do rio do Peixe, e todas as áreas do município de Socorro (áreas urbanas e rurais).

Detalhamento

Os principais corpos hídricos do município de Socorro são o rio Camanducaia, afluente do rio Jaguari; e o rio do Peixe, principal afluente do rio Mogi Guaçu, que possui diversas cachoeiras quedas d'água no território de Socorro devido à sua topografia acidentada. Sendo assim, o município insere-se em duas Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) distintas:

- UGRHI 05 – PCJ (bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí), área do município que drena para o rio Camanducaia – correspondente a cerca de 22,3% do território total e de caráter essencialmente rural
- UGRHI 09 – MOGI, restante da área do município, que inclui a sede urbana, insere-se na bacia do rio do Peixe, afluente do rio Mogi Guaçu

Seguindo a linha de gestão sustentável das águas pluviais, é necessário, a princípio, a gestão integrada em diferentes níveis de decisão:



- Estadual, por meio das entidades responsáveis pelos recursos hídricos e meio ambiente;
- Bacia hidrográfica, através de comitês e agências de bacias / unidades executivas; e
- Municipal, sob jurisdição dos municípios e atividades locais e setoriais.

De modo geral, no entanto, a gestão das águas pluviais tem concentrado suas ações e decisões na resolução dos problemas de forma pontual. O planejamento preventivo também é raramente observado. Face ao exposto, se enaltece a necessidade de uma gestão que seja integrada ao Plano Diretor de Macrodrrenagem de Socorro, e sugere-se a:

- (i) identificação de seções de controle e Distritos de Drenagem relevantes da bacia
- (ii) integração dos Planos de Contingência (local e regional)
- (iii) integração dos sistemas de alerta (municípios de montante e jusante)

ANEXO I – MEDIDAS ESTRUTURAIS NÃO CONVENCIONAIS

O papel das medidas estruturais não convencionais consiste basicamente na retenção e infiltração das águas precipitadas, com o objetivo de proporcionar o retardo da liberação das águas pluviais, como também a redução do escoamento superficial, reduzindo a probabilidade de inundações e possibilitando ganho na qualidade das águas pluviais urbanas.

Essas medidas podem ser classificadas em técnicas lineares e técnicas localizadas as informações gerais Da tabela a seguir apontam as características principais, funções e efeitos de algumas dessas medidas.

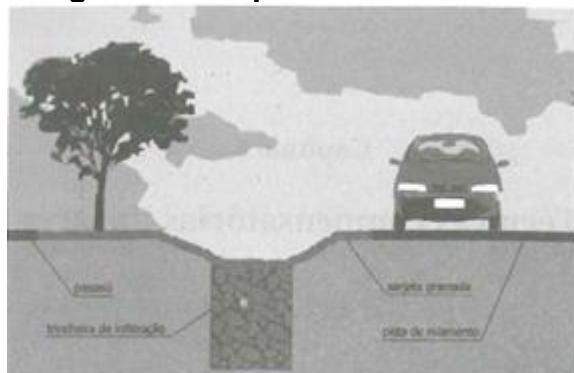
Tabela 10: Lista de medidas estruturais não convencionais.

CLASSIFICAÇÃO	MEDIDA	CARACTERÍSTICA PRINCIPAL	VARIANTES	EFEITO	ÁREA DE APLICAÇÃO
Técnicas compensatórias lineares	Trincheira	Reservatório linear escavado no solo preenchido com material poroso.	Infiltração (esgotamento por infiltração no solo)	Redução do volume de escoamento superficial	Versáteis,podem ser utilizadas em canteiros centrais , passeios, ao longo do sistema viário, junto a estacionamentos, jardins, terrenos esportivos e em áreas verdes em geral.
			Detenção (esgotamento por um exutório)	Rearranjo temporal das vazões escoadas	
	Vala	Depressões escavadas no solo	Infiltração (esgotamento por infiltração no solo)	Redução do volume de escoamento superficial	Versáteis,podem ser utilizadas em canteiros centrais , passeios, ao longo do sistema viário, junto a estacionamentos, jardins, terrenos esportivos e em áreas verdes em geral.
			Detenção (esgotamento por um exutório)	Rearranjo temporal dos hidrogramas	
	Pavimentos		Permeável	Redução da velocidade do escoamento superficial e infiltração de parte das águas pluviais	Ideal sua combinação com a adoção de uma estrutura de pavimento porosa
			Poroso	Amortecimento de vazões e alteração no desenvolvimento temporal nos hidrogramas	Estacionamentos, praças,ruas,avenidas,vias de pedestres, passeios, terrenos de esporte e outros.
	Jardim de chuva/ canteiro pluvial	Depressões topográficas, existentes ou reafeiçoadas		Captação e filtragem das águas pluviais	Estacionamentos , áreas de uso residencial, áreas verdes.
	Biovaletas	Depressões lineares preenchidas com vegetação, solo e demais elementos filtrantes, células ligadas em série		Filtragem das águas pluviais	Estacionamentos , áreas de uso residencial, áreas verdes.
Técnicas compensatórias localizadas	Poço	Reservatório vertical e pontual escavado no solo	Infiltração no solo	Redução das vazões de pico e diminuição dos volumes de água direcionados para rede clássica de drenagem.	Áreas livres
			Injeção no lençol subterrâneo		
	Telhado reservatório	Telhado com a função reservatório	Vazio	Retardo do escoamento pluvial da edificação	Edificações
			Preenchido com material poroso		
	Reservatórios individuais (microreservatórios)	Pequenas estruturas de amortecimento		Retardo e/ou redução do escoamento pluvial de áreas impermeabilizadas	Lotes, loteamentos

Complementando a tabela anterior, serão apresentadas a caracterização física de cada medida.

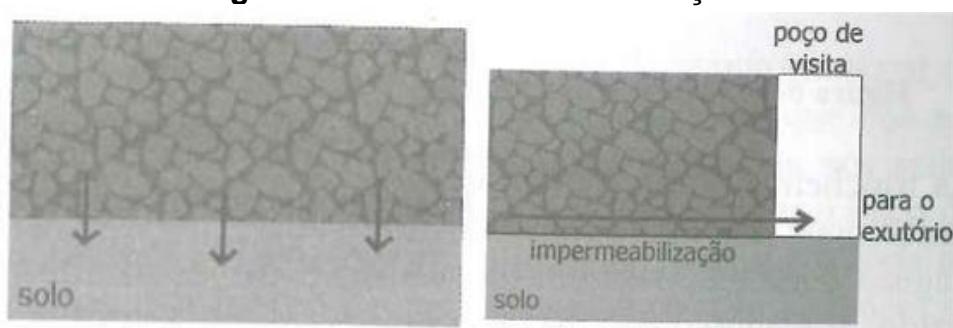
- Trincheiras**

As trincheiras são dispositivos lineares (comprimento extenso em relação à largura e à profundidade) que recolhem o excesso superficial para promover sua infiltração e/ou o armazenamento temporário a figura a seguir apresenta o esquema de uma trincheira.

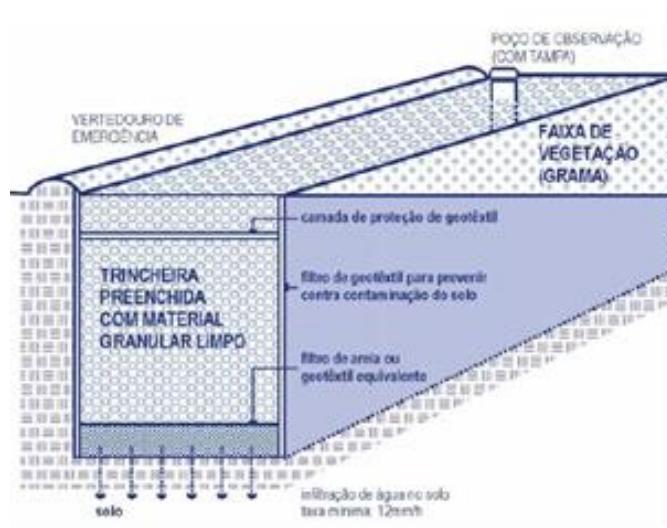
Figura 89: Esquema de trincheira.

Fonte: Baptista, et.al. 2011⁶.

As trincheiras são preenchidas com material granular graúdo, geralmente pedra de mão, seixos ou brita. Há dois tipos de trincheiras que se diferem quanto ao esgotamento das águas: por infiltração no solo ou por meio de um dispositivo de deságue.

Figura 90: Trincheiras de infiltração.

Fonte: Baptista, et.al. 2011.



Fonte: Manual de Drenagem Urbana do Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba – 2002.

⁶ Técnicas compensatórias em Drenagem Urbana 2º Edição – 2011 – ABRH – Baptista, Márcio; Nascimento, Nilo; Barraud, Sylvie.

- **Valas**

As valas são dispositivos lineares (comprimento extenso em relação à largura à profundidade) com o objetivo de recolher as águas pluviais e efetuar seu armazenamento temporário e, eventualmente, favorecer sua infiltração.

Quanto ao esgotamento das águas pluviais, há duas maneiras: por meio de infiltração no solo local ou por deságue superficial, diretamente no corpo receptor, com ou sem dispositivo de controle, conforme figuras a seguir.

Figura 91: Vala de infiltração e vala de detenção, respectivamente.



Fonte: Baptista, et.al. 2011.

- **Pavimentos**

Como forma de controle da produção do escoamento superficial nos sistemas viários há a opção de implantação de pavimentos permeáveis e porosos, no entanto a adoção de pavimentos com superfície permeável, por si só, não apresenta um ganho significativo para os sistemas de drenagem. Para a obtenção de maior eficiência do sistema de drenagem há orientações de combinar esse tipo de pavimento com uma estrutura de pavimento porosa, permitindo a reservação temporária das águas pluviais em seu interior, com possibilidades de infiltração – figura a seguir.

Figura 92: Utilização de pavimento poroso em estacionamento.

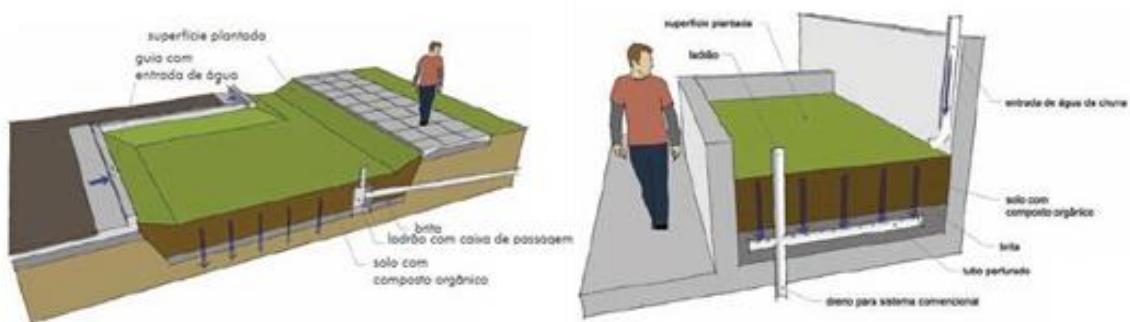


Fonte: Baptista, et.al. 2011.

- **Jardim de chuva / Canteiro Pluvial**

Os jardins de chuva são depressões topográficas, existentes ou reafeiçoadas especialmente para receberem o escoamento da água pluvial proveniente de telhados e demais áreas impermeabilizadas limítrofes. O solo, geralmente tratado com composto e demais insumos que aumentam sua porosidade, age como uma esponja a sugar a água, enquanto microrganismos e bactérias no solo removem os poluentes difusos trazidos pelo escoamento superficial. Os canteiros pluviais são muito parecidos com os jardins de chuva, porém compactados em locais menores. As figuras a seguir ilustram ambos.

Figura 93: Esquema de Jardim de chuva e Canteiro pluvial, respectivamente.



Fonte: Infra-estrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana – Cormier, Nathaniel S.; Pellegrino, Paulo Renato Mesquita.

- **Biovaleta**

As biovaletas são semelhantes aos jardins de chuva, mas são normalmente longitudinais e nelas têm depressões com vegetação ou barreira artificial que limpa a água de chuva enquanto a valeta dirige para os jardins de chuva ou sistemas convencionais de drenagem. São implantadas em série de células, para que a água transborde de uma para outra, e neste transbordamento retarde a velocidade do escoamento, favorecendo a sedimentação de particulados que se encontram na água da chuva.

Figura 94: Esquema de biovaleta.



Fonte: USP.

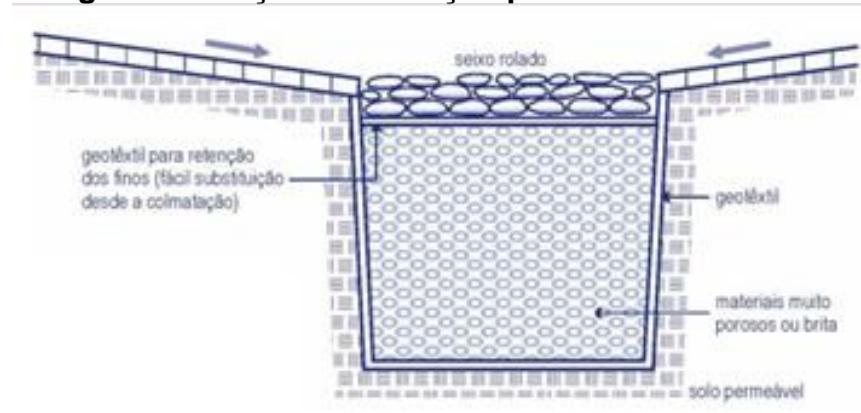
- **Grade Verde**

A grade verde é composta pela associação de diferentes modalidades, todas com a função de receber e reter as águas pluviais provenientes de superfícies impermeáveis. Também, respeitando as características hidrogeológicas locais, a cada uma das modalidades pode ser adicionada a possibilidade de infiltração (total ou parcial) das águas pluviais encaminhadas. Nos casos em que a infiltração não seja recomendável ou em que esta não seja integralmente viável, ocorre um posterior encaminhamento dos excessos para o sistema de drenagem do entorno (com hidrograma defasado e abatido). As grades verdes podem considerar as seguintes modalidades na sua composição:

- **Poços**

Os poços são dispositivos pontuais que permitem o esgotamento do escoamento superficial para dentro do solo. Construtivamente podem estar estruturados por preenchimento com brita (meio poroso) ou por revestimento estrutural fixando a parede interna e possibilitando o interior vazio.

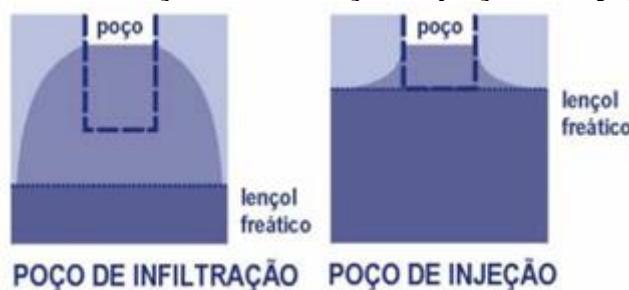
Figura 95: Poço de infiltração preenchido com brita.



Fonte: Manual de Drenagem Urbana do Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba – 2002.

Quando o lençol freático está a pouca profundidade, passa-se a chamar poço de injeção, pois ele adentra o lençol freático (fala-se nesse caso, de injeção do escoamento superficial diretamente no freático). A figura a seguir apresenta o esquema comparativo entre um poço de infiltração e um poço de injeção.

Figura 96: Poço de infiltração e poço de injeção.

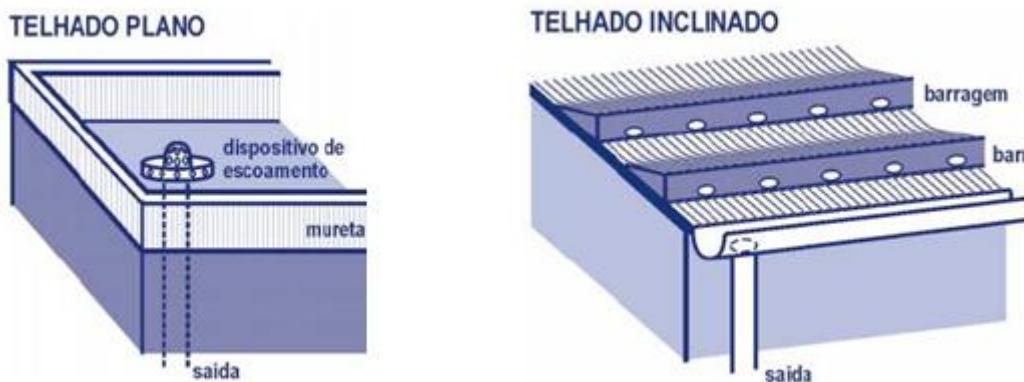


Fonte: Manual de Drenagem Urbana do Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba – 2002.

- **Telhado reservatório**

O telhado reservatório funciona como um reservatório que armazena provisoriamente a água das chuvas e a libera gradualmente para a rede pluvial, através de um dispositivo de regulação específico. Há dois tipos de telhado plano e inclinado representados na figura a seguir.

Figura 97: Telhados reservatórios.



Fonte: Manual de Drenagem Urbana do Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba – 2002.

O preenchimento com cascalho para conforto térmico é apropriado para uso em telhados reservatório, mas o volume de armazenamento diminui. Há também variantes que associam o papel de telhado reservatório com o de telhado jardim, com um preenchimento com solo e plantas também denominada Cobertura Verde Leve – CVL conforme a seguir.

Figura 98: Cobertura Verde Leve – CVL.



Fonte: Apresentação Sky Garden ENVEC.

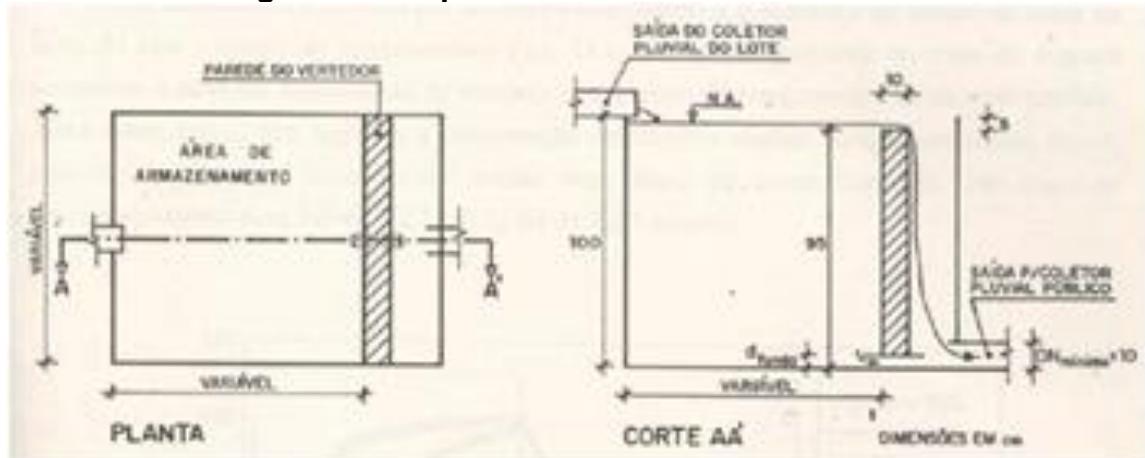
O ideal é que o telhado reservatório seja projetado juntamente com o projeto arquitetônico. Entretanto também é possível sua adaptação em edifícios existentes desde que haja condições estruturais para isso e se tomem os devidos cuidados quanto à impermeabilização.

- **Micro reservatório**

São pequenos reservatórios construídos para laminar as enxurradas produzidas em lotes urbanos residenciais e comerciais, em geral, são estruturas simples na forma de caixas

de concreto, alvenaria ou outro material, ou são escavados no solo, preenchidos com brita, e isolados do solo por tecido geotêxtil (semelhante a uma trincheira). A figura a seguir apresenta o esquema de um micro reservatório.

Figura 99: Esquema de um microrreservatório.



Fonte: Medidas não convencionais de reservação de água e controle da poluição hídrica em lotes domiciliares – Alfredo Akira Ohnuma Júnior – São Carlos 2008.

Micro reservatórios normalmente respondem a uma necessidade de atendimento de uma restrição legal de produção de escoamento pluvial no lote, especificada geralmente na forma de uma vazão de restrição.



companhia de saneamento básico do estado de são paulo

UNIDADE DE NEGÓCIO NORTE
DIRETORIA METROPOLITANA - M
CONTRATO MN Nº 02.910/19

PLANO DE MACRODRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE SOCORRO - SP

COTEJO DAS ALTERNATIVAS PROPOSTAS E
SELEÇÃO DA OPÇÃO A ADOTAR
PRODUTO RP5

Janeiro / 2021



cobrape



companhia de saneamento básico do estado de são paulo

UNIDADE DE NEGÓCIO NORTE
DIRETORIA METROPOLITANA - M
CONTRATO MN Nº 02.910/19

PLANO DE MACRODRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO DE SOCORRO - SP

COTEJO DAS ALTERNATIVAS PROPOSTAS E SELEÇÃO DA OPÇÃO A ADOTAR PRODUTO RP5

Janeiro / 2021



cobrape



Revisão	Data	Descrição	Verif.	Aprov.	Autoriz.
00	01/2021	RP5 – Cotejo das Alternativas Propostas e Seleção da Opção a Adotar			
Elaboração do Plano de Macrodrrenagem Urbanas no Município de Socorro – SP					
RP5 – COTEJO DAS ALTERNATIVAS PROPOSTAS E SELEÇÃO DA OPÇÃO A ADOTAR					
 sabesp			 cobrape		
UNIDADE DE NEGÓCIO NORTE – DITEORIA METROPOLITANA – M			COBRAPE – Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos		
Revisão	Finalidade				
00	3				

Legenda Finalidade: [1] Para Informação [2] Para Comentário [3] Para Aprovação



Sumário

APRESENTAÇÃO	3
1. INTRODUÇÃO.....	4
2. INVESTIMENTO EM MEDIDAS ESTRUTURAIS E CUSTOS DIRETOS E INDIRETOS	5
3. METODOLOGIA DE VALORAÇÃO DO BENEFÍCIO	10
3.1. Agrupamento das intervenções	10
3.2. População Afetada	11
3.3. Aplicação da Metodologia.....	13
3.4. Determinação dos Benefícios (Danos Evitados)	14
4. ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO	18
4.1. Valor Presente Líquido (VPL) dos Fluxos de Custo e dos Benefícios	18
4.2. Taxa Interna de Retorno (TIR).....	18
4.3. Indicador Benefício-Custo	19
4.4. Análise Benefício-Custo	19
5. HIERARQUIZAÇÃO DAS OBRAS DE MACRODRENAGEM	21
5.1. Critérios Financeiros.....	21
5.2. Critérios Sociais.....	21
5.3. Critérios Técnicos.....	21
6. ALTERNATIVA DE FONTES DE RECURSOS.....	25
6.1. Fontes de Financiamento por Instituições Federais	25
6.2. Fontes de Financiamento por Instituições Estaduais	26
6.3. Fonte de Financiamento Municipal.....	27
7. CONSOLIDAÇÃO DAS INTERVENÇÕES PROPOSTAS	28
7.1. Descrição e Memorial de cálculo dos Anteprojetos	28
7.2. Quantitativos e Orçamento	38
7.3. Plano de Ação das Intervenções Propostas	43
REFERÊNCIAS	46
ANEXOS.....	47
ANEXO I – Desenhos – Anteprojetos	48
ANEXO II – Planilhas Orçamentárias	49



APRESENTAÇÃO

Em 12/03/2020, conforme resultado da Licitação 02.910/2019 em que a Cobrape - Companhia Brasileira de Projetos e Empreendimentos sagrou-se vencedora, foi assinado o Contrato de nº 02.910/19 firmado com a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP, Unidade de Negócio Norte – Diretoria M.

O objetivo principal do estudo contratado trata da formulação do Plano Diretor de Macrodrenagem do Município de Socorro, realçando, conforme destaque apontado no Edital e respectivos anexos, um imbricamento aos mecanismos da gestão urbana como forma de correlacionar as influências decorrentes do processo de urbanização e correspondente implementação de infraestrutura sobre a garantia do pleno escoamento das águas pluviais, sobretudo durante eventos pluviométricos de alta intensidade.

Extraem-se desse enfoque subsídios técnicos e institucionais que garantem maior controle dos escoamentos superficiais que importam na redução de impactos decorrentes de eventos pluviais extremos, dando impulso para uma gestão sustentável da drenagem urbana.

O antigo modelo de intervenção¹ deve então ser substituído por uma visão mais realista da capacidade de ação do Poder Público. As soluções meramente de engenharia hidráulica devem ser combinadas com estratégias de ordenamento territorial, educação ambiental e, por que não dizer, de sistemas de alerta e de enfrentamento para as situações nas quais os dispositivos de contenção existentes não sejam suficientes.

Os princípios da precaução e de controle de riscos devem ser amplamente difundidos nas práticas de planejamento e de gestão urbana. A redução de riscos à pessoa humana, às propriedades, aos patrimônios públicos e aos fluxos de bens e serviços que garantem as condições de vida e a preservação do ambiente urbano deve estar no topo das estratégias voltadas ao controle de cheias de grandes magnitudes.

Essa diretriz irá orientar (ou fornecerá os balizamentos a serem considerados) todo o desenvolvimento do Plano, principalmente em sua fase de consolidação, ou seja, durante a formulação das propostas e respectivo Plano de Ações para o sistema de drenagem do município de Socorro.

¹ O modelo ou filosofia de planejamento e atuação utilizado até o final da década de 90, adotava o conceito de intervenção higienista para as obras de drenagem urbana, ou seja, dava-se prioridade para o rápido escoamento e afastamentos das águas pluviais. Destacam-se pela mudança ou aperfeiçoamento no trato da drenagem os documentos formulados pela ABRH (1995) e Ministério das Cidades PMSS (2005) e SNSA (2007).



1. INTRODUÇÃO

Este relatório intitulado RP5 – Cotejo das Alternativas propostas e Seleção a Adotar dá sequência ao desenvolvimento do Plano de Macrodrrenagem Urbana do Município de Socorro.

O documento ora encaminhado tem por objetivo apresentar a avaliação econômica, financeira, social e ambiental das alternativas propostas bem como a consolidação da alternativa selecionadas para as bacias hidrográficas do Município de Socorro.

2. INVESTIMENTO EM MEDIDAS ESTRUTURAIS E CUSTOS DIRETOS E INDIRETOS

As intervenções propostas apresentadas no relatório RP-04 – Proposição de Alternativas de Solução foram subdivididas entre os cursos d’água objeto de estudo do presente plano, conforme apresentadas nas tabelas abaixo.

Tabela 2.1 – Intervenções Propostas: Ribeirão dos Machados

Item	Discriminação		Unid.	Quant.	Preço (R\$) I0 = Jul/2020
2.1	Rua Voluntários da Pátria	Ampliação da ponte existente e canal retangular em concreto com dimensões iguais a 15,0m x 3,5m.	m	10.0	1,427,426.75
2.2	Trecho de canal entre as pontes das ruas Voluntários da Pátria e Tiradentes - Alternativa A	Canalização em concreto armado, seção retangular de 15,00m x 3,50m	m	257.0	5,915,518.15
2.3	Rua Tiradentes	Ampliação da ponte existente para L = 15,00m - H= 3,50m	m	10.0	1,454,677.48
2.4	Canal Existente	Canalização em seção trapezoidal revestida com grama com base igual a 12,00m e altura mínima de 3,50m.	m	339.0	1,118,160.65
2.5	Rua Joaquim de Souza Pinto	Ampliação da ponte existente para L = 15,00m - H= 3,50m	m	15.0	1,614,704.51
2.6	Canal Existente	Canalização em seção trapezoidal revestida com grama com base igual a 12,00m e altura mínima de 3,50m.	m	265.0	877,350.19
2.7	Rua João Leonardelli	Ampliação da ponte existente para L = 15,00m - H= 3,50m	m	12.0	1,278,701.69
2.8	Canal Existente	Canalização em seção trapezoidal revestida com grama em uma extensão de 270,0m com base igual a 12,00m e altura mínima de 3,50m.	m	270.0	893,621.16
2.9	Av. Rebouças	Implantação de muro ala em concreto armado no emboque com revestimento de fundo no trecho de 22,0m.	m	12.0	470,000.00
2.10	Reservatório R-1	Bacia de Detenção às margens da Estrada Municipal dos Nogueiras (sem desapropriação)	m ³	35,000.0	3,885,000.00
2.11	Reservatório R-2	Bacia de Detenção às margens da Estrada Municipal dos Nogueiras (sem desapropriação)	m ³	35,000.0	3,885,000.00
2.12	Reservatório R-3	Bacia de Detenção a montante da rua Piauí (sem desapropriação)	m ³	8,000.0	888,000.00

Tabela 2.2 – Intervenções Propostas: Córrego dos Nogueiras

Item	Discriminação		Unid.	Quant.	Preço (R\$) IO = Jul/2020
3.1	60m a montante da rua 13 de Maio	Inspeção e televisionamento para diagnóstico estrutural do canal confinado sob edificações	m	51.0	5,000.00
3.2	15m após a galeria da rua José A. Calafiore	Correção de traçado para suavização de curva (atualmente em 90°) - Seção retangular em concreto armado: 4,00m x 2,00m	m	32.0	229,244.10
3.3	Galeria da rua José Angelo Calafiore	Ampliação da galeria em seção retangular de concreto armado com seção igual a 5,00 x,2,00m	m	53.0	1,087,643.04
3.4	Talvegue a montante da rua General Glicério	Canalização em seção trapezoidal revestida com grama com base igual a 3,00m e altura mínima de 2,50m.	m	100.0	163,712.26

Tabela 2.3 – Intervenções Propostas: Córrego da Rua Nagibe Jorge

Item	Discriminação		Unid.	Quant.	Preço (R\$) IO = Jul/2020
4.1	Bueiro da rua XV Coronel Florencio Esperidião	Ampliação do bueiro existente para seção retangular em concreto armado (BSCC) com dimensões iguais a 2,00m x 1,50m e declividade (máxima) igual a 1,0%.	m	25.0	524,196.42
4.2	Talvegue entre ruas F. Espírito Santo e XV de Agosto	Canalização com seção retangular em gabião caixa, fundo revestido com gabião saco, em uma extensão de 80,00m. Seção variável 3,00m x 2,50m a 5,00m x 2,50m.	m	120.0	3,745,289.66
4.3	Jusante da Av. XV de Agosto	Inspeção e televisionamento para diagnóstico estrutural do canal confinado sob edificações	m	100.0	10,000.00

Tabela 2.4 – Intervenções Propostas: Córrego da Avenida José Maria de Faria

Item	Discriminação		Unid.	Quant.	Preço (R\$) IO = Jul/2020
5.1	Talvegue a montante da rua XV de Agosto	Canalização em seção trapezoidal revestida com grama com base igual a 3,50m e altura mínima de 2,50m.	m	237.0	437,431.28
5.2	Bueiro da rua XV de Agosto	Ampliação do bueiro existente para seção retangular em concreto armado (BSCC) com dimensões iguais a 3,00m x 2,00m e declividade (máxima) igual a 1,0%.	m	65.0	1,182,745.16
5.3	Trecho de desemboque do rio do Peixe	Canalização em seção trapezoidal revestida com grama com base igual a 3,0m e altura mínima de 2,50m.	m	32.0	60,331.76

Tabela 2.5 – Intervenções Propostas: Córrego da Rua Andrelino de Souza Pinto - Jusante

Item	Discriminação		Unid.	Quant.	Preço (R\$) I0 = Jul/2020
6.1	Bueiro da Rodovia Pompeu Conti	Duplicação do bueiro existente para 2x(2,70m x 2,70m).	m	22.0	635,139.87
6.2	Bueiro da rua Andrelino Souza Pinto	Ampliação da ponte existente para 7,50 m de largura. Fundo revestido em concreto armado com seção retangular de 7,50m x 2,50 com 20,00 m incluindo ala.	m	20.0	1,249,419.96

Tabela 2.6 – Intervenções Propostas: Córrego da Rua Andrelino de Souza Pinto - Montante

Item	Discriminação		Unid.	Quant.	Preço (R\$) I0 = Jul/2020
7.1	Bueiro da rua Vicente D'Ana	Implantação e galeria adicional com seção retangular de 2,00m x 2,00 e extensão de 80,00m (inclui alas)	m	80.0	1,138,788.37
7.2	Talvegue a montante da rua Vicente D'Ana	Canalização em seção trapezoidal revestida com grama com base igual a 5,00m e altura mínima de 2,50m.	m	220.0	468,513.23
7.3	Bueiro da ruaz Valentin Cesar Tafner	Implantação e galeria adicional com seção retangular de 2,50m x 2,50	m	40.0	766,349.23
7.4	Talvegue a montante da rua Andrelino S. Pinto	Implantação de muro ala em concreto armado (L=15,00m) no enboque com revestimento de fundo	m	15.0	11,500.00

Tabela 2.7 – Intervenções Propostas: Córrego da Rua Estrada da Pompéia

Item	Discriminação		Unid.	Quant.	Preço (R\$) I0 = Jul/2020
8.1	Saída da ponte da Estrada da Pompéia	Implantação de degraus de dissipação em gabião, em uma extensão de 6,00m	m	10.0	24,500.00
8.2	Trecho entre pontes Estrada da Pompéia e rua s/n	Canalização em seção trapezoidal revestida com grama em uma extensão de 383,00m, com base igual a 5,00m e altura igual a 3,00m.	m	433.0	735,104.42
8.3	Ponte da rua s/n - Alternativa A	Substituição da ponte existente para L=15,00m e C=8,00m. Altura igual a 3,50m. Canal sob a ponte com seção retangular (5,50m x 3,00m) em concreto armado	m	8.0	703,941.52
8.4	Trecho entre as pontes das ruas s/n e João Ramalho - Alternativa A	Canalização em seção retangular revestida com gabião tipo caixa (7,00m x 3,00m) em uma extensão igual a 100,00m	m	126.0	3,813,615.12
	Trecho entre as pontes das ruas s/n e João Ramalho - Alternativa B	Canalização em seção retangular revestida com concreto armado (5,50m x 3,00m) em uma extensão igual a 100,00m	m	126.0	1,593,641.13
8.5	Ponte da rua João Ramalho - Alternativa A	Substituição da ponte existente para L=15,00m e C=7,00m. Altura igual a 3,50m. Canal sob a ponte com seção retangular (5,50m x 3,00m) em concreto armado	m	7.0	649,562.31
8.6	Trecho entre as pontes da rua João Ramalho e Av. XV de Agosto - Alternativa A	Canalização em seção retangular revestida com gabião tipo caixa (7,00m x 3,00m) em uma extensão igual a 310,00m	m	353.0	12,424,509.08
	Trecho entre as pontes da rua João Ramalho e Av. XV de Agosto - Alternativa B	Canalização em seção retangular revestida com concreto armado (5,50m x 3,00m) em uma extensão igual a 316,00m	m	353.0	3,745,153.61
8.7	Ponte da Av. XV de Agosto - Alternativa A	Substituição da ponte existente para L=15,00m e C=12,00m. Altura igual a 3,50m. Canal sob a ponte com seção retangular (5,50m x 3,00m) em concreto armado	m	12.0	1,075,805.81



Quando foram estudadas mais que uma alternativa para a realização da obra, para fins da análise benefício custo foi considerada a alternativa menos onerosa. A tabela a seguir apresenta os valores dos investimentos para cada intervenção.

Além do investimento das obras, foi considerado um percentual de 15% sobre o valor da obra para a contratação de projetos básicos, executivos e gerenciamento das obras.

Além do investimento das obras, foi considerado um percentual de 15% sobre o valor da obra para a contratação de projetos básicos, executivos e gerenciamento das obras.

As intervenções 2.10, 2.11 e 2.12 foram listadas para fins de cálculo de custo, mas não foram dimensionadas nos estudos hidrológico-hidráulicos, pois visam constituir ações de controle do escoamento caso o adensamento urbano, nas áreas de contribuição de montante, incorra em impermeabilização superior ao previsto no Plano Diretor de Macrodrenagem, sobretudo, após o horizonte adotado nestes estudos.

Por fim, foi assumido que os custos de manutenção das obras já estão incorporados ao orçamento anual do município para realização de manutenção.

Tabela 2.8 – Medidas Estruturais por sub-bacia – Investimento em R\$

Bacia	2.1 - Investimento total (R\$)
Córrego dos Machados	2.1 1,427,426.75
	2.2 5,915,518.15
	2.3 1,454,677.48
	2.4 1,118,160.65
	2.5 1,614,704.51
	2.6 877,350.19
	2.7 1,278,701.69
	2.8 893,621.16
	2.9 470,000.00
	2.10 3,885,000.00
	2.11 3,885,000.00
	2.12 888,000.00
Córrego dos Nogueiras	3.1 5,000.00
	3.2 229,244.10
	3.3 1,087,643.04
	3.4 163,712.26
Córrego da rua Nagib Jorge	4.1 524,196.42
	4.2 3,745,289.66
	4.3 10,000.00
Córrego da av. José Maria de Faria	5.1 437,431.28
	5.2 1,182,745.16
	5.3 60,331.76
Córrego da rua Andrelino de Souza Pinto - Jusante	6.1 635,139.87
	6.2 1,249,419.96
Córrego da rua Andrelino de Souza Pinto - Montante	7.1 1,138,788.37
	7.2 468,513.23
	7.3 766,349.23
	7.4 11,500.00
Córrego da rua Estrada da Pompéia	8.1 24,500.00
	8.2 735,104.42
	8.3 703,941.52
	8.4 1,593,641.13
	8.5 649,562.31
	8.6 3,745,153.61
	8.7 1,075,805.81
Total	43,951,173.70

Fonte: Cobrape (2021).

* Realização de inspeção, não haverá intervenção



3. METODOLOGIA DE VALORAÇÃO DO BENEFÍCIO

O estudo do sistema de drenagem urbana destina-se a evitar a ocorrência de inundações em perímetros urbanos densamente povoados, que impõem perdas econômicas àqueles que têm suas propriedades invadidas ou que não podem acessar seus locais de trabalho.

A questão da mensuração econômica de custos e benefícios é complexa e pode se valer de diversas metodologias. Quando o bem cujo benefício se quer medir tem um mercado onde se realizam transações de compra e venda, vale-se do conceito do excedente do consumidor, sendo este definido como a diferença entre o que o consumidor está disposto a gastar para poder usufruir um certo nível de consumo de um determinado bem e aquilo que ele efetivamente gasta (o preço real de mercado x quantidade consumida).

Quando não há um mercado vigente para o bem, a avaliação dos benefícios ou custos associados a um projeto torna-se ainda mais complexa. Essa situação é frequente no caso de projetos públicos, tais como os de controle de enchentes, nos quais o serviço oferecido (projetos implementados para evitá-las) não tem um preço de mercado, sendo sua oferta gratuita e seus custos cobertos por impostos regulares.

Neste trabalho, o método de valoração utilizado é o método dos custos evitados. Amplamente utilizado para avaliar projetos dessa natureza, considera que os benefícios são equivalentes aos danos evitados pela execução das medidas de controle.

Os principais prejuízos provocados por uma inundação ou alagamento analisados neste relatório são:

- Prejuízos à propriedade residencial;
- Prejuízo à propriedade comercial e industrial;
- Prejuízo às áreas públicas.
- Prejuízo à veículos segmento automóvel;
- Prejuízo à veículos demais segmentos;
- Custo de congestionamento;
- Custo do PIB pela interrupção de sua cadeia de valor; e

Este trabalho restringe sua análise aos benefícios evitados para o Município de Socorro e não inclui os impactos das obras para o restante dos municípios que compõe a Bacia, portanto, são esperadas diferenças em resultados que incluem uma análise global dos municípios.

3.1. Agrupamento das intervenções

Para a análise benefício custo as seguintes intervenções foram consideradas em conjunto, pois a ganhos na realização simultânea das mesmas:

- Intervenção 2.1 e 2.2;
- Intervenção 2.3 e 2.4;
- Intervenção 2.5 e 2.6;
- Intervenção 2.7 e 2.8;
- Intervenção 3.3 e 3.4;
- Intervenção 4.1 e 4.2;



- Intervenção 5.1, 5.2 e 5.3; e
- Intervenção 7.1 e 7.2.

3.2. População Afetada

A primeira etapa para a aplicação da metodologia é determinar a população afetada. Segundo o Relatório PS-RE-068-R1², a população afetada é caracterizada de acordo com o impacto que sofre com o evento, podendo ser dividida em:

“População direta é a que se situa dentro da mancha de inundação, tomando-se como referência o evento referente a cheias catastróficas (tempo de recorrência de 20 anos). População indireta é aquela situada, em geral, na periferia da mancha, a qual, embora não tendo suas casas invadidas pelas águas, sofre com a exposição a doenças e outras dificuldades, como a impossibilidade de acesso e travessias de ruas inundadas, contato com sujeira e lama e outros graves inconvenientes.” (p.4)

Para esta análise a população diretamente afetada encontra-se na área de altura máxima do extravasamento no maior tempo de recorrência estimado em ferramentas de georreferenciamento, e será representada como um percentual da área da sub-bacia.

Já os danos indiretos de uma inundação podem ser estimados como uma fração do dano direto e segundo Vieira (1970) citado por Vaz (2015, p28) os danos indiretos são da ordem de 20% dos danos diretos totais.

O ideal, quanto ao aspecto da caracterização da população afetada, seria a realização de pesquisas de campo (questionários) para poder traçar o perfil socioeconômico e obter outros dados relevantes para a análise, tais como a disposição a pagar para evitar inundações, preço dos imóveis, altura da inundação em épocas de cheias normais e catastróficas, etc. Este tipo de pesquisa de campo não foi objeto do plano.

Entretanto, há um grande número de informações coletados ao longo da realização desse projeto, que será utilizado para caracterizar a população afetada.

A **Tabela 3.1** apresenta as intervenções e a correspondência das sub-bacias que essa afeta.

Tabela 3.1 – intervenções e a correspondência das sub-bacias

Intervenção	Sub-bacia	Intervenção	Sub-bacia
2.1	42	4.2	54.B
2.2	43	5.1	66
2.3	43	5.3	66
2.4	43	6.1	64.A
2.5	43	6.2	64A
2.6	43/45	7.1	59
2.7	45	7.2	58
2.8	47	7.3	58

² Conforme descrito na introdução, a metodologia empregada se baseia no **Relatório PS-RE-068-R1** do "Governo do Estado do Rio de Janeiro - Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMA) - Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (SERLA) - Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - Projeto BRA/96/017 - PO/SEPURB/PQA-ABC-PNUD - UFRJ/COPPE.

Intervenção	Sub-bacia	Intervenção	Sub-bacia
2.9	47	7.4	59
2.10	40	8.1	73
2.11	42	8.2	73
2.12	41	8.3	73
3.2	52	8.4	73
3.3	52	8.5	74
3.4	52	8.6	74
4.1	54.B	8.7	74
5.2	66	-	-

Fonte: Cobrape (2021)

A **Tabela 3.2** apresenta para as sub-bacias nas quais foram consideradas intervenções, sua área, a Projeção da População para 2020 e 2045, bem como a densidade demográfica para os mesmos períodos e o percentual de área impermeabilizada em 2020.

Tabela 3.2 – Projeção por sub-bacia de População e densidade demográfica – 2020 e 2045

Sub-bacia	Área (km ²)	2020		2045		% Área imp.
		População (nº hab.)	Densid. (hab/km ²)	População (nº hab.)	Densid. (hab/km ²)	
40	0,123	107	869	106	860	12,27
41	0,494	503	1.019	498	1.008	13,77
42	0,626	418	668	413	661	10,26
43	0,287	660	2.300	653	2.276	26,58
45	0,081	127	1.563	125	1.547	19,21
47	0,101	450	4.458	445	4.411	48,16
52	0,325	1.289	3.965	1.275	3.924	43,23
54.B	0,152	304	1.999	301	1.978	23,57
58	0,120	1.111	9.260	1.099	9.162	85
59	0,253	1.252	4.948	1.239	4.896	53,06
64.A	1,042	679	652	672	645	10,1
66	0,693	114	165	113	163	5,23
73	0,0458	65	141	64	140	4,99
74	0,216	31	142	30	140	5,00

Fonte: Cobrape (2021)

Para determinar o crescimento populacional, foram utilizados os dados apresentados no Relatório **RP-2 – Definições de Critérios e Parâmetros de Projeto**, para crescimento da população total entre os períodos de 2020 a 2050.

A seguir é apresentado o resumo da análise de altura máxima de extravasamento no maior tempo de recorrência medido, a área impactada estimada em hectares e km², bem como a participação da área afetada na área total das sub-bacias consideradas.

Tabela 3.3 – Característica das Áreas por Intervenção

Intervenções	Área Impactada (Hectares)	Área Impactada (Km ²)	Altura Máxima (metros)
2.1 e 2.2	3,0	0,03	1,50
2.3 e 2.4	1,2	0,012	0,50
2.5 e 2.6	1,2	0,012	1,50
2.7 e 2.8	-	-	Não extravasa*
2.9	-	-	Não extravasa*
3.2	-	-	Não extravasa*
3.3 e 3.4	1,2	0,012	2,00
4.1 e 4.2	1,2	0,012	0,30
5.1, 5.2 e 5.3	0,3	0,003	0,50
6.1	1,2	0,012	0,30
6.2	1,9	0,019	0,05
7.1 e 7.2	0,5	0,005	0,05
7.3	0,8	0,008	0,30
7.4	1,0	0,01	0,05
8.1	0,7	0,007	0,70
8.2	0,4	0,004	0,30
8.3	0,3	0,003	0,20
8.4	0,4	0,004	0,30
8.5	0,4	0,004	0,30
8.6	0,4	0,004	0,30
8.7	0,4	0,004	0,30

*Não extravasa em função das pontes existentes a montante atuarem como seções de controle.

Fonte: Relatório RP-04 – Proposição de Alternativas de Solução

3.3. Aplicação da Metodologia

As incertezas associadas a eventos hidrológicos, presentes nos projetos de drenagem urbana podem ser quantificadas em termos da distribuição de probabilidade e dos benefícios associados. Em termos estatísticos o impacto econômico esperado dos benefícios para população afetada foi estimado pela expressão:

$$\text{Bespt}_i = \text{DETt}_i * p_i$$

Onde:

DETt_i = danos evitados totais no ano t_i

p_i = probabilidade de ocorrência da enchente no ano t_i

Bespt_i = benefício esperado para o projeto no ano t_i

Enquanto o dano evitado (DEt_i) foi estimado pela expressão:

$$\text{DETt}_i = fDprt_i + fDpcit_i + fDppt_i + fDpvat_i + fDpvdt_i + fDcct_i + fDcpt_i$$



Onde,

DET_{ti} = danos evitados totais no ano ti

fD_{pti} = função prejuízos à propriedade residencial no ano ti

fD_{pciti} = função prejuízos à propriedade comercial e industrial no ano ti

fD_{ppti} = função prejuízos às áreas públicas no ano ti

fD_{pvati}^* = função prejuízo a veículos segmento automóvel no ano ti

fD_{pvdti}^* = função prejuízo a veículos demais segmentos no ano ti

fD_{ccti} = função custo de congestionamento no ano ti

fD_{cpti} = função custo do PIB no ano ti

Já a probabilidade de ocorrência é o inverso do período de retorno ou tempo de recorrência.

$$T = \frac{1}{p}$$

Onde,

T = tempo de recorrência

p = probabilidade da chuva ser igualada ou excedida em qualquer ano

Obras que devem durar vários anos expõe-se todo ano a um risco igual à probabilidade de ocorrência da vazão do projeto. O risco da obra falhar uma ou mais vezes ao longo de sua vida útil poder ser deduzido dos conceitos fundamentais da teórica das probabilidades. Neste trabalho:

$$p_i = p * \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

A probabilidade inicial utilizada foi de 2%, que na média refere-se a um tempo de recorrência de 50 anos.

3.4. Determinação dos Benefícios (Danos Evitados)

A análise Benefício-Custo tem seus fundamentos na economia do bem-estar e é um método multicriterial. Nesse relatório a unidade de medida é monetária e todos os benefícios serão quantificados monetariamente, de acordo com as hipóteses apresentadas a seguir.



➤ ***Prejuízo à Propriedade Residencial***

Para determinar o prejuízo à propriedade residencial, o custo de reposição foi considerado como um percentual do valor de reposição do imóvel, considerando custo de projeto m², por tipo de projeto e padrão de acabamento para o Estado de São Paulo, disponibilizado no banco de dados IBGE/SIDRA. Esses valores foram considerados para toda a área urbana, assumindo que o tamanho médio dos terrenos e tamanho médio das residências constantes, e padrão de construção CR.1-2Q.....62 Casa residencial, 1 pavimento, varanda, sala, 2 quartos, circulação, banheiro, cozinha, área de serviço, quarto e WC de empregada, cujo custo do projeto por m² em dezembro de 2020 era de R\$ 1.618,66. Depois esses valores foram distribuídos pelas sub-bacias de acordo com a distribuição da população.

De acordo com os dados do Censo de 2010, a relação habitantes por residência era de 3,01 para o município de Socorro. A evolução da projeção considerou as seguintes premissas de projeção:

a) O padrão socioeconômico não deve ser alterado ao longo do horizonte de projeto; e

Ainda segundo o Relatório PS-RE-068-R1, para calcular os prejuízos decorrentes de uma inundação e dos seus custos, torna-se necessário considerar os níveis de prejuízos causados em função da altura da inundação. Para fins deste relatório foram utilizados como % dos danos causados a propriedade residencial:

- Extravasamento menor que 50 cm: 3,70% da área para o nível da rua
- Extravasamento de 50 cm a 1 metro: 10,00% da área para o nível da rua
- Extravasamento superior a 1 metro: 20,00% da área para o nível da rua

Esses percentuais também foram aplicados no cálculo das funções prejuízo à propriedade comercial e industrial, seção 3.3.2 e prejuízos às áreas públicas, seção 3.3.

➤ ***Prejuízo à Propriedade Comercial e Industrial***

Para determinar o prejuízo à propriedade comercial e industrial, o custo de reposição foi considerado como um percentual do valor de reposição do imóvel, considerando o custo médio por m² componente material e componente mão-de-obra para o Estado de São Paulo de R\$ 1.056,50, disponibilizado no banco de dados IBGE/SIDRA.

Segundo o IBGE, em 2017, Socorro possuía 1.089 estabelecimentos, em sua maioria de pequeno porte, voltado ao setor de serviços. Para distribuir esses estabelecimentos, considerou-se a proporção da população residente na área de intervenção.

Assumiu-se que o prejuízo aos veículos em geral dependerá da altura máxima de extravasamento no maior tempo de recorrência medido.

➤ ***Prejuízos às Áreas Públicas***

As áreas públicas são destinadas à malha viária e à implantação de equipamentos público urbano e comunitários. Os equipamentos públicos urbanos são os que compõem os sistemas de abastecimento de água, de esgotamento sanitário, de drenagem, de energia elétrica, de comunicação, de iluminação pública e de gás. Já os equipamentos



públicos comunitários são os de lazer, cultura, educação e, de caráter local, transporte, saúde, segurança e outros espaços.

Foi considerado o percentual das áreas públicas afetados pelas intervenções. O custo considerado foi de R\$ 212,97 por m², considerando uma cesta composta por custo de limpeza por m², custo de pavimentação por m² e custo de material por m². Ponderado pela altura máxima de extravasamento no maior tempo de recorrência.

➤ ***Prejuízo à Veículos Segmento Automóvel***

A frota de veículos de automóveis, totalizava, em 2018, 15.368, relação de 0,4 automóveis por habitante, calculado com base nos dados do Denatram para 2018, relação que foi mantida constante para todo período de projeção.

Segundo a revista Quatro Rodas, o conserto de um automóvel recuperado varia entre 500 reais (preço de uma lavagem e higienização completa em razão de a água ter invadido o carpete) e 40.000 reais. Um especialista, citado pela revista, avaliou que o reparo é simples e custa entre 500 e 1.000 reais, para carros com poucos equipamentos eletrônicos. Entre 2.000 e 5.000 reais, para carros com mais equipamentos eletrônicos e com câmbio automático.

Assumiu-se que o prejuízo aos veículos em geral dependerá da altura máxima de extravasamento no maior tempo de recorrência medido, para tanto foram adotadas 4 faixas de prejuízo, conforme apresentado a seguir.

Tabela 3.4 – Premissa Prejuízo à Veículos Automóvel

Altura Máxima do extravasamento no maior tempo de recorrência medido	R\$ por evento
> 1 metro	4.687,50
0,5 < x < 0,8 metros	1.875,00
0,3 < x < 0,5 metros	750,00
< 0,3 metros	-

Fonte: Elaboração própria

➤ ***Prejuízo à Veículos Demais Segmentos***

A frota de veículos dos demais segmentos, excluindo automóveis, totalizava, em 2018, 15.366, ou 0,4 veículos por habitantes. Esses veículos foram distribuídos pelas sub-bacias conforme a população residente.

Por serem veículos de preço médio maior aos do automóvel, assumiu-se que o prejuízo aos veículos em geral será o dobro do prejuízo para os automóveis.

➤ ***Custo de Congestionamento***

Para estimar o custo de congestionamento de tráfego, utilizou-se como parâmetro o estudo da Firjan (Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro), que estimou um prejuízo anual em 2013 de R 69,4 bilhões para a Região Metropolitana de São Paulo, no cálculo foram considerados: a perda de produção não concretizada e o gasto extra de combustíveis. Atualizado pela variação do PIB do Estado de São Paulo entre os anos de 2013 a 2018, dados disponíveis na Fundação SEADE.



Para determinar o custo para Socorro ao ano, foi utilizado a participação do PIB de Socorro em relação ao PIB da Região Metropolitana de São Paulo, com números da Fundação SEADE.

Em seguida, foi calculado o custo per capita para Socorro, ajustando o valor para dia útil e considerando a relação da densidade demográfica para cada uma das intervenções, pois há muita diferença de adensamento populacional entre as intervenções, resultando no custo por habitante por dia.

O custo por habitante por dia para cada intervenção, foi ajustado pelo impacto da altura máxima de extravasamento pela área que a intervenção impacta nas subbacias.

➤ ***Custos do PIB pela Interrupção de sua Cadeia de Valor***

As empresas na área de influência dos pontos de alagamento podem interromper temporariamente a sua produção, impedindo o crescimento potencial do PIB através da interrupção em sua cadeia de valor.

Para estimar o custo do PIB pela interrupção de sua cadeia de valor, utilizou-se como parâmetro o estudo de Santos (2013), que estimou um prejuízo médio anual para o município de São Paulo de R\$ 160 milhões (entre 2008 e 2012). Atualizado pela variação do PIB do Estado de São Paulo entre os anos de 2013 a 2018, dados disponíveis na Fundação SEADE

A metodologia utiliza como aproximação a medida dos salários pagos e perdidos durante a interrupção da produção das firmas afetadas pelos alagamentos (medido para o ano de 2008, para chuvas que excediam 80 milímetros por dia). A autora calculou a massa salarial de perda decorrente da paralisação da produção durante o período de alagamento, prejuízos resultantes do fato de que os empregadores pagam normalmente os salários dos empregados, sem que esses tenham produzido durante o período de ocorrência do alagamento, e integrou os dados de alagamento fornecidos pelo Centro de Gerenciamento de Emergência da Prefeitura de São Paulo com a base de dados de localização das empresas para determinar a distribuição geográfica. A base de dados utilizadas foi a RAIS (Relação Anual de Informações Sociais) do Ministérios do Trabalho e emprego. A partir das informações de perdas diretas, a autora também estimou as perdas totais provocados pela interrupção das longas cadeias produtivas que interligam a cidade de São Paulo à região metropolitana, ao estado de São Paulo e ao restante do país.

Para a aplicação em Socorro, comparou-se os dados da população ocupada no ano de 2013, segundo o IBGE, do município de Socorro, com relação ao estado de São Paulo, essa relação é de 0,13%, aplicando essa relação ao valor de perda estimada para São Paulo, temos a perda estimada para Socorro de R\$ 275.364. A esse valor foi aplicada um percentual de 64,5% altura máxima de extravasamento menos de 50 cm e 72,10% para altura máxima de extravasamento entre 50 cm e 1 metro. Os valores encontrados foram divididos de acordo com a população de cada subbacia.



4. ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO

Este capítulo apresenta a análise benefício custo e o resultado da hierarquização das ações estruturais.

4.1. Valor Presente Líquido (VPL) dos Fluxos de Custo e dos Benefícios

O Valor Presente Líquido (VPL) é uma fórmula matemática-financeira utilizada para calcular o valor presente de uma série de pagamentos futuros descontando uma taxa de custo de capital estipulada (taxa de desconto). Para a determinação do valor presente dos fluxos financeiros de custo e de benefícios considerou-se:

- Data-base dos fluxos o ano de 2020;
- Moeda de poder aquisitivo constante
- Taxa de desconto³: 2,33% real ao ano;
- Todos os desembolsos de investimentos ocorreram em 2020, ou T_0 ;
- os custos de manutenção incidem a partir do primeiro ano de projeção (T_1);
- Os danos evitados foram calculados a partir do primeiro ano de projeção (T_1);
- Horizonte de projeto, 25 anos, e o horizonte para o tempo de vida útil das obras de 30 anos.

4.2. Taxa Interna de Retorno (TIR)

A TIR é a taxa necessária para igualar o valor de um investimento (valor presente) com os seus respectivos retornos futuros ou saldos de caixa gerados em cada período. Sendo usada em análise de investimentos, significa a taxa de retorno de um projeto.

A taxa interna de retorno foi calculada após a determinação do valor líquido do benefício, que é o resultado entre a subtração dos valores do investimento e do custo de manutenção e a adição dos valores dos custos evitados em cada ano.

(-) A_{t_i} = Investimento e Custo de manutenção em t_i

(+) B_{t_i} = Custo Evitado em t_i

$C_{t_i} = B_{t_i} - A_{t_i}$ = Valor Líquido do Benefício em t_i

A Taxa Interna de Retorno de um investimento pode ser:

- Maior do que a Taxa de Desconto: significa que o investimento é economicamente atrativo.
- Igual à Taxa de Desconto: o investimento está economicamente numa situação de indiferença.
- Menor do que a Taxa de Desconto: o investimento não é economicamente atrativo pois seu retorno é superado pelo retorno de um investimento com o mínimo de retorno já definido. (podendo até ser negativa)

³ Fonte: Infinity Asset / MoneYou, publicado em Ranking Mundial de Juros Reais – Dez/20, média simples da taxa de juros reais acumulada em 12 meses, compilação possui direitos autorais do portal MoneYou. e da Infinity Asset Management. Disponível em: <http://infinityasset.com.br> ou <http://www.moneyou.com.br>, pesquisado em 02 de fevereiro de 2021.

4.3. Indicador Benefício-Custo

Para determinar qual a ação que gera maior benefício é preciso dividir o Valor Presente Líquido (VPL) do fluxo de benefício pelo valor presente líquido do fluxo de custo. Quanto maior o resultado maior o benefício.

$$\text{Indicador Benefício-Custo} = \frac{\text{VPL do Fluxo de Benefício}}{\text{VPL do Fluxo de Custo}}$$

Quando o módulo do Indicador Benefício-Custo for maior que 1, os benefícios do projeto são superiores aos seus custos no horizonte de projeção. O contrário também é verdadeiro.

4.4. Análise Benefício-Custo

A Análise Benefício-Custo foram feitas para dois períodos diferentes, para o horizonte de projeto (25 anos), e para o tempo de vida útil das obras que foi considerado igual a 30 anos.

A **Tabela 4.1** a seguir apresenta o resumo da análise para 25 anos.

Tabela 4.1 – Análise Benefício Custo Resultado 25 anos

Intervenções	VPL Benefícios R\$	VPL Custos R\$	TIR	Indicador Benefício Custo
2.1 e 2.2	1,066,382.78	- 7,342,944.90	-11.79%	- 0.145
2.3 e 2.4	222,833.68	- 2,572,838.12	-14.39%	- 0.087
2.5 e 2.6	470,650.46	- 2,492,054.70	-10.36%	- 0.189
2.7 e 2.8	-	- 2,172,322.85	#NÚM!	-
2.9	-	- 470,000.00	#NÚM!	-
3.2	-	- 229,244.10	#NÚM!	-
3.3 e 3.4	322,249.72	- 1,251,355.30	-7.55%	- 0.258
4.1 e 4.2	36,564.21	- 4,269,486.08	#NÚM!	- 0.009
5.1, 5.2 e 5.3	24,966.16	- 1,680,508.20	#NÚM!	- 0.015
6.1	40,865.62	- 635,139.87	-14.55%	- 0.064
6.2	154,420.49	- 1,249,419.96	-11.47%	- 0.124
7.1 e 7.2	90,935.50	- 1,607,301.60	-15.14%	- 0.057
7.3	37,108.13	- 766,349.23	-15.81%	- 0.048
7.4	45,798.95	- 11,500.00	24.02%	- 3.983
8.1	55,660.07	- 24,500.00	12.41%	- 2.499
8.2	11,888.83	- 735,104.42	-20.26%	- 0.016
8.3	9,003.13	- 703,941.52	#NÚM!	- 0.013
8.4	11,888.83	- 1,593,641.13	#NÚM!	- 0.007
8.5	11,685.34	- 649,562.31	-19.85%	- 0.018
8.6	11,685.34	- 3,745,153.61	#NÚM!	- 0.003
8.7	11,685.34	- 1,075,805.81	#NÚM!	- 0.011

Nota: Erro #NÚM! – TIR não pode ser determinada. O Microsoft Excel usa uma técnica iterativa para calcular TIR. Começando por estimativa, TIR refaz o cálculo até o resultado ter uma precisão de 0,00001 por cento. Se TIR não puder localizar um resultado que funcione depois de 20 tentativas, o valor de erro #NÚM! será retornado. Isso ocorre quando o fluxo só possuiu parcelas negativas, ou mudam de sinal várias vezes durante o período analisado.

A Tabela 4.2 a seguir é apresentado o resumo da análise para 30 anos.

Tabela 4.2 – Análise Benefício Custo 30 anos

Intervenções	VPL Benefícios R\$	VPL Custos R\$	TIR	Indicador Benefício Custo
2.1 e 2.2	1,127,277.86	- 7,342,944.90	-9.89%	- 0.154
2.3 e 2.4	235,551.54	- 2,572,838.12	-12.18%	- 0.092
2.5 e 2.6	497,481.28	- 2,492,054.70	-8.63%	- 0.200
2.7 e 2.8	-	- 2,172,322.85	#NÚM!	-
2.9	-	- 470,000.00	#NÚM!	-
3.2	-	- 229,244.10	#NÚM!	-
3.3 e 3.4	354,068.07	- 1,251,355.30	-5.76%	- 0.283
4.1 e 4.2	40,212.24	- 4,269,486.08	#NÚM!	- 0.009
5.1, 5.2 e 5.3	27,457.58	- 1,680,508.20	-17.20%	- 0.016
6.1	44,933.86	- 635,139.87	-11.92%	- 0.071
6.2	169,825.48	- 1,249,419.96	-9.21%	- 0.136
7.1 e 7.2	99,873.94	- 1,607,301.60	-12.45%	- 0.062
7.3	40,781.27	- 766,349.23	-13.03%	- 0.053
7.4	50,331.97	- 11,500.00	24.07%	- 4.377
8.1	61,215.69	- 24,500.00	12.66%	- 2.499
8.2	13,075.47	- 735,104.42	-16.92%	- 0.018
8.3	9,901.67	- 703,941.52	-17.70%	- 0.014
8.4	13,075.47	- 1,593,641.13	#NÚM!	- 0.008
8.5	12,851.88	- 649,562.31	-16.56%	- 0.020
8.6	12,851.88	- 3,745,153.61	#NÚM!	- 0.003
8.7	12,851.88	- 1,075,805.81	-18.24%	- 0.012

Nota: Erro #NÚM! – TIR não pode ser determinada. O Microsoft Excel usa uma técnica iterativa para calcular TIR. Começando por estimativa, TIR refaz o cálculo até o resultado ter uma precisão de 0,00001 por cento. Se TIR não puder localizar um resultado que funcione depois de 20 tentativas, o valor de erro #NÚM! será retornado. Isso ocorre quando o fluxo só possuiu parcelas negativas, ou mudam de sinal várias vezes durante o período analisado.

A análise de benefício custo em uma cidade pequena com poucos habitantes, mostrou-se que o impacto do benefício e a altura máxima do extravasamento no maior tempo de recorrência medido são medidas relevantes. Ressalta-se aqui que as hipóteses para o cálculo do benefício são agregadas, em face da disponibilidade parcial dos dados necessários para aplicação plena da metodologia, porém suficientes para a etapa de análise econômica em nível de plano diretor. As hipóteses podem ser refinadas, na medida que novos estudos sejam elaborados e mais informações estejam disponíveis.



5. HIERARQUIZAÇÃO DAS OBRAS DE MACRODRENAGEM

A hierarquização consiste numa metodologia de apoio à tomada de decisão, baseada na análise dos fatores indicados no Plano, que consiste em uma análise individual e independente das obras.

De forma a ponderar diferentes aspectos de cada intervenção a hierarquização das obras de macrodrenagem levou em consideração os seguintes critérios:

- Critérios Financeiros
- Critérios Sociais
- Critérios Técnicos

5.1. Critérios Financeiros

A hierarquização das obras adotou como critérios financeiros os indicadores avaliados no estudo de análise benefício-custo, estes foram descritos no item anterior.

- Indicador Benefício-custo em 25 anos
- TIR – Taxa Interna de Retorno em 25 anos
- Indicador Benefício-custo em 30 anos
- TIR – Taxa Interna de Retorno em 30 anos

5.2. Critérios Sociais

Os critérios sociais considerados foram:

- Grau de risco probabilístico

Por meio dos resultados gerados nas simulações hidrológicas e hidráulicas foi possível identificar os pontos e trechos de insuficiência hidráulica de cada bacia hidrográfica.

Os pontos e/ou trechos suscetíveis foram identificados segundo graus ou risco probabilístico na figura denominada Mapa de Risco de Inundação apresentada no ***Relatório RP4 – Proposições de Alternativas de Solução***.

- População atingida nas áreas críticas – Total

Este critério visa priorizar as grandes áreas atingidas por eventos críticos onde há o maior adensamento populacional no município.

5.3. Critérios Técnicos

Os critérios técnicos considerados foram:

- Ordem de execução das obras

A execução das obras de drenagem deve ser implantada de jusante para montante da sub-bacia, visto que de acordo com os conceitos da gestão de drenagem sustentável,



uma intervenção no sistema não deve trazer impacto negativos para jusante do ponto de intervenção.

Se uma intervenção for realizada num trecho de cabeceira da sub-bacia, é possível que o sistema existente que atualmente não apresente problema possa vir a ser insuficiente e gerar transtornos futuros.

- Facilidade de execução das obras

Algumas das medidas estruturais propostas para intervenção da sub-bacia de drenagem podem demandar de estudos mais complexos para execução das obras, enquanto que há propostas de simples resolução e implantação. De forma a balizar tais diferenças, foi levado este critério em consideração na hierarquização das obras.

Com base nos critérios citados foram atribuídos diferentes pesos aos critérios avaliados. Sendo os critérios sociais com maior peso, seguidos pelos critérios técnicos e por fim os critérios financeiros. A nota atribuída a cada intervenção foi de 1 a 21 pontos e balizados pelos diferentes pesos de cada critério. Além disso, os critérios sociais ainda foram diferenciados nas características das áreas atingidas (residencial, comercial ou industrial), sendo priorizadas áreas residenciais.

Para o município de Socorro as intervenções no sistema de drenagem se definiram conforme a seguir.

Tabela 5.1 – Critérios de hierarquização das intervenções propostas

Critérios	Financeiro				Social		Técnico		TOTAL
	Indicador Benefício-custo 20 anos	Indicador Benefício-custo 30 anos	TIR - 20 anos	TIR - 30 anos	% área atingida - Pontos críticos - Total	População atingida - Pontos críticos - Total	Ordem de execução das obras (jusante para montante)	Facilidade de implantação	
Peso	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	1,75	0,75	1	
2.1 e 2.2	8,5	8,5	6,5	8	31,5	33,25	11,25	8	115,5
2.3 e 2.4	7	7	6	7	24	28	12	7	98
2.5 e 2.6	9	9	7,5	9	21	24,5	12,75	6	98,75
2.7 e 2.8	1,5	1,5	4	1,5	19,5	22,75	13,5	5	69,25
3.2	0,5	0,5	3	0,5	30	36,75	15,75	1	88
3.3 e 3.4	9,5	9,5	9,5	9,5	28,5	35	15	2	118,5
4.1 e 4.2	2,5	2,5	2,5	3	27	31,5	10,5	9	88,5
5.1, 5.2 e 5.3	4,5	4,5	5,5	4,5	25,5	29,75	9,75	10	94
6.1	7,5	7,5	7	7,5	18	21	6,75	21	96,25
6.2	8	8	8,5	8,5	16,5	19,25	6	20	94,75
7.1 e 7.2	6,5	6,5	9	6,5	15	17,5	8,25	12	81,25
7.3	6	6	8	6	22,5	26,25	7,5	11	93,25
7.4	10,5	10,5	10,5	10,5	13,5	15,75	9	3	83,25
8.1	10	10	10	10	12	14	0,75	19	85,75
8.2	5,5	5,5	4,5	5,5	10,5	12,25	1,5	18	63,25
8.3	4	4	2	4	9	10,5	2,25	17	52,75
8.4	3	3	1,5	2,5	7,5	8,75	3	16	45,25
8.5	5	5	5	5	6	7	3,75	15	51,75
8.6	2	2	1	2	4,5	5,25	4,5	14	35,25
8.7	3,5	3,5	0,5	3,5	3	3,5	5,25	13	35,75

A Tabela a seguir apresenta a hierarquização final das intervenções propostas para o sistema de macrodrenagem do município de Socorro.

Tabela 5.2 – Ordem de prioridade das intervenções

Intervenção	Prioridade
3.3 e 3.4	117
2.1 e 2.2	113,75
2.5 e 2.6	98,75
2.3 e 2.4	98
6.1	96,25
6.2	94,75
5.1, 5.2 e 5.3	94
7.3	93,25
4.1 e 4.2	91,75
3.2	88
8.1	85,75
7.4	83,25
7.1 e 7.2	81,25
2.7 e 2.8	69,25
8.2	63,25
8.3	52,75
8.5	51,75
8.4	45,25
8.7	35,75
8.6	35,25

Além da ordem de hierarquização proposta, o município pode optar por priorizar, quando possível, obras locais onde há registros de reclamações pontuais e recorrentes. Vale observar que tais intervenções não venham a gerar impactos a jusante.



6. ALTERNATIVA DE FONTES DE RECURSOS

Neste item reúnem-se as possibilidades de fontes de recursos para investimento, manutenção e operação dos sistemas de drenagem, incluindo as medidas estruturais e não estruturais propostas. São abordados diversos mecanismos existentes de financiamento no âmbito federal, estadual e municipal.

6.1. Fontes de Financiamento por Instituições Federais

- **Programa Avançar Cidades**

Um dos mais recentes programas de financiamento para o saneamento é o “Avançar Cidades” cuja regulamentação do processo seletivo para contratação pode ser encontrada na Instrução Normativa nº 22 de 03/08/2018 (IMPRENSA NACIONAL, 2018).

As modalidades passíveis de financiamento pelo Avançar Cidades são: Abastecimento de Água; Esgotamento Sanitário; Manejo de Resíduos Sólidos; Manejo de Águas Pluviais; Redução e Controle de Perdas; Saneamento Integrado; Desenvolvimento Institucional; Preservação e Recuperação de Mananciais; Estudos e Projetos; e Plano de Saneamento Básico.

Para todas as modalidades deverá ser atendido o percentual de contrapartida mínima de 5% do Valor do Investimento do objeto a ser financiado, ou seja, o Município tem de arcar com pelo menos 5% com recursos próprios financiando no máximo 95% com o recurso Federal. Para Manejo de Águas Pluviais e Estudos e Projetos relacionados a esta modalidade deverá ser comprovada a existência de órgão ou entidade legalmente habilitada para a prestação dos serviços públicos de manejo de águas pluviais, inclusive para as ações de operação e manutenção dos respectivos sistemas (mediante a apresentação do ato legal de criação do órgão ou entidade, do regimento interno e do organograma demonstrando as atribuições e as competências ou, para o proponente que ainda não tenha o órgão constituído, Termo de Compromisso para a constituição de tal órgão até a data de contratação da operação).

- **Programa Saneamento para Todos**

O Programa Saneamento para Todos também opera com os recursos onerosos, foi criado para melhorar as condições de saúde e qualidade de vida da população urbana financiando com recursos do FGTS – Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (e uma contrapartida do Tomador do financiamento) intervenções no setor público (estados, municípios, Distrito Federal, concessionárias públicas de saneamento, consórcios públicos de direito privado e empresas públicas não dependentes) e no setor privado (concessionárias ou sub-concessionárias privadas de serviços públicos de saneamento básico, ou empresas privadas organizadas na forma de sociedade de propósito específico para o manejo de resíduos sólidos e manejo de resíduos da construção e demolição).

São Passíveis de Financiamento as Seguintes Modalidades: Abastecimento d’água; Esgotamento Sanitário e Manejo de Águas Pluviais; Manejo de Resíduos Sólidos; Saneamento Integrado; Tratamento Industrial de Águas e Efluentes Líquidos; Reúso de



Água; Preservação e Recuperação de Mananciais; Redução e Controle de Perdas; Desenvolvimento Institucional; Estudos e Projetos e Plano de Saneamento Básico

6.2. Fontes de Financiamento por Instituições Estaduais

- **Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FEHIDRO**

Em 1991, o Estado de São Paulo promulgou a Lei 7.663 que estabelece as normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SIGRH). O Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO) é a instância econômico-financeira do SIGRH. Os recursos do Fundo destinam-se a dar suporte financeiro à Política Estadual de Recursos Hídricos. O FEHIDRO conta com agentes técnicos que analisam e avaliam a viabilidade técnica e os custos dos empreendimentos e fiscalizam sua execução dentro da esfera de sua competência, ou seja, no campo de suas atribuições.

O FEHIDRO tem por objetivo financiar programas e ações na área de recursos hídricos, de modo a promover a melhoria e a proteção dos corpos d'água e de suas bacias hidrográficas, pertencentes ao Estado de São Paulo. Esses programas e ações devem vincular-se diretamente às metas estabelecidas pelo Plano de Bacia Hidrográfica e estar em consonância com o Plano Estadual de Recursos Hídricos.

Constituem fonte de recursos do FEHIDRO: recursos do Estado ou dos Municípios a ele destinados por disposição legal; transferência da União ou de Estados vizinhos, destinados à execução de planos e programas de recursos hídricos de interesse comum; compensação financeira que o Estado recebe em decorrência dos aproveitamentos hidroenergéticos em seu território; resultado da cobrança pelo uso da água; empréstimos nacionais e internacionais e recursos provenientes de ajuda e cooperação internacional e de acordos intergovernamentais; retorno de operações de crédito contratadas com órgãos públicos ou empresas públicas ou privadas; rendimentos provenientes da aplicação dos recursos; resultado da aplicação de multas cobradas dos infratores da legislação das águas; doações.

- **Parcerias Público Privadas – PPP**

A Parceria Público-Privada (PPP) é um contrato de prestação de obras ou serviços não inferiores a R\$ 20 milhões com duração mínima de 5 anos e máxima de 35 anos, firmado entre empresa privada e os governos federal, estadual ou municipal. Nas PPPs o agente privado é remunerado exclusivamente pelo governo ou em uma combinação de tarifas cobradas dos usuários dos serviços e recursos públicos. Há duas modalidades de PPPs: Concessão administrativa e Concessão patrocinada. Nos dois casos, o investidor executa e opera os projetos, que são remunerados pelo Estado.

A PPP é uma modalidade de contrato a ser desenvolvida em paralelo aos contratos de concessão já existentes, permitindo um amplo leque de atividades que incluem principalmente projetos de infraestrutura. Em sentido mais amplo, representa o trabalho conjunto dos setores público e privado, em cooperação, para oferecer infraestrutura e serviços à população alcançada pelo empreendimento.



A PPP pode ser uma alternativa para viabilizar investimentos, frente a uma escassez de recursos gerada pela necessidade de contenção de gastos públicos, em confronto com a crescente demanda pela oferta de serviços de boa qualidade, como contrapartida à pesada carga de impostos estabelecida pelo regime tributário brasileiro.

6.3. Fonte de Financiamento Municipal

O município pode ainda utilizar de verba própria para implantar as obras do Plano Diretor de Macrodrrenagem Urbana, no entanto a utilização de recursos próprios é função de sua capacidade de investimento.



7. CONSOLIDAÇÃO DAS INTERVENÇÕES PROPOSTAS

7.1. Descrição e Memorial de cálculo dos Anteprojetos

Intervenções propostas para o Córrego dos Machados

- Ampliação das Travessias

Ampliação das pontes das ruas Voluntários da Pátria, Tiradentes e Joaquim de Souza Pinto para seção retangular com base igual a 15,00m e altura mínima (vão) de 3,50m, e extensão de 10,0m.

Implantação de seção retangular (15,00m x 3,50m - mínimo) sob a ponte da rua João Leonardelli.

- Canalização de Córrego em Seção Retangular de Concreto Armado

Implantação de canal em concreto Seção 15,00m x 3,50m (mínimo) no trecho de 257,0m entre as pontes das ruas Voluntários da Pátria e Tiradentes.

Ajuste do perfil longitudinal no trecho junto da ponte da rua Tiradentes.

- Canalização de Córrego em Seção Trapezoidal Revestida com Grama

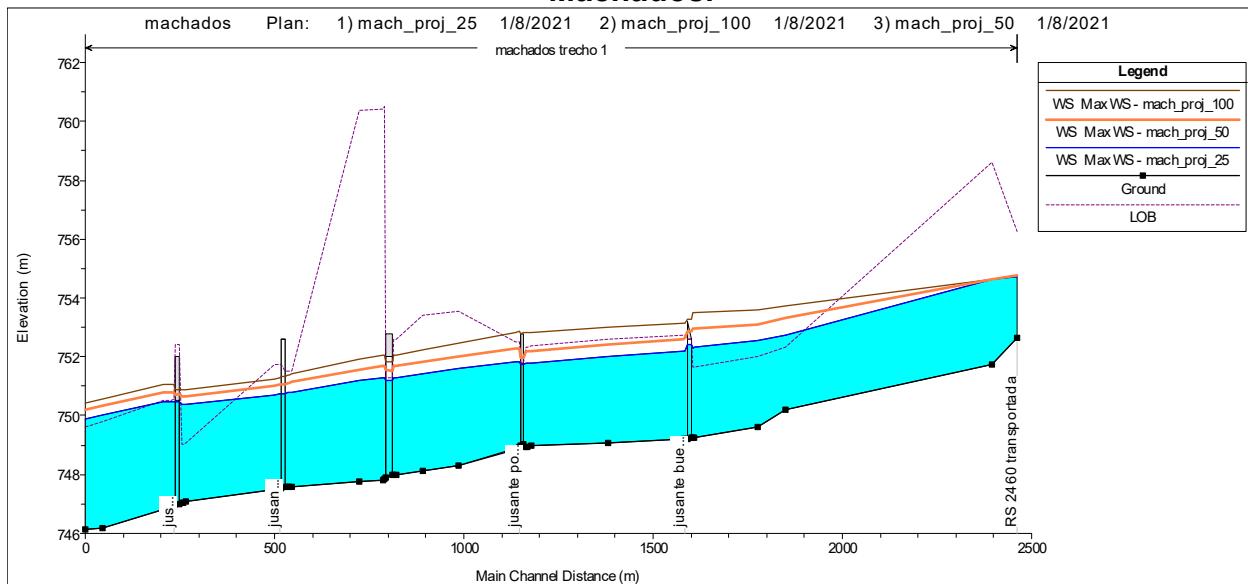
Implantação de canal com seção trapezoidal com base igual a 12,00m e altura variável (3,50m mínimo):

- ✓ 339,0m entre as pontes das ruas Tiradentes e Joaquim de Souza Pinto
- ✓ 265,0m entre as pontes das ruas Joaquim de Souza Pinto e João Leonardelli
- ✓ 270,0m entre as pontes da rua João Leonardelli e Av. Rebouças

- Melhorias junto a ponte da Av. Rebouças

Implantação de muros-ala em concreto armado - seção variável conforme a transição entre o canal e a seção sob a ponte e revestimento de fundo do canal no trecho, e 12,0m de extensão.

Figura 7-1: Perfil longitudinal com intervenções propostas - Córrego dos Machados.



O conjunto de obras garantirão proteção integral para cheias de até TR 25 anos. Para cheias com TR da ordem de 50 anos a ponte da rua Tiradentes terá nível d’água incidindo sobre a superestrutura, porém, sem galgamento.

Garante-se o pleno escoamento para cheias maiores de até TR = 100 anos, para os trechos mais a jusante. As pontes das ruas Voluntários da Pátria e Tiradentes podem sofrer galgamento durante cheias desse porte.

- Bacia de Detenção de Montante – Reservatório Machados – R-1

A área mínima da bacia de detenção R-1 proposta deverá ser de 11.000 m² e volume de acumulação aproximado de 35.000 m³ (para altura da ordem de 5,00m). Sua configuração será do tipo “off-line”, ou seja, o reservatório deverá dispor de estação de bombeamento de águas pluviais.

Objetivo: Área de compensação de drenagem tendo em vista a tendência de adensamento da urbanização no trecho de montante da bacia. Deverá atuar no abatimento do pico de vazões mantendo-se igual as condições de escoamento a jusante.

Planejada para médio - longo prazo, como forma de não comprometer as ações estruturais a serem implementadas nos trechos de jusante.

Figura 7-2: Reservatório Machados – R-1.

- Reservatórios Adicionais

Incremento de proteção para o trecho entre as pontes das ruas Voluntários da Pátria e Tiradentes para cheias com TR superiores a 50 anos.

Reservatório Machados - R-2 e R-3:

- Reservatórios com áreas da ordem de 11.000 m² e 2.600 m² (ambos com altura da ordem de 5,00m), com volumes estimados de 35.000 m³ e 8.000 m³.

Figura 7-3: Reservatório Machados - R-2 e R-3.

Intervenções propostas para o Córrego dos Nogueiras

- Verificação e Regularização do Trecho a Jusante da Rua José Ângelo Calafiore

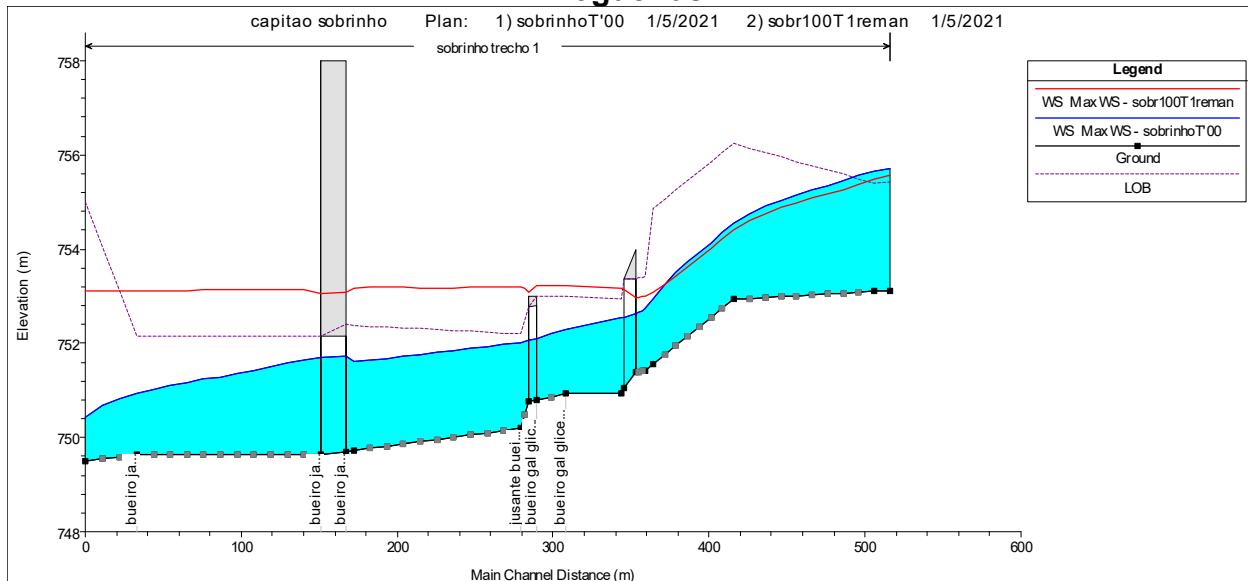
Para o trecho de canal - seção retangular em concreto, com traçado existente após a rua José A. Calafiore até a saída da galeria na rua 13 de maio, deverão ser realizadas:

- Campanha de inspeção de dimensões e situação estrutural, principalmente, nos trechos confinados e/ou cobertos por edificações.
- Contratação de televisionamento do trecho de cerca de 51,00m onde a galeria encontra-se sob edificações, para confirmação de seção transversal e situação estrutural.
- Ações corretivas a serem propostas e empreendidas após a campanha de televisionamento.
- Correções e ajustes de traçado no trecho de cerca de 32,00 m a jusante da rua José A. Calafiore até o início da galeria (sob edificações).
- Reconstrução de cerca de 15,00m de canal, seção retangular em concreto, para melhoria de traçado com amenização de curvatura (atualmente com cerca de 90°).

- Ampliação do Bueiro-Galeria sob a Rua José Angelo Calafiore

Substituição da tubulação existente (Φ 1,00m) para galeria retangular fechada com largura de 5,00m e altura de 2,00m.

Figura 7-4: Perfil longitudinal com intervenções propostas – Córrego dos Nogueiras.



A ampliação do bueiro-galeria elimina a propagação de níveis elevados para montante, garantindo o escoamento sem extravasamentos nos trechos de montante (entre as ruas General Glicério e Jacira L. Ribessi).

Sem a ampliação a linha de inundação é propagada para montante chegando até a ponte da rua General Glicério.

- Regularização do Talvegue Natural a Montante da Rua General Glicério

Implantação de canal com seção trapezoidal revestido com grama, mantendo largura da base mínima igual a 3,00m e altura mínima de 2,50m, e 100m de extensão.

Intervenções propostas para o Córrego da rua Nagib Jorge

Não são propostas intervenções para o trecho a montante da rua Florêncio Espíridião.

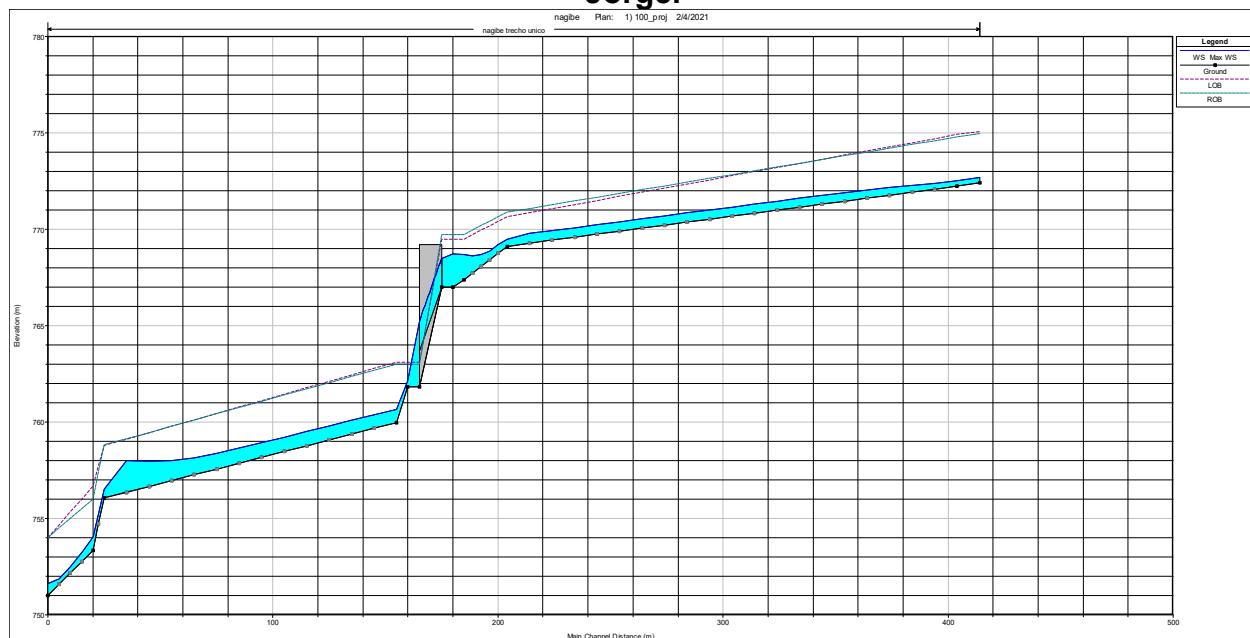
- Ampliação do Bueiro sob a Rua Florêncio Esperidião

Implantação de bueiro retangular em concreto armado (BSCC) com dimensões iguais a 2,00m x 1,50m e declividade (máxima) igual a 1,0%. Extensão de 25m.

- Regularização do Canal Existente entre as ruas Florêncio Esperidião e XV de Agosto

Implantação de dissipador em degraus, ajustados a um canal retangular em gabião tipo caixa com largura variando de 3,00m, logo a jusante do bueiro, até 5,00m no final do trecho, e altura de 2,50m. O canal em gabião terá extensão da ordem de 80,00m para permitir a implantação de degraus (altura máxima igual a 0,50m) com fator 1:4 (V:H).

Figura 7-5: Perfil longitudinal com intervenções propostas - Córrego da rua Nagib Jorge.



Intervenções propostas para o Córrego da av. José Maria de Faria

- Regularização do canal a montante e jusante do bueiro da rua XV de Agosto, com eliminação de interferências e desassoreamento.

Canalização em com seção trapezoidal revestido com grama, no trecho de 237,00m a montante da rua XV de Agosto. Seção trapezoidal com largura de base igual a 3,50m e altura mínima de 2,50m.

- Ampliação do Bueiro sob a Rua XV de Agosto

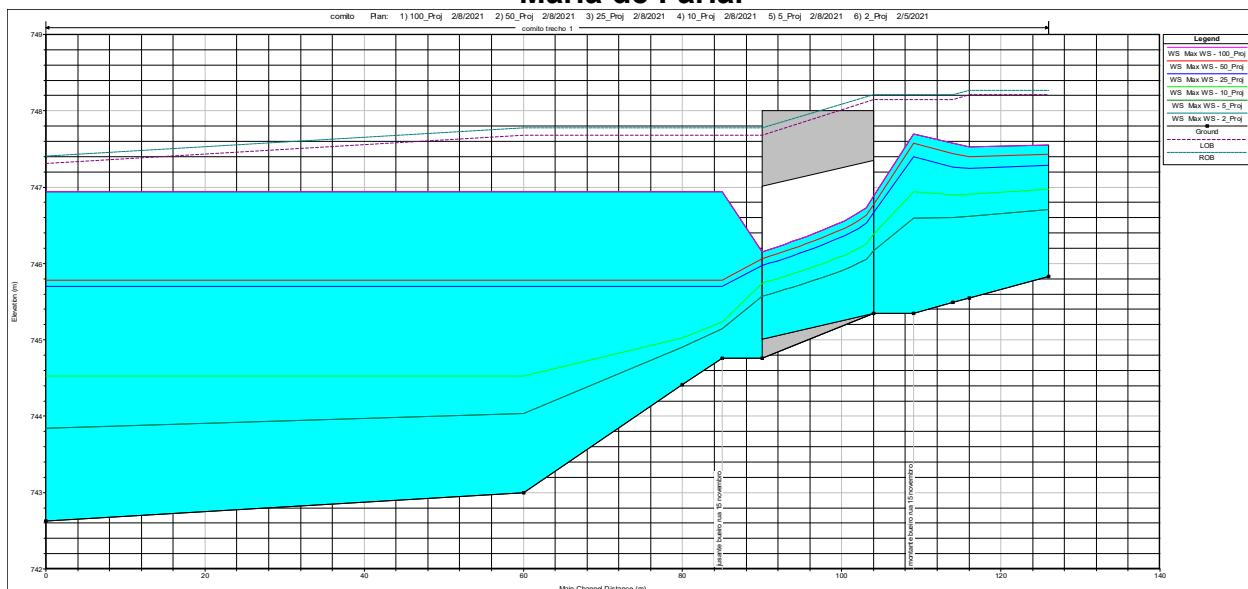
Implantação de bueiro retangular em concreto armado (BSCC) com dimensões iguais a 3,00m x 2,00m e declividade (máxima) igual a 1,0%.

Implantação de muros-ala em concreto no emboque e desemboque do bueiro e muro de testa (altura maior que 0,50m) na seção de emboque.

- Canal de Desemboque no Rio do Peixe

Regularização e limpeza do leito do canal existente a jusante da rua XV de Agosto. Extensão aproximada de 32,00m, com seção trapezoidal revestida com grama e base de 3,0m e altura de 2,50m.

Figura 7-6: Perfil longitudinal com intervenções propostas – Córrego da av. José Maria de Faria.



Intervenções propostas para o Córrego da rua Andrelino Souza Pinto (jusante)

➤ Avaliação

O sistema atual tem capacidade para escoar cheias de até TR 50 anos, com algumas ocorrências:

- Os trechos a montante dos bueiros da Rodovia Pompeu Conti e Rua Andrelino de Souza Pinto estão sujeitos a ocorrências de níveis d'água elevados, porém sem que o leito das vias seja atingido. No entanto, os níveis d'água ficam muito próximos das cotas das vias.
- A velocidade do escoamento é muito alta no trecho situado entre os dois bueiros.

- Ampliação do Bueiro da Rodovia Pompeu Conti

Para o atendimento a cheias de superiores a TR 50 e até TR 100 anos o sistema existente requer a ampliação dos bueiros da Rodovia.

Nesse intervalo de vazões máximas o nível d'água ultrapassa a cota do leito da Rodovia, requerendo uma ampliação mínima com a duplicação da seção existente. O bueiro existente tem seção retangular fechada com dimensões iguais a 2,70m x 2,70m. Propõe-se a duplicação deste bueiro, mantendo-se as dimensões atuais.

A ampliação mínima mantém controlada as sobrelevações a montante do bueiro da Rodovia, porém, sem que o leito da via seja atingido e, ainda, com um algum alívio das vazões para jusante.

Cabe ressaltar que essa ampliação sempre obriga a ampliação do bueiro de jusante, já que o amortecimento decorrente da sobrelevação de nível d'água, na configuração atual, alivia as vazões a jusante, garantindo um funcionamento pleno para o bueiro da rua Andrelino S. Pinto.

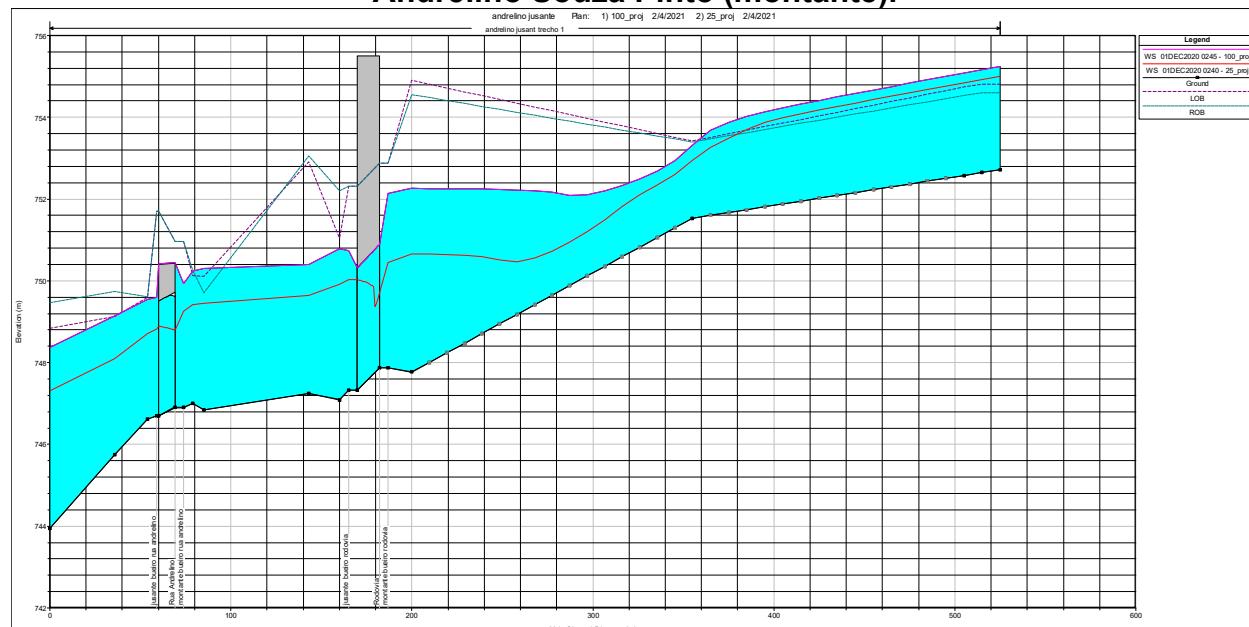
- Ampliação do Bueiro da Rua Andrelino Souza Pinto

Havendo ampliação na capacidade do bueiro de montante haverá necessidade de ampliação do bueiro da rua Andrelino Souza Pinto.

Esse bueiro tem capacidade para o escoamento de cheias com TR de até 50 anos, na hipótese de não ampliação do bueiro de montante (Rodovia).

Para suportar vazões com TR de até 100 anos, ou em caso de qualquer aumento na capacidade de vazão do bueiro de montante, este requer ampliação para uma seção de escoamento útil igual a 7,50mx 2,50m, com 20,0m de extensão e muro ala.

Figura 7-7: Perfil longitudinal com intervenções propostas – Córrego da rua Andrelino Souza Pinto (montante).



Intervenções propostas para o Córrego da rua Andrelino Souza Pinto (montante)

- Ampliação do Bueiro da Rua Vicente D'Ana e Canal de Montante

Implantação de uma galeria adicional, dimensões iguais a 2,0m x 2,0m e extensão de 80,0m com alas, com traçado paralelo a galeria existente e perfil longitudinal ajustado à geometria do canal de montante e jusante.

Regularização de traçado e seção do canal existente a montante do emboque do bueiro e a saída do bueiro da rua Valentim Cesar Tafner. O Canal Projetado deverá ter seção trapezoidal com taludes revestidos com grama e largura da base igual a 5,00m e altura mínima de 2,50m, com declividade longitudinal ajustada ao perfil existente e 220,0m de extensão.

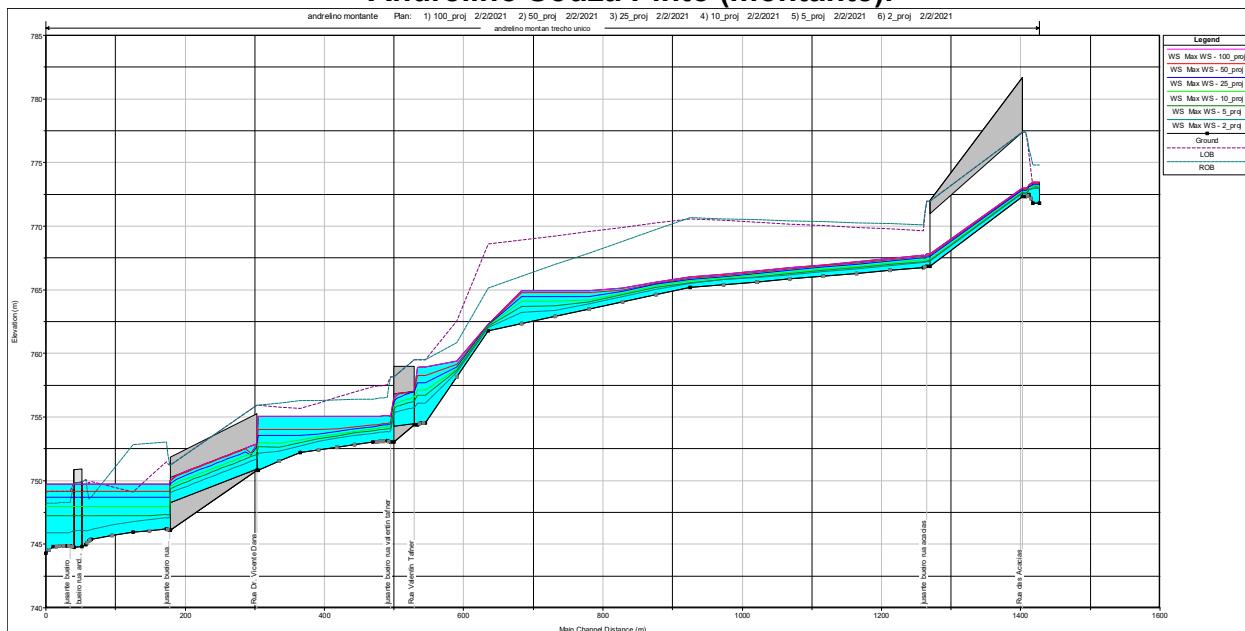
- Ampliação do Bueiro da Rua Valentim Cesar Tafner

Substituição de uma das linhas de tubos existentes - diâmetro 1,00m, por uma galeria retangular, 2,50m x 2,50m, com traçado e perfil longitudinal ajustado ao da tubulação substituída – 40,0m de extensão.

- Canalização a Montante do Bueiro da Rua Andrelino de Souza Pinto

Implantação de Muro Ala em concreto armado, em uma extensão mínima de 15,00m, no emboque do bueiro visando melhor acomodação do fluxo hídrico durante as cheias. O traçado das alas deve propiciar uma transição mais equilibrada entre o alinhamento da travessia existente e o canal de montante.

Figura 7-8: Perfil longitudinal com intervenções propostas – Córrego da rua Andrelino Souza Pinto (montante).



Intervenções propostas para o Córrego Estrada da Pompéia

➤ Avaliação

Não são detectáveis insuficiências hidráulicas no trecho de montante - desde a seção inicial até a ponte da Estrada Municipal da Pompéia, inclusive, para cheias com TR até 100 anos.

Registre-se, somente, a existência de um desnível acentuada entre a seção de saída da ponte e o canal natural a jusante (desnível de quase 1,00m).

No trecho entre as pontes da Estrada Municipal da Pompéia e a ponte s/n (próximo a Recreat), o canal natural existente suporta vazões com TR até 100 anos, porém, escoando com altas alturas da lâmina d'água (sem problemas na situação atual dada a inexistência de edificações / infraestrutura no entorno).

Já a ponte da rua s/n têm sua capacidade extrapolada a partir de vazões com TR 50 anos.

No trecho entre a ponte da rua s/n e rua João Ramalho o canal existente (inclusive o trecho final canalizado em seção retangular com largura igual a 5,00m e confinado entre muros de edificações) têm capacidade para escoar vazões de TR 100 anos, porém, com lâminas líquidas da ordem de ou superiores a 3,00 m considerando cheias a partir de TR 50 anos.

Para a ponte da rua João Ramalho, as altas lâminas d'água no trecho logo a montante, diminuem sua capacidade, havendo galgamentos do leito da ponte para a cheia de TR 100 anos. Nesse caso, a pequena retenção e amortecimento para as cheias mais



extremas que ocorre na ponte de montante, permite que as vazões de TR 50 anos sejam plenamente escoadas (seções das pontes aproximadamente semelhantes).

Todo o trecho a jusante da rua João Ramalho tem capacidade para o escoamento das cheias com TR até 100 anos. Vale observar que a lâmina d'água no trecho de canal é igual ou superior a 3,00m e que a seção hidráulica sob a ponte da Av. XV de Agosto é menor que as de montante (largura igual a 4,00m). A não detecção de ocorrências negativas nessa localidade deve-se a alta declividade do trecho repercutindo em velocidades de escoamento superiores a 4,0 m/s no emboque da ponte.

- Propostas
- Implantação de degraus de dissipação na saída da ponte da Estrada Municipal da Pompéia.

Para ajustar o desnível existente propõem-se a implantação de degraus em gabião tipo saco, em uma extensão de 10,00m (2 degraus de 0,35m cada) junto ao leito do canal existente.

- Canalização em seção trapezoidal revestida com grama.

Canalização do trecho de 257,00m entre as pontes da Estrada Municipal da Pompéia e da rua s/n. O canal terá largura da base igual a 5,00m e taludes laterais com inclinação 1,0V:1,5H e altura mínima igual a 3,00m e declividade igual a 0,0025 m/m.

- Ampliação da ponte da rua s/n

Substituição da ponte existente para L=15,0m e C=8,0m, com altura igual a 3,50m.

Implantação de seção retangular sob a ponte com dimensões mínimas iguais a 5,50mx3,00m e 10,0m de extensão. A seção pode ser construída com paredes laterais em gabião tipo caixa e fundo revestido com gabião tipo saco. As laterais recebem camada de argamassa de cimento e areia em toda a extensão.

Implantação de muros-ala em concreto (extensão igual a 5,00m) na entrada e saída da ponte.

- Canalização em seção retangular entre as pontes das ruas s/n e João Ramalho.

Canalização em gabião tipo caixa, sem revestimento de fundo, ao longo de 18,0m, com largura igual a 5,50m e altura mínima igual a 3,00m.

- Ampliação da ponte da rua João Ramalho.

Substituição da ponte existente para L=15,0m e C=7,0m, com altura igual a 3,50m.

Implantação de seção retangular sob a ponte com dimensões mínimas iguais a 5,50mx3,00m. A seção pode ser construída com paredes laterais em gabião tipo caixa e fundo revestido com gabião tipo saco. As laterais recebem camada de argamassa de cimento e areia em toda a extensão.

Implantação de muros-ala em concreto (extensão igual a 5,00m) na entrada e saída da ponte.

- Canalização em seção retangular entre as pontes da rua João Ramalho e Av. XV de Agosto

Canalização em gabião tipo caixa, sem revestimento de fundo, ao longo de 270,00, com largura igual a 5,50m e altura igual a 3,00m. Paredes laterais revestidas com argamassa de cimento e areia.

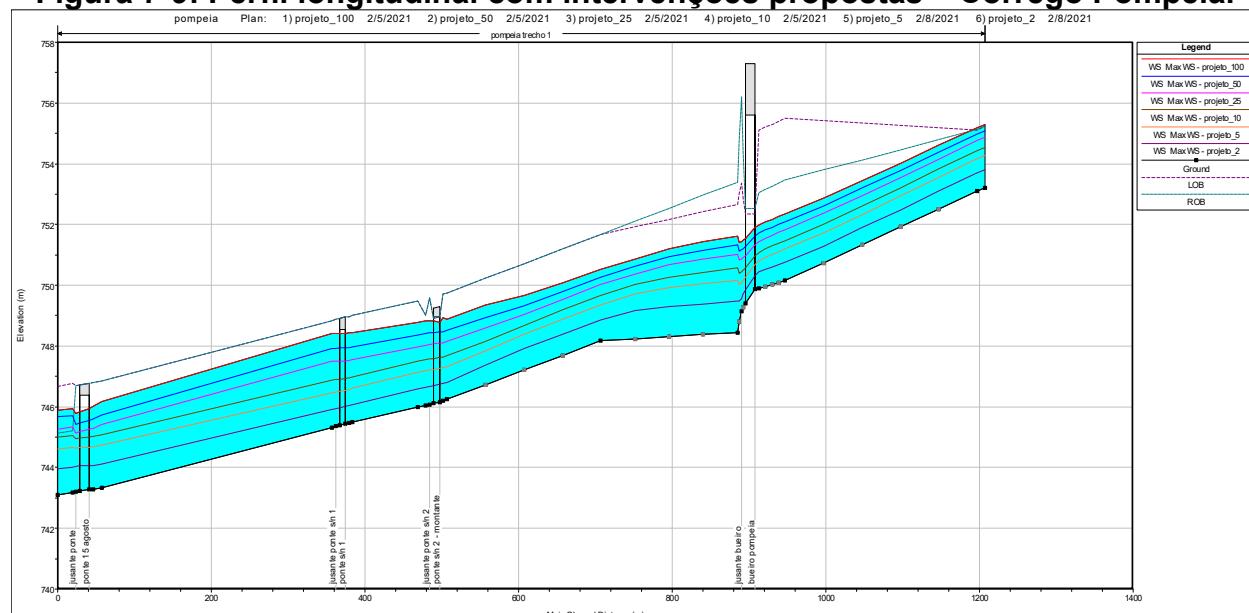
- Ampliação da ponte da Av. XV de Agosto

Substituição da ponte existente para L=15,0m e C=12,0m, com altura igual a 3,50m.

Implantação de seção retangular sob a ponte com dimensões mínimas iguais a 5,50mx3,00m e 12,0m de extensão. A seção pode ser construída com paredes laterais em gabião tipo caixa e fundo revestido com gabião tipo saco. As laterais recebem camada de argamassa de cimento e areia em toda a extensão.

Implantação de muros-ala em concreto (extensão igual a 5,00m) na entrada e saída da ponte.

Figura 7-9: Perfil longitudinal com intervenções propostas – Córrego Pompéia.



Os desenhos 1982-DES-ANTE-001, 1982-DES-ANTE-002, 1982-DES-ANTE-003 e 1982-DES-ANTE-004 apresentam os anteprojetos das intervenções propostas para o município de Socorro.

7.2. Quantitativos e Orçamento

A **Tabela 7.1** sintetiza os quantitativos e custos das intervenções propostas, o detalhamento desses valores estão apresentados no **Anexo II**.

Tabela 7.1 – Resumos dos Quantitativos e Custos

Item	Discriminação		Unid.	Preço (R\$) IO = Jul/2020
MACHADOS				
2.1	Rua Voluntários da Pátria	Ampliação da ponte existente e canal retangular em concreto com dimensões iguais a 15,0m x 3,5m.	m	10 1,427,426.75
2.2	Trecho de canal entre as pontes das ruas Voluntários da Pátria e Tiradentes - Alternativa A	Canalização em concreto armado, seção retangular de 15,00m x 3,50m	m	257 5,915,518.15
2.3	Rua Tiradentes	Ampliação da ponte existente para L = 15,00m - H= 3,50m	m	10 1,454,677.48
2.4	Canal Existente	Canalização em seção trapezoidal revestida com grama com base igual a 12,00m e altura mínima de 3,50m.	m	339 1,118,160.65
2.5	Rua Joaquim de Souza Pinto	Ampliação da ponte existente para L = 15,00m - H= 3,50m	m	15 1,614,704.51
2.6	Canal Existente	Canalização em seção trapezoidal revestida com grama com base igual a 12,00m e altura mínima de 3,50m.	m	265 877,350.19
2.7	Rua João Leonardelli	Ampliação da ponte existente para L = 15,00m - H= 3,50m	m	12 1,278,701.69
2.8	Canal Existente	Canalização em seção trapezoidal revestida com grama em uma extensão de 270,0m com base igual a 12,00m e altura mínima de 3,50m.	m	270 893,621.16
2.9	Av. Rebouças	Implantação de muro ala em concreto armado no emboque com revestimento de fundo no trecho de 22,0m.	m	12 470,000.00
2.10	Reservatório R-1	Bacia de Detenção às margens da Estrada Municipal dos Nogueiras (sem desapropriação)	m3	35000 3,885,000.00
2.11	Reservatório R-2	Bacia de Detenção às margens da Estrada Municipal dos Nogueiras (sem desapropriação)	m3	35000 3,885,000.00
2.12	Reservatório R-3	Bacia de Detenção a montante da rua Piauí (sem desapropriação)	m3	8000 888,000.00

Item	Discriminação	Unid.	Preço (R\$) I0 = Jul/2020
	Total		23,708,160.57

NOGUEIRAS						
3.1	60m a montante da rua 13 de Maio	Inspeção e televisionamento para diagnóstico estrutural do canal confinado sob edificações	m	51	5,000.00	
3.2	15m após a galeria da rua José A. Calafiore	Correção de traçado para suavização de curva (atualmente em 90o) - Seção retangular em concreto armado: 4,00m x 2,00m	m	32	229,244.10	
3.3	Galeria da rua José Angelo Calafiore	Ampliação da galeria em seção retangular de concreto armado com seção igual a 5.00 x,2,00m	m	53	1,087,643.04	
3.4	Talvegue a montante da rua General Glicério	Canalização em seção trapezoidal revestida com grama com base igual a 3,00m e altura mínima de 2,50m.	m	100	163,712.26	
Total						1,485,599.40

NAGIBE JORGE						
4.1	Bueiro da rua XV Coronel Florencio Esperidião	Ampliação do bueiro existente para seção retangular em concreto armado (BSCC) com dimensões iguais a 2,00m x 1,50m e declividade (máxima) igual a 1,0%.	m	25	524,196.42	
4.2	Talvegue entre ruas F. Espiridião e XV de Agosto	Canalização com seção retangular em gabião caixa, fundo revestido com gabião saco, em uma extensão de 80,00m. Seção variável 3,00m x 2,50m a 5,00m x 2,50m.	m	120	3,745,289.66	
4.3	Jusante da Av. XV de Agosto	Inspeção e televisionamento para diagnóstico estrutural do canal confinado sob edificações	m	100	10,000.00	
	Total					4,279,486.08

JOSÉ MARIA						
-------------------	--	--	--	--	--	--

Item	Discriminação			Unid.	Preço (R\$) I0 = Jul/2020
5.1	Talvegue a montante da rua XV de Agosto	Canalização em seção trapezoidal revestida com grama com base igual a 3,50m e altura mínima de 2,50m.	m	237	437,431.28
5.2	Bueiro da rua XV de Agosto	Ampliação do bueiro existente para seção retangular em concreto armado (BSCC) com dimensões iguais a 3,00m x 2,00m e declividade (máxima) igual a 1,0%.	m	65	1,182,745.16
5.3	Trecho de desemboque do rio do Peixe	Canalização em seção trapezoidal revestida com grama com base igual a 3,0m e altura mínima de 2,50m.	m	32	60,331.76
Total					1,680,508.20

ANDRELINO - JUSANTE

6.1	Bueiro da Rodovia Pompeu Conti	Duplicação do bueiro existente para 2x(2,70m x 2,70m).	m	22	635,139.87
6.2	Bueiro da rua Andrelino Souza Pinto	Ampliação da ponte existente para 7,50 m de lagura. Fundo revestido em concreto armado com seção retangular de 7,50m x 2,50 com 20,00 m incluindo ala.	m	20	1,249,419.96
Total					1,884,559.82

ANDRELINO - MONTANTE

7.1	Bueiro da rua Vicente D'Ana	Implantação e galeria adicional com seção retangular de 2,00m x 2,00 e extensão de 80,00m (incluso alas)	m	80	1,138,788.37
7.2	Talvegue a montante da rua Vicente D'Ana	Canalização em seção trapezoidal revestida com grama com base igual a 5,00m e altura mínima de 2,50m.	m	220	468,513.23
7.3	Bueiro da ruaz Valentin Cesar Tafner	Implantação e galeria adicional com seção retangular de 2,50m x 2,50	m	40	766,349.23
7.4	Talvegue a montante da rua Andrelino S. Pinto	Implantação de muro ala em concreto armado (L=15,00m) no emboque com revestimento de fundo	m	15	11,500.00

Item	Discriminação	Unid.	Preço (R\$) I0 = Jul/2020
	Total		2,385,150.83

POMPÉIA						
8.1	Saída da ponte da Estrada da Pompéia	Implantação de degraus de dissipação em gabião, em uma extensão de 6,00m	m	10	24,500.00	
8.2	Trecho entre pontes Estrada da Pompéia e rua s/n	Canalização em seção trapezoidal revestida com grama em uma extensão de 383,00m, com base igual a 5,00m e altura igual a 3,00m.	m	433	735,104.42	
8.3	Ponte da rua s/n - Alternativa A	Substituição da ponte existente para L=15,00m e C=8,00m. Altura igual a 3,50m. Canal sob a ponte com seção retangular (5,50m x 3,00m) em concreto armado	m	8	703,941.52	
8.4	Trecho entre as pontes das ruas s/n e João Ramalho - Alternativa B	Canalização em seção retangular revestida com concreto armado (5,50m x 3,00m) em uma extensão igual a 100,00m	m	126	1,593,641.13	
8.5	Ponte da rua João Ramalho - Alternativa A	Substituição da ponte existente para L=15,00m e C=7,00m. Altura igual a 3,50m. Canal sob a ponte com seção retangular (5,50m x 3,00m) em concreto armado	m	7	649,562.31	
8.6	Trecho entre as pontes da rua João Ramalho e Av. XV de Agosto - Alternativa B	Canalização em seção retangular revestida com concreto armado (5,50m x 3,00m) em uma extensão igual a 316,00m	m	353	3,745,153.61	
8.7	Ponte da Av. XV de Agosto - Alternativa A	Substituição da ponte existente para L=15,00m e C=12,00m. Altura igual a 3,50m. Canal sob a ponte com seção retangular (5,50m x 3,00m) em concreto armado	m	12	1,075,805.81	
	Total				8,527,708.79	

Total Geral	43,951,173.70
--------------------	----------------------

7.3. Plano de Ação das Intervenções Propostas

Conforme os levantamentos realizados no município, a drenagem urbana e o manejo de águas pluviais apresentam pontos de fragilidade. As ações aqui apresentadas foram propostas a fim de promover uma melhoria contínua dessa estrutura, através de medidas de curto, médio e longo prazo.

Tabela 7.2 – Plano de Ação das Intervenções Propostas

Prazo	Item	Preço (R\$) I0 = Jul/2020	Responsável	Possíveis fontes de recursos
Curto (2021/2026)	2.2	5,915,518.15	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	2.4	1,118,160.65	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	2.6	877,350.19	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	2.8	893,621.16	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	2.9	470,000.00	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	3.1	5,000.00	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	3.2	229,244.10	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	3.3	1,087,643.04	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	3.4	163,712.26	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	4.1	524,196.42	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	4.2	3,745,289.66	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	4.3	10,000.00	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	5.1	437,431.28	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	5.2	1,182,745.16	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	5.3	60,331.76	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal

Prazo	Item	Preço (R\$) I0 = Jul/2020	Responsável	Possíveis fontes de recursos
Médio (2026/2031)	2.1	1,427,426.75	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	2.3	1,454,677.48	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	2.5	1,614,704.51	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	2.7	1,278,701.69	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	7.1	1,138,788.37	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	7.2	468,513.23	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	7.3	766,349.23	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	7.4	11,500.00	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
Longo (2031/2046)	2.10	3,885,000.00	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	2.11	3,885,000.00	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	2.12	888,000.00	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	6.1	635,139.87	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	6.2	1,249,419.96	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	8.1	24,500.00	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	8.2	735,104.42	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	8.3	703,941.52	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	8.4	1,593,641.13	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	8.5	649,562.31	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	8.6	3,745,153.61	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
	8.7	1,075,805.81	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal
Investimento		R\$ 43,951,173.70	Prefeitura M. de Socorro	Governo Estadual / Federal

**Tabela 7.3 – Resumo dos Custos por Prazos**

Prazo	Preço (R\$) I0 = Jul/2020
Curto (2021-2026)	16,720,243.83
Médio (2026-2031)	8,160,661.26
Longo (2031-2046)	19,070,268.62
Investimento Total	43,951,173.70



REFERÊNCIAS

¹DUBEUX, C. B. S. A valoração econômica como instrumento de gestão ambiental - o caso da despoluição da baía de Guanabara - Tese de Mestrado em Planejamento Energético - COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, março de 1998

GANDRA, Alana. Custo de congestionamentos no Rio e em São Paulo atinge R\$ 98 bilhões. Agência Brasil, 28/07/2014, Rio de Janeiro disponível em <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2014-07/custo-de-congestionamentos-no-rio-e-sao-paulo-atinge-r-98-bilhoes>

FUNDAÇÃO SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DE RIOS E LAGOAS – SERLA. Governo do Estado do Rio de Janeiro. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Projetos Especiais. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul - Projeto BRA/96/017 - Estudos Econômicos para Hierarquização das Intervenções Estruturais - Sub-Regiões A, B e C.** MPO/SEPURB/PQA-ABC-PNUD-UFRJ/COPPE. Financiamento:BIRD Novembro de 1998 e Rev.1 Janeiro/1999. **Relatório PS-RE-068-R1**

¹FUNDAÇÃO SUPERINTENDÊNCIA ESTADUAL DE RIOS E LAGOAS – SERLA. Governo do Estado do Rio de Janeiro. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Projetos Especiais. **Plano diretor de recursos hídricos da bacia do Rio Iguaçu ênfase: controle de inundações meta iv: hierarquização das intervenções Relatório de metodologia.** Convênio SERLA - COPPE/UFRJ - Financiamento CEF/BIRD 2975-BR - Projeto PNUD BRA/93/022,.maio de 1995. **Relatório IG-RE-014-R0**

Infinity Asset / MoneYou. Ranking Mundial de Juros Reais – Dez/20. Disponível em: <http://infinityasset.com.br> ou <http://www.moneyou.com.br>, pesquisado em 02 de fevereiro de 2021

SANTOS, E. dos. Impactos econômicos de desastres naturais em megacidades: o caso dos alagamentos em São Paulo. FEA/USP, tese de mestrado. São Paulo, 2013.

VAZ, V. B. Avaliação do custo do risco de inundações urbanas estudo de caso dos danos de inundaçāo em Porto Alegre. UFRGS/PROPUR Porto Alegre, 2015

Banco de dados:

IBGE Cidades@, disponível em> <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/socorro.html>, pesquisado em 02 de fevereiro de 2021.

IBGE SIDRA, disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/>

Prefeitura Municipal de Socorro, disponível em <http://sis.socorro.sp.gov.br:3000/?cod=109>, pesquisado em 02 de fevereiro de 2021

RAIS – Ministério do Trabalho e Emprego, disponível em <http://acesso.mte.gov.br/portal-mte/rais/#2>

SEADE – Portal de Estatística do Estado de São Paulo – IMP: Informação dos Municípios Paulista, disponível em: <https://www.seade.gov.br/produtos2/pib-municipal/>, pesquisado em 02 de fevereiro de 2021.



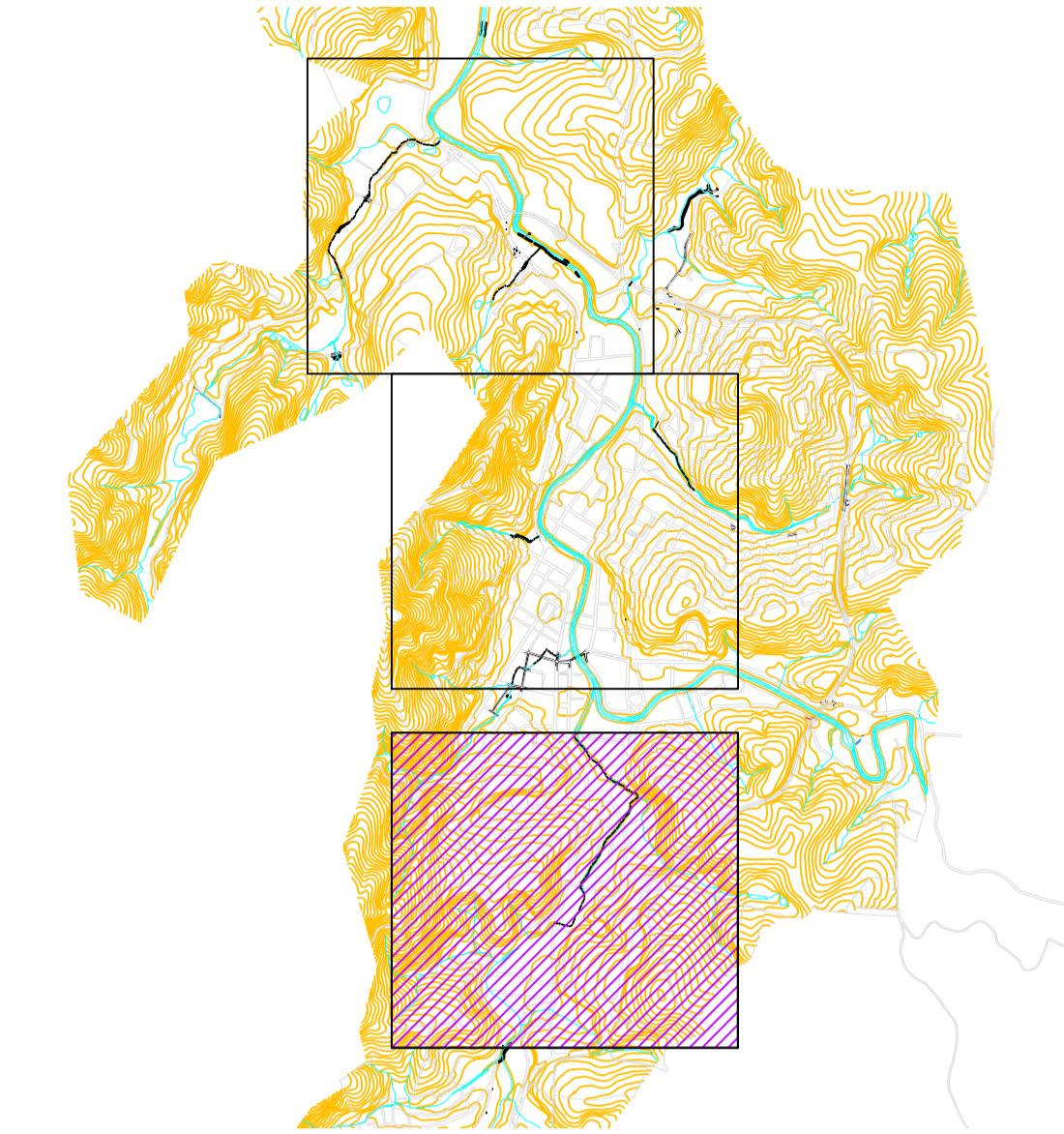
ANEXOS



ANEXO I – Desenhos – Anteprojetos



PLANTA DE SITUAÇÃO:



LEGENDA:

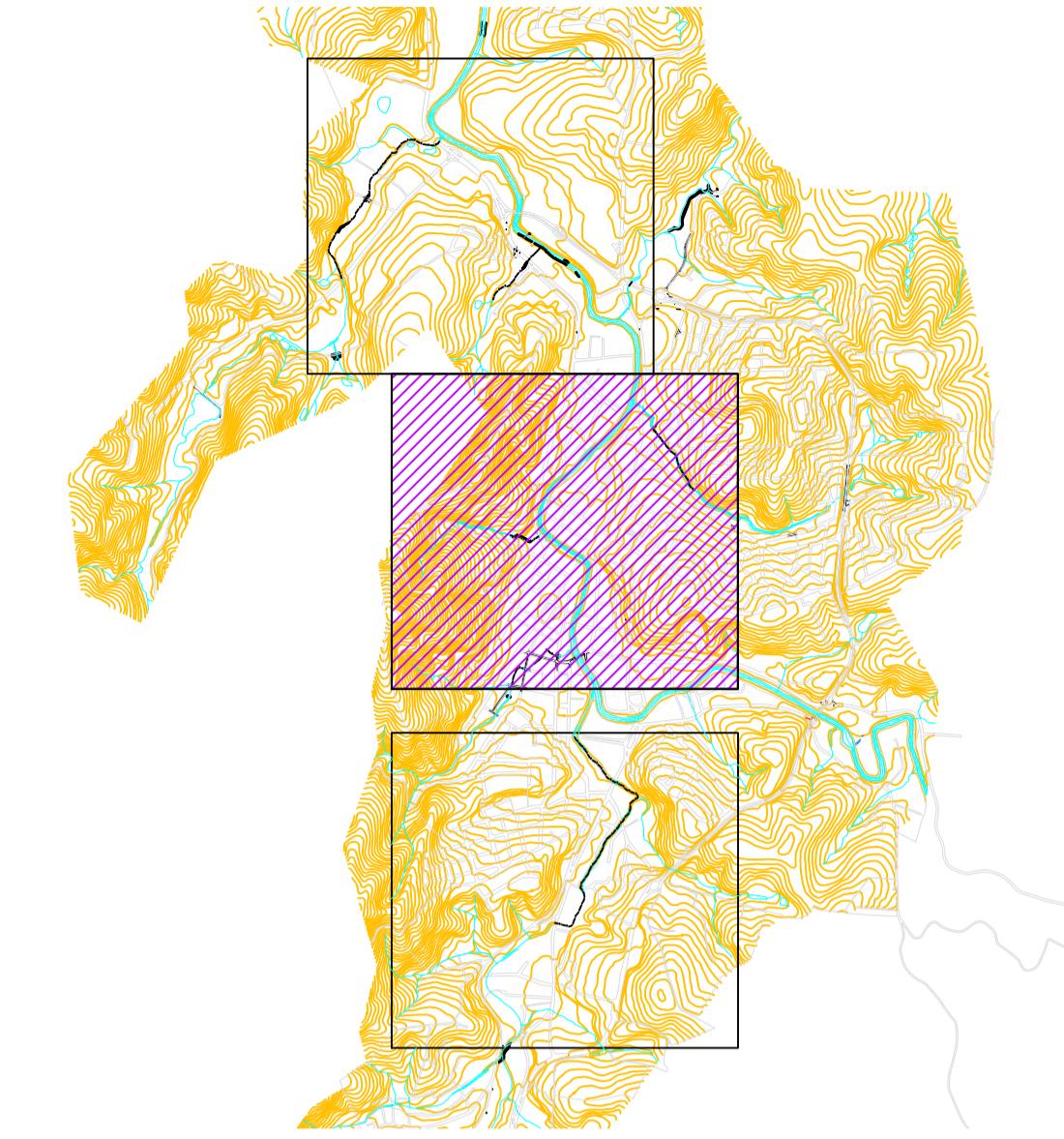
FURO DE SONDEAMENTO A PERCUSSÃO
SP-00

NOTAS:

Item	Curso d'Água / Local	Intervenção
2.1	Rua Voluntários da Pátria	Ampliação da ponte existente com extensão igual a 10,00m e canal retangular em concreto com dimensões iguais a 15,00m x 3,50m
2.2	Trecho de canal entre as pontes das ruas Voluntários da Pátria e Tiradentes - Alternativa A	Canalização em seção retangular revestida com gabião tipo caixa (19,00m x 3,50m) em uma extensão de 257,00m
2.3	Rua Tiradentes	Canalização em seção retangular revestida com gabião tipo caixa (19,00m x 3,50m) em uma extensão de 339,00m com base igual a 12,00m e altura mínima de 3,50m.
2.4	Canal Existente	Canalização em seção trapezoidal revestida com grama em uma extensão de 265,00m com base igual a 12,00m e altura mínima de 3,50m.
2.5	Rua Joaquim de Souza Rinto	Ampliação da ponte existente para L = 15,00m - H= 3,50m
2.6	Canal Existente	Canalização em seção trapezoidal revestida com grama em uma extensão de 270,00m com base igual a 12,00m e altura mínima de 3,50m.
2.7	Rua João Leonardi	Ampliação da ponte existente para L = 15,00m - H= 3,50m
2.8	Canal Existente	Canalização em seção trapezoidal revestida com grama em uma extensão de 270,00m com base igual a 12,00m e altura mínima de 3,50m.
2.9	Av. Rebouças	Implantação de muro ala em concreto armado (L=12,00m) no enboque com revestimento de fundo no trecho de 22,00m
2.10	Reservatório R-1	Bacia de Detenção - Volume igual a 35.000 m ³ às margens da Estrada Municipal dos Nogueiras (sem desapropriação)
2.11	Reservatório R-2	Bacia de Detenção - Volume igual a 35.000 m ³ às margens da Estrada Municipal dos Nogueiras (sem desapropriação)
2.12	Reservatório R-3	Bacia de Detenção - Volume igual a 8.000 m ³ a montante da rua Pau (sem desapropriação)



PLANTA DE SITUAÇÃO:



LEGENDA:

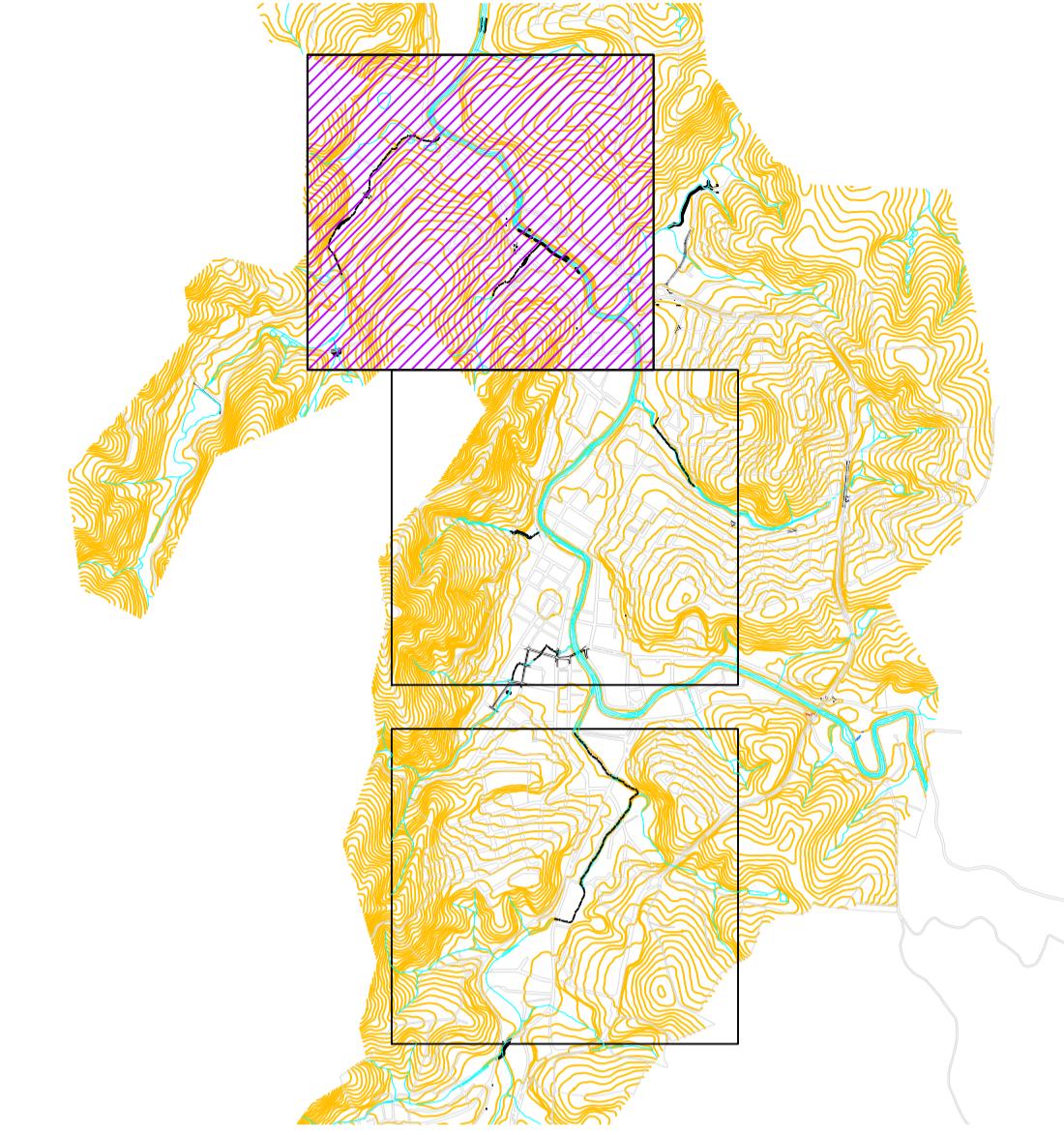
FURO DE SONDAGEM A PERCUSSÃO
SP-00

NOTAS:

Item	Curso d'Água / Local	Intervenção
3.1	60m a montante da rua 13 de Maio	Inspeção e televisão para diagnóstico estrutural do canal confinado sob edificação, L = 51,00m
3.2	15m após a galeria da rua José A. Calafore	Correção de traçado e pavimentação de curva existente em 60°. Seção retangular em concreto armado 4,00m x 2,00m, L = 32,00m
3.3	Galeria da rua José Angelo Calafore	Ampliação da galeria em seção retangular de concreto armado com seção igual a 5,00 x 2,00m em uma extensão de 53,00m
3.4	Talvegue a montante da rua General Glicério	Canalização em seção trapezoidal revestida com grama em uma extensão de 100,00m com base igual a 3,00m e altura mínima de 2,50m
4.1	Bueiro da rua XV de Agosto	Ampliação do bueiro existente para seção retangular em concreto armado (BSC) com dimensões iguais a 2,00m x 1,50m e declividade (máxima) igual a 1,0%. Extensão total (bueiro e alas) de 25,00m
4.2	Talvegue entre ruas F. Espírito Santo e XV de Agosto	Canalização e televisão para traçado em gabião com fundo revestido com grama saraiva em uma extensão de 120,00m. Seção variável 2,00m x 2,50m a 5,00m x 2,50m
7.1	Bueiro da rua Vicente D'Ana	Implantação e galeria adicional com seção retangular de 2,0m x 2,0 e extensão de 80,00m (inclui alas)
7.2	Talvegue a montante da rua Vicente D'Ana	Canalização em seção trapezoidal revestida com grama em uma extensão de 220,00m com base igual a 5,00m e altura mínima de 2,50m
7.3	Bueiro da rua Valentin Cesar Tafner	Implantação e galeria adicional com seção retangular de 2,50m x 2,50 e extensão de 40,00m (inclui alas)
7.4	Talvegue a montante da rua Andrélinho S. Pinto	Implantação de muro ala em concreto armado (L=15,00m) no enboque com revestimento de fundo no trecho de 15,00m



PLANTA DE SITUAÇÃO:

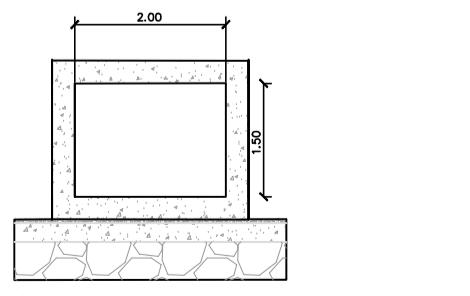
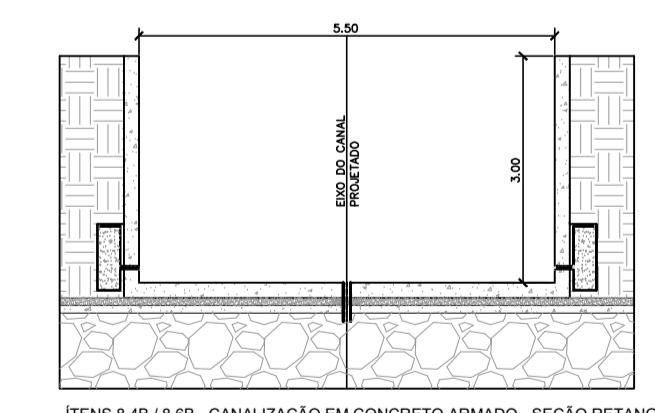
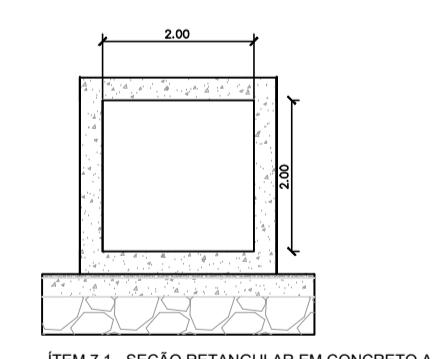
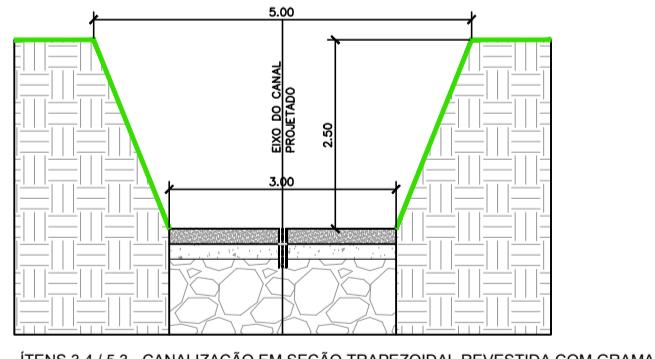
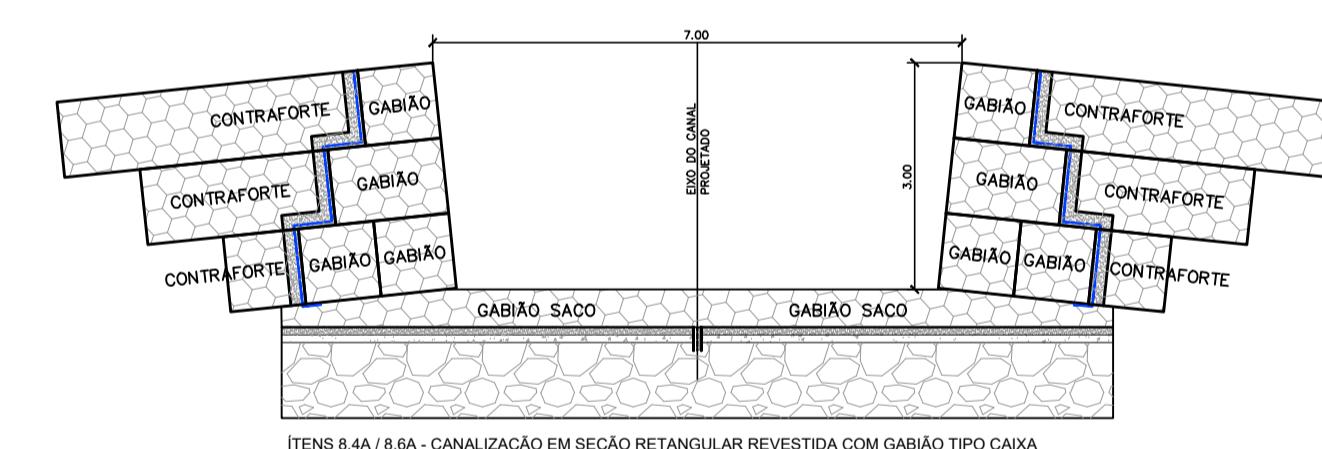
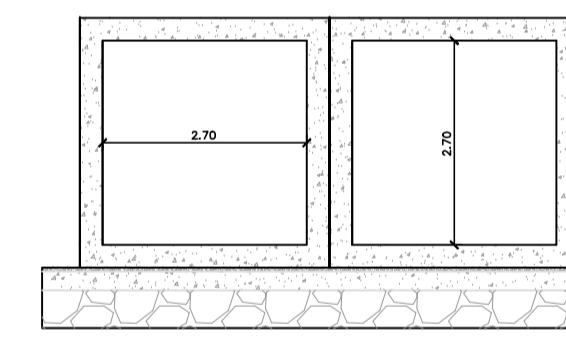
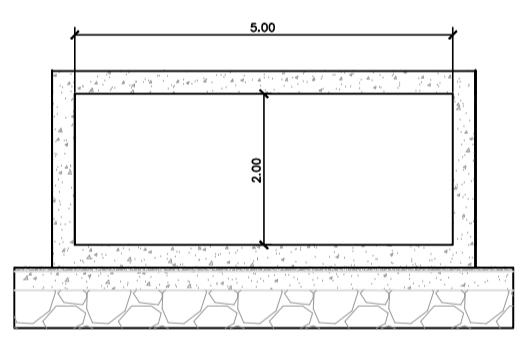
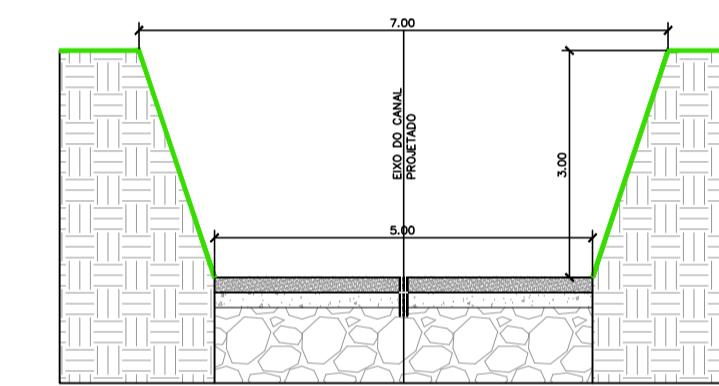
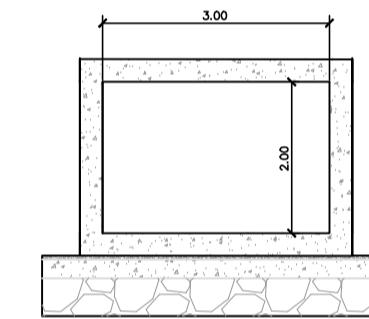
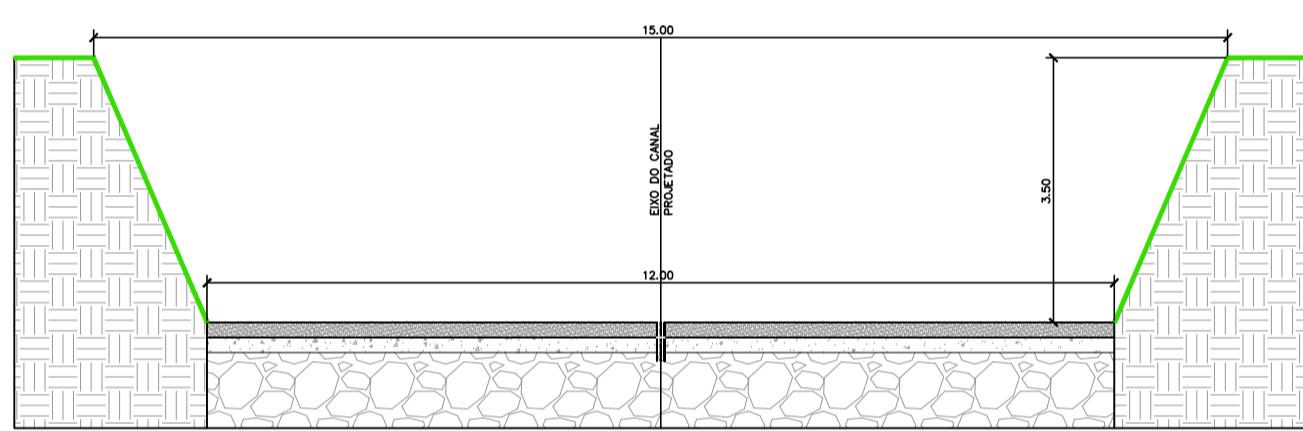
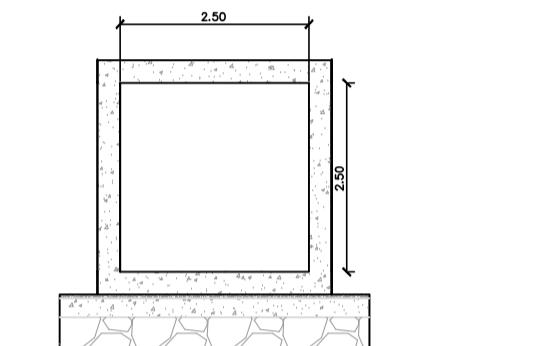
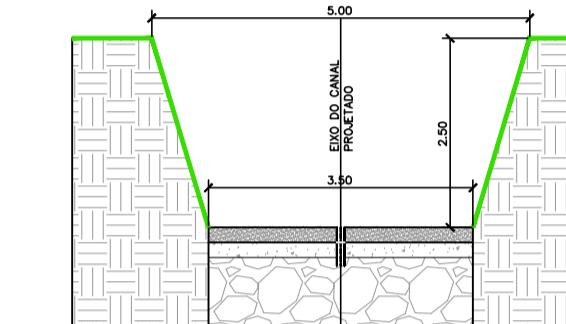
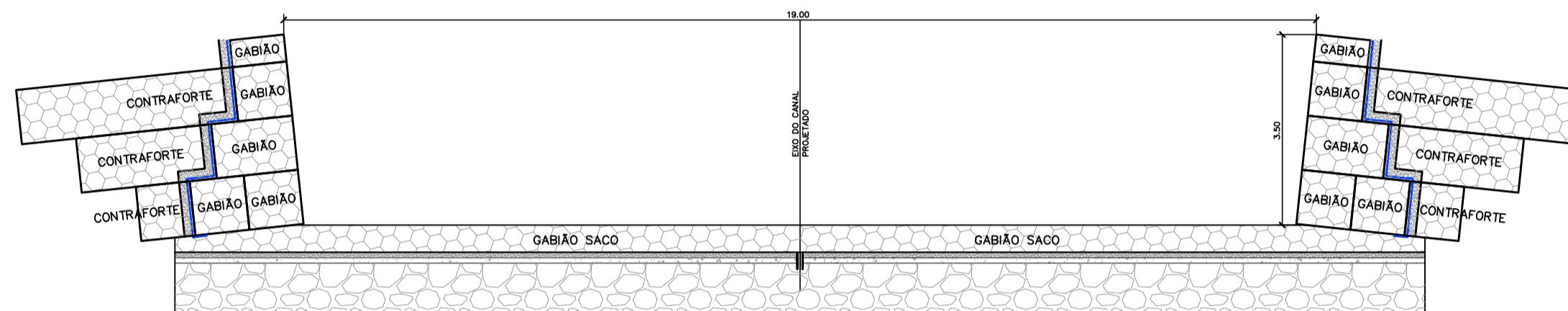
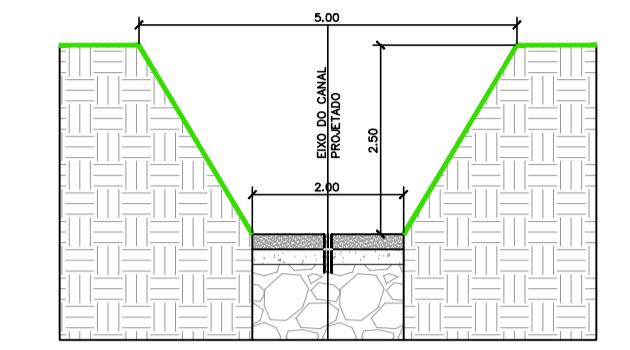
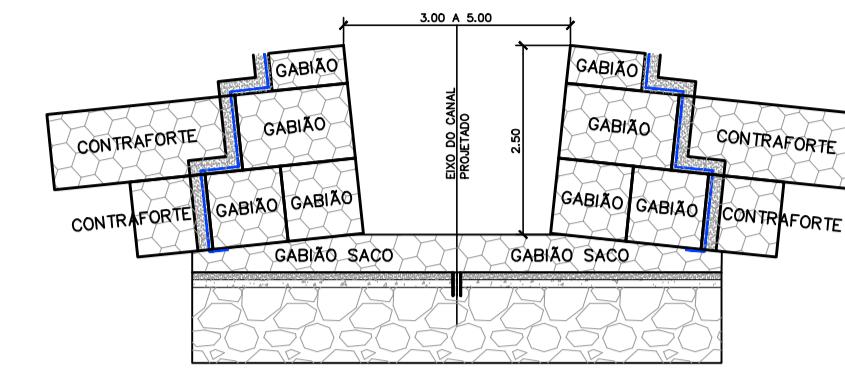
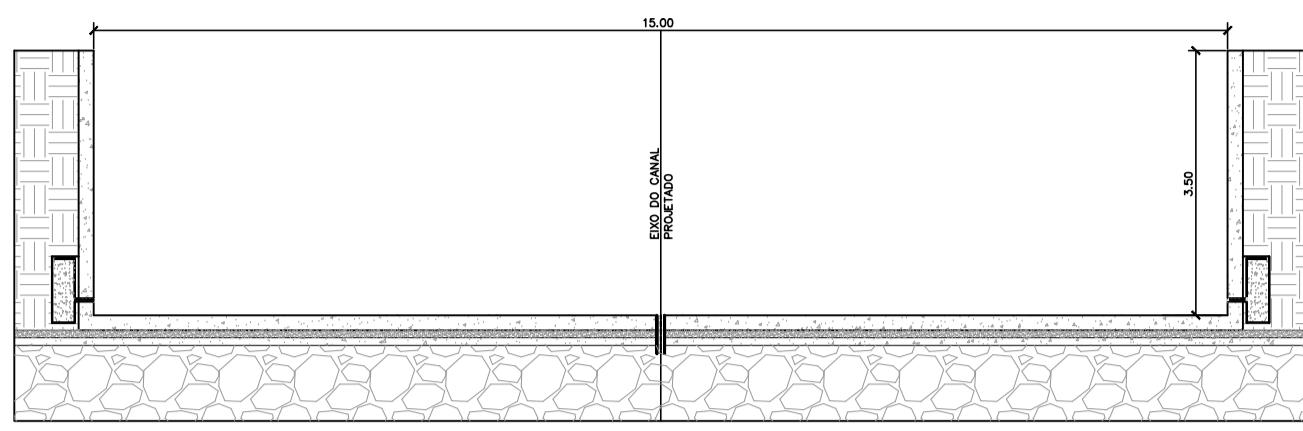


LEGENDA:

FURO DE SONDAGEM A PERCUSSÃO
SP-00

NOTAS:

Item	Curso d'Água / Local	Intervenção
5.1	Talvegue a montante da rua XV de Agosto	Canalização em seção trapezoidal revestida com grama em uma extensão de 237,00m com base igual a 3,50m e altura mínima de 2,50m.
6.2	Bueiro da rua XV de Agosto	Ampliação do bueiro existente para seção retangular em concreto armado (BSCC) com dimensões iguais a 3,00m x 2,00m e declividade (maxíma) igual a 1,0%. Extensão total (bueiro e alas) de 65,00m.
5.3	Trecho de desembocade no rio do Peixe	Canalização em seção trapezoidal revestida com grama em uma extensão de 32,00m com base igual a 3,00m e altura mínima de 2,50m.
6.1	Bueiro da Rodovia Pompeu Conti	Duplicação do bueiro existente para 2x2,70m x 2,70m. Extensão igual a 22,00m.
6.2	Bueiro da rua Andrélinho Souza Pinto	Ampliação da ponte existente para 7,50 m de largura. Fundo revestido em concreto armado com seção retangular de 7,50m x 2,50 e extensão de 20,00m (inclui muros ala).
8.1	Saída da ponte da Estrada da Pompéia	Implantação de degraus de dissipação em gabião, em uma extensão de 5,00m.
8.2	Trecho entre pontes Estrada da Pompéia e Rua Antônio da Silva Oliveira	Canalização em seção trapezoidal revestida com grama em uma extensão de 433,00m, com base igual a 5,00m e altura igual a 3,00m.
8.3	Ponte da Rua Antônio da Silva Oliveira - Alternativa A	Substituição da ponte existente para L=15,00m e C=8,00m. Altura igual a 3,50m. Canal sob a ponte com seção retangular (5,50m x 3,00m) em concreto armado.
8.4	Trecho entre as pontes das ruas Antônio da Silva Oliveira e João Ramalho - Alternativa A	Canalização em seção retangular revestida com gabião tipo caixa (7,00m x 3,00m) em uma extensão igual a 126,00m.
8.4	Trecho entre as pontes das ruas Antônio da Silva Oliveira e João Ramalho - Alternativa B	Canalização em seção retangular revestida com concreto armado (5,50m x 3,00m) em uma extensão igual a 126,00m.
8.5	Ponte da rua João Ramalho - Alternativa A	Substituição da ponte existente para L=15,00m e C=7,00m. Altura igual a 3,50m. Canal sob a ponte com seção retangular (5,50m x 3,00m) em concreto armado.
8.6	Trecho entre as pontes da rua João Ramalho e Av. XV de Agosto - Alternativa A	Canalização em seção retangular revestida com gabião tipo caixa (7,00m x 3,00m) em uma extensão igual a 353,00m.
8.6	Trecho entre as pontes da rua João Ramalho e Av. XV de Agosto - Alternativa B	Canalização em seção retangular revestida com concreto armado (5,50m x 3,00m) em uma extensão igual a 353,00m.
8.7	Ponte da Av. XV de Agosto - Alternativa A	Substituição da ponte existente para L=15,00m e C=12,00m. Altura igual a 3,50m. Canal sob a ponte com seção retangular (5,50m x 3,00m) em concreto armado.





ANEXO II – Planilhas Orçamentárias

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos

Ação : Canalização de Córrego - Ampliação de Bueiro Existente

Local : Córrego da Rua Andrelino - Jusante

Bueiro da Rodovia Pompeu Conti

Dados do Bueiro Existente

Tipo de Bueiro - Seção	Circular
Diâmetro (m)	
Base (m)	2.70
Altura (m)	2.70
Extensão (m)	22.00
Número de Linhas	1

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
1	Pavimentação de Via sobre o Bueiro			
	Comprimento - C	22.00	m	
	Largura - L	13.00	m	
	Altura da Base de Macadame Hidráulico	0.40	m	
	Altura da Base de Bica Corrida	0.10	m	
	Altura da Base de Macadame Betuminoso	0.10	m	
	Espessura de Revestimento - PMQ	0.05	m	
	Largura de Sarjeta	0.40	m	
2	Bueiro Projetado			
	Tipo	Retangular		
	Diâmetro		m	
	Base	2.70	m	
	Altura	2.70	m	
	Espessura Laje / Paredes	0.30	m	
	Extensão	22.00	m	
	Recobrimento Medio	2.00	m	
	Número de Linhas	1		
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Base de Brita - e	0.10	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante (2 Lados)	10.00	m	
5	Comprimento - Muro Ala - Jusante	10.00	m	
	Espessura - Alas	0.30	m	
	Mureta de proteção - Bordas do Canal (2x) (0=Defensa)	20.00	m	
	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Trasnporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f (vol.concreto))	75.00	kg/m ³	
	DMT - Entulho	10.00	km	
	Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)	552,295.54		
	Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)	49,706.60		
	Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)	33,137.73		
	Custo Estimado Total	635,139.87		

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos

Ação : Implantação de Ponte e Canal Retangular em Concreto Armado
Local : Córrego da Rua Andrelino - Jusante
 Ponte da rua Andrelino Souza Pinto

Dados do Canal Existente

Seção Aproximada - Base (m)	5.00
Seção Aproximada - Altura (m)	3.00
Extensão (m)	10.00
Taludes - Inclinação Aproximada 1,00 V : ____ H	1.00

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
1	Pavimentação de Via sobre a Ponte			
	Comprimento - C : Transversal ao Fluxo	20.00	m	
	Largura - L: Direção do Fluxo	20.00	m	
	Altura da Base de Macadame Hidráulico		m	
	Altura da Base de Bica Corrida	0.10	m	
	Altura da Base de Macadame Betuminoso	0.10	m	
	Espessura de Revestimento - PMQ	0.05	m	
	Largura de Sarjeta	0.40	m	
2	Canalização em Concreto - Seção Retangular			
	Extensão - C	20.00	m	
	Altura - H	2.50	m	
	Largura - L	7.50	m	
	Espessura das Paredes - e	0.35	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Base de Brita - e	0.10	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
3	Canalização em Gabião Caixa - Fundo em Gabião Saco			
	Comprimento - C		m	
	Altura - H		m	
	Largura - L		m	
	Extensão do Revestimento de Fundo - Gabião Tipo Saco		m	
	Camada de Areia - e	0.10	m	
	Camada de Brita - e	0.10	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
4	Extensão de Revestimento com Argamassa - Topo	0.00	m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Muros	0.00	m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Fundo	0.00	m	
	Ponte			
	Comprimento - Direção do Fluxo	10.00	m	
	Largura - L - Transversal ao Fluxo	20.00	m	
	Altura - H	3.00	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
4	Base de Brita - e	0.20	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante	10.00	m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante	10.00	m	
	Espessura da Parede - Muro Ala	0.35	m	
	Taxa de Armadura - Muro Ala	70.00	kg/m ³	
	Acabamentos			
	Extensão de canaletas meia-cana Ø 0,30m	0.00	m	
5	Plantio de Grama em Taludes - Largura	0.00	m	
	Área de Passeios Laterais - L = 1,50m		m ²	
	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Trasnporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f (vol.concreto))	75.00	kg/m ³	
	Densidade de Aço para Armação - Ponte	150.00	kg/m ³	
	Estacas - Comprimento	15.00	m	
	Estacas - Unidades / Bloco	4.00	un	
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)	1,086,452.14		
	Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)	97,780.69		
	Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)	65,187.13		
	Custo Estimado Total	1,249,419.96		

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos

Ação : Canalização de Córrego - Ampliação de Bueiro Existente

Local : Córrego Andrelino - Montante
Bueiro da rua Vicente Dana

Dados do Bueiro Existente

Tipo de Bueiro - Seção	Circular
Diâmetro (m)	1.00
Base (m)	
Altura (m)	
Extensão (m)	10.00
Número de Linhas	1

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
1	Pavimentação de Via sobre o Bueiro			
	Comprimento - C	10.00	m	
	Largura - L	20.00	m	
	Altura da Base de Macadame Hidráulico	0.40	m	
	Altura da Base de Bica Corrida	0.10	m	
	Altura da Base de Macadame Betuminoso	0.10	m	
	Espessura de Revestimento - PMQ	0.05	m	
	Largura de Sarjeta	0.40	m	
	DMT - Transporte de PMQ	10.00	km	
2	Bueiro Projetado			
	Tipo	Retangular		
	Diâmetro		m	
	Base	2.00	m	
	Altura	2.00	m	
	Espessura Laje / Paredes	0.30	m	
	Extensão	80.00	m	
	Recobrimento Medio	1.50	m	
	Número de Linhas	1		
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Base de Brita - e	0.10	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante (2 Lados)	10.00	m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante	10.00	m	
	Espessura - Alas	0.30	m	
	Mureta de proteção - Bordas do Canal (2x) (0=Defensa)	10.00	m	
5	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Trasnporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f (vol.concreto))	75.00	kg/m3	
	DMT - Entulho	10.00	km	
	Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)	990,250.76		
	Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)	89,122.57		
	Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)	59,415.05		
	Custo Estimado Total	1,138,788.37		

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos
Canalização de Córregos sem Revestimento Estrutural

Ação : Canalização de Córrego - Seção Trapezoidal Revestida com Grama

Local : Córrego da rua Andrelino - Montante

Montante da rua Vicente Dana

Dados do Canal Existente

Seção Aproximada - Base (m)	2.00
Seção Aproximada - Altura (m)	1.50
Extensão (m)	100.00
Taludes - Inclinação Aproximada 1,00 V : . H	1.00

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
2	Canalização			
	Comprimento - C	220.00	m	
	Altura - H	2.50	m	
	Largura - L	5.00	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante		m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante	0.00	m	
5	Plantio de Grama em Taludes - Largura	1,320.00	m	
	Mureta de proteção - Bordas do Canal	440.00	m	
	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Trasnporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f (vol.concreto))	75.00	kg/m3	
	Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)	407,402.81		
	Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)	36,666.25		
	Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)	24,444.17		
	Custo Estimado Total	468,513.23		

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos

Ação : Canalização de Córrego - Ampliação de Bueiro Existente

Local : Córrego Andrelino - Montante

Bueiro da rua Valentim C. Tafner

Dados do Bueiro Existente

Tipo de Bueiro - Seção	Circular
Diâmetro (m)	1.00
Base (m)	
Altura (m)	
Extensão (m)	10.00
Número de Linhas	1

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
1	Pavimentação de Via sobre o Bueiro			
	Comprimento - C	10.00	m	
	Largura - L	20.00	m	
	Altura da Base de Macadame Hidráulico	0.40	m	
	Altura da Base de Bica Corrida	0.10	m	
	Altura da Base de Macadame Betuminoso	0.10	m	
	Espessura de Revestimento - PMQ	0.05	m	
	Largura de Sarjeta	0.40	m	
	DMT - Transporte de PMQ	10.00	km	
2	Bueiro Projetado			
	Tipo	Retangular		
	Diâmetro		m	
	Base	2.50	m	
	Altura	2.50	m	
	Espessura Laje / Paredes	0.30	m	
	Extensão	40.00	m	
	Recobrimento Medio	1.50	m	
	Número de Linhas	1		
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Base de Brita - e	0.10	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante (2 Lados)	10.00	m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante	10.00	m	
	Espessura - Alas	0.30	m	
	Mureta de proteção - Bordas do Canal (2x) (0=Defensa)	10.00	m	
5	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Trasnporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f (vol.concreto))	75.00	kg/m3	
	DMT - Entulho	10.00	km	
	Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)	666,390.63		
	Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)	59,975.16		
	Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)	39,983.44		
	Custo Estimado Total	766,349.23		

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos
Canalização de Córregos sem Revestimento Estrutural

Ação : Canalização de Córrego - Seção Trapezoidal Revestida com Grama

Local : Córrego da Av. José Maria de Faria

Talvegue a montante do bueiro

Dados do Canal Existente

Seção Aproximada - Base (m)	1.00
Seção Aproximada - Altura (m)	2.00
Extensão (m)	237.00
Taludes - Inclinação Aproximada 1,00 V : . H	1.00

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
2	Canalização			
	Comprimento - C	237.00	m	
	Altura - H	2.50	m	
	Largura - L	3.50	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante		m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante	0.00	m	
	Plantio de Grama em Taludes - Largura	1,422.00	m	
	Mureta de proteção - Bordas do Canal	474.00	m	
5	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Trasnporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f (vol.concreto))	75.00	kg/m3	
	Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)	380,375.03		
	Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)	34,233.75		
	Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)	22,822.50		
	Custo Estimado Total	437,431.28		

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos

Ação : Canalização de Córrego - Ampliação de Bueiro Existente

Local : Córrego da Av. José Maria de Faria

Bueiro da rua XV de Agosto

Dados do Bueiro Existente

Tipo de Bueiro - Seção	Circular
Diâmetro (m)	1.00
Base (m)	
Altura (m)	
Extensão (m)	20.00
Número de Linhas	1

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
1	Pavimentação de Via sobre o Bueiro			
	Comprimento - C	20.00	m	
	Largura - L	20.00	m	
	Altura da Base de Macadame Hidráulico	0.40	m	
	Altura da Base de Bica Corrida	0.10	m	
	Altura da Base de Macadame Betuminoso	0.10	m	
	Espessura de Revestimento - PMQ	0.05	m	
	Largura de Sarjeta	0.40	m	
2	Bueiro Projetado			
	Tipo	Retangular		
	Diâmetro	3.00	m	
	Base	3.00	m	
	Altura	2.00	m	
	Espessura Laje / Paredes	0.30	m	
	Extensão	65.00	m	
	Recobrimento Medio	1.50	m	
	Número de Linhas	1		
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Base de Brita - e	0.10	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante (2 Lados)	10.00	m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante	10.00	m	
5	Espessura - Alas	0.30	m	
	Mureta de proteção - Bordas do Canal (2x) (0=Defensa)	20.00	m	
	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Trasnporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f (vol.concreto))	75.00	kg/m ³	
	DMT - Entulho	10.00	km	
	Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)	1,028,474.05		
	Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)	92,562.66		
	Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)	61,708.44		
	Custo Estimado Total	1,182,745.16		

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos
Canalização de Córregos sem Revestimento Estrutural

Ação : Canalização de Córrego - Seção Trapezoidal Revestida com Grama

Local : Córrego da Rua XV de Novembro

Dados do Canal Existente

Seção Aproximada - Base (m)	1.00
Seção Aproximada - Altura (m)	2.00
Extensão (m)	32.00
Taludes - Inclinação Aproximada 1,00 V : . H	1.00

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
2	Canalização			
	Comprimento - C	32.00	m	
	Altura - H	2.50	m	
	Largura - L	3.00	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante		m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante	0.00	m	
	Plantio de Grama em Taludes - Largura	192.00	m	
	Mureta de proteção - Bordas do Canal	64.00	m	
5	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Transporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f (vol.concreto))	75.00	kg/m3	
	Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)	52,462.40		
	Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)	4,721.62		
	Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)	3,147.74		
	Custo Estimado Total	60,331.76		

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos

Ação : Implantação de Ponte e Canal Retangular em Concreto Armado
Local : Córrego dos Machados
 Ponte da Rua Voluntários da Pátria

Dados do Canal Existente

Seção Aproximada - Base (m)	5.00
Seção Aproximada - Altura (m)	3.00
Extensão (m)	10.00
Taludes - Inclinação Aproximada 1,00 V : ____ H	1.00

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
1	Pavimentação de Via sobre a Ponte			
	Comprimento - C : Transversal ao Fluxo	25.00	m	
	Largura - L: Direção do Fluxo	10.00	m	
	Altura da Base de Macadame Hidráulico		m	
	Altura da Base de Bica Corrida	0.10	m	
	Altura da Base de Macadame Betuminoso	0.10	m	
	Espessura de Revestimento - PMQ	0.05	m	
	Largura de Sarjeta	0.40	m	
2	Canalização em Concreto - Seção Retangular			
	Extensão - C	10.00	m	
	Altura - H	3.50	m	
	Largura - L	15.00	m	
	Espessura das Paredes - e	0.35	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Base de Brita - e	0.10	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
3	Canalização em Gabião Caixa - Fundo em Gabião Saco			
	Comprimento - C		m	
	Altura - H		m	
	Largura - L		m	
	Extensão do Revestimento de Fundo - Gabião Tipo Saco		m	
	Camada de Areia - e	0.10	m	
	Camada de Brita - e	0.10	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
4	Extensão de Revestimento com Argamassa - Topo	0.00	m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Muros	0.00	m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Fundo	0.00	m	
	Ponte			
	Comprimento - Direção do Fluxo	10.00	m	
	Largura - L - Transversal ao Fluxo	25.00	m	
	Altura - H	3.50	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
4	Base de Brita - e	0.20	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante	10.00	m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante	10.00	m	
	Espessura da Parede - Muro Ala	0.35	m	
	Taxa de Armadura - Muro Ala	70.00	kg/m ³	
	Acabamentos			
	Extensão de canaletas meia-cana Ø 0,30m	0.00	m	
5	Plantio de Grama em Taludes - Largura	0.00	m	
	Área de Passeios Laterais - L = 1,50m		m ²	
	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Trasnporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f (vol.concreto))	75.00	kg/m ³	
	Densidade de Aço para Armação - Ponte	150.00	kg/m ³	
	Estacas - Comprimento	15.00	m	
	Estacas - Unidades / Bloco	4.00	un	
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)	1,241,240.65		
	Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)	111,711.66		
	Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)	74,474.44		
	Custo Estimado Total	1,427,426.75		

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos

Ação : Canalização de Córrego - Seção Retangular em Concreto Armado

Local : Córrego dos Machados

Trecho entre as pontes das ruas Voluntários da Pátria e Tiradentes

Dados do Canal Existente

Seção Aproximada - Base (m)	10.00
Seção Aproximada - Altura (m)	3.50
Extensão (m)	257.00
Taludes - Inclinação Aproximada 1,00 V : ___ H	1.00

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
1	Pavimentação de Vias Laterais			
	Número de marginais		un.	
	Comprimento - C		m	
	Largura - L		m	
	Altura da Base de Macadame Hidráulico	0.40	m	
	Altura da Base de Bica Corrida	0.10	m	
	Altura da Base de Macadame Betuminoso	0.10	m	
	Espessura de Revestimento - PMQ	0.05	m	
	Largura de Sarjeta	0.40	m	
	DMT - Transporte de PMQ	10.00	km	
2	Canalização em Concreto			
	Comprimento - C	257.00	m	
	Altura - H	3.50	m	
	Largura - L	15.00	m	
	Espessura das Paredes - e	0.40	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Base de Brita - e	0.10	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante		m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante		m	
3	Canalização em Gabião Caixa - Fundo em Gabião Saco			
	Comprimento - C		m	
	Altura - H		m	
	Largura - L		m	
	Largura da Base - B		m	
	Extensão do Revestimento de Fundo - Gabião Tipo Saco		m	
	Camada de Areia - e	0.10	m	
	Camada de Brita - e	0.10	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Topo	316.00	m	
4	Extensão de Revestimento com Argamassa - Muros	316.00	m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Fundo		m	
	Acabamentos			
	Extensão de canaletas meia-cana Ø 0,30m		m	
	Plantio de Grama em Taludes - Largura		m	
5	Mureta de proteção - Bordas do Canal (2x) (0=Defesa)		m	
	Área de Passeios Laterais - L = 1,50m		m2	
	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Trasnporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f (vol.concreto))	75.00	kg/m3	
Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)		5,143,928.83		
Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)		462,953.59		
Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)		308,635.73		
Custo Estimado Total		5,915,518.15		

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos

Ação : Canalização de Córrego - Seção Retangular em Gabião Tipo Caixa (Fundo Revestido com Gabião Tipo Saco)

Local : Córrego dos Machados

Trecho entre as pontes das ruas Voluntários da Pátria e Tiradentes

Dados do Canal Existente

Seção Aproximada - Base (m)	10.00
Seção Aproximada - Altura (m)	3.50
Extensão (m)	257.00
Taludes - Inclinação Aproximada 1,00 V : ___ H	1.00

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
1	Pavimentação de Vias Laterais			
	Número de marginais		un.	
	Comprimento - C		m	
	Largura - L		m	
	Altura da Base de Macadame Hidráulico	0.40	m	
	Altura da Base de Bica Corrida	0.10	m	
	Altura da Base de Macadame Betuminoso	0.10	m	
	Espessura de Revestimento - PMQ	0.05	m	
	Largura da Sarjeta	0.40	m	
	DMT - Transporte de PMQ	10.00	km	
2	Canalização em Concreto			
	Comprimento - C		m	
	Altura - H		m	
	Largura - L		m	
	Espessura das Paredes - e	0.30	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Base de Brita - e	0.10	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante		m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante		m	
3	Canalização em Gabião Caixa - Fundo em Gabião Saco			
	Comprimento - C	257.00	m	
	Altura - H	3.50	m	
	Largura - L	19.00	m	
	Largura da Base - B	19.00	m	
	Extensão do Revestimento de Fundo - Gabião Tipo Saco	350.00	m	
	Camada de Areia - e	0.10	m	
	Camada de Brita - e	0.10	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Topo	316.00	m	
4	Extensão de Revestimento com Argamassa - Muros	316.00	m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Fundo		m	
	Acabamentos			
	Extensão de canaletas meia-cana Ø 0,30m		m	
	Plantio de Grama em Taludes - Largura		m	
5	Mureta de proteção - Bordas do Canal (2x) (0=Defensa)		m	
	Área de Passeios Laterais - L = 1,50m		m2	
	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Trasnporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f (vol.concreto))	75.00	kg/m3	
Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)		12,306,535.93		
Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)		1,107,588.23		
Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)		738,392.16		
Custo Estimado Total		14,152,516.31		

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos

Ação : Implantação de Ponte e Canal Retangular em Concreto Armado
Local : Córrego dos Machados
 Ponte da Rua Tiradentes

Dados do Canal Existente

Seção Aproximada - Base (m)	8.00
Seção Aproximada - Altura (m)	3.00
Extensão (m)	10.00
Taludes - Inclinação Aproximada 1,00 V : ____ H	1.00

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
1	Pavimentação de Via sobre a Ponte			
	Comprimento - C : Transversal ao Fluxo	25.00	m	
	Largura - L: Direção do Fluxo	10.00	m	
	Altura da Base de Macadame Hidráulico		m	
	Altura da Base de Bica Corrida	0.10	m	
	Altura da Base de Macadame Betuminoso	0.10	m	
	Espessura de Revestimento - PMQ	0.05	m	
	Largura de Sarjeta	0.40	m	
2	Canalização em Concreto - Seção Retangular			
	Extensão - C	10.00	m	
	Altura - H	3.50	m	
	Largura - L	15.00	m	
	Espessura das Paredes - e	0.40	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Base de Brita - e	0.10	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
3	Canalização em Gabião Caixa - Fundo em Gabião Saco			
	Comprimento - C		m	
	Altura - H		m	
	Largura - L		m	
	Extensão do Revestimento de Fundo - Gabião Tipo Saco		m	
	Camada de Areia - e	0.10	m	
	Camada de Brita - e	0.10	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
4	Extensão de Revestimento com Argamassa - Topo	0.00	m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Muros	0.00	m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Fundo	0.00	m	
	Ponte			
	Comprimento - Direção do Fluxo	10.00	m	
	Largura - L - Transversal ao Fluxo	25.00	m	
	Altura - H	3.50	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
4	Base de Brita - e	0.20	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante	10.00	m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante	10.00	m	
	Espessura da Parede - Muro Ala	0.35	m	
	Taxa de Armadura - Muro Ala	70.00	kg/m ³	
	Acabamentos			
	Extensão de canaletas meia-cana Ø 0,30m	0.00	m	
5	Plantio de Grama em Taludes - Largura	0.00	m	
	Área de Passeios Laterais - L = 1,50m		m ²	
	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Trasnporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f (vol.concreto))	75.00	kg/m ³	
	Densidade de Aço para Armação - Ponte	150.00	kg/m ³	
	Estacas - Comprimento	15.00	m	
	Estacas - Unidades / Bloco	4.00	un	
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)	1,264,936.94		
	Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)	113,844.32		
	Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)	75,896.22		
	Custo Estimado Total	1,454,677.48		

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos
Canalização de Córregos sem Revestimento Estrutural

Ação : Canalização de Córrego - Seção Trapezoidal Revestida com Grama

Local : Córrego dos Machados

Trecho entre as Pontes das ruas Tiradentes e Joaquim de Souza Pinto

Dados do Canal Existente

Seção Aproximada - Base (m)	5.00
Seção Aproximada - Altura (m)	3.00
Extensão (m)	339.00
Taludes - Inclinação Aproximada 1,00 V : . H	1.00

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
2	Canalização			
	Comprimento - C	339.00	m	
	Altura - H	3.50	m	
	Largura - L	12.00	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante		m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante	0.00	m	
	Plantio de Grama em Taludes - Largura	2,034.00	m	
	Mureta de proteção - Bordas do Canal	678.00	m	
5	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Transporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f (vol.concreto))	75.00	kg/m3	
	Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)	972,313.61		
	Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)	87,508.22		
	Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)	58,338.82		
	Custo Estimado Total	1,118,160.65		

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos

Ação : Implantação de Ponte e Canal Retangular em Concreto Armado
Local : Córrego dos Machados
 Ponte da Rua Joaquim de Souza Pinto

Dados do Canal Existente

Seção Aproximada - Base (m)	5.00
Seção Aproximada - Altura (m)	3.00
Extensão (m)	18.00
Taludes - Inclinação Aproximada 1,00 V : ____ H	1.00

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
1	Pavimentação de Via sobre a Ponte			
	Comprimento - C : Transversal ao Fluxo	25.00	m	
	Largura - L: Direção do Fluxo	18.00	m	
	Altura da Base de Macadame Hidráulico		m	
	Altura da Base de Bica Corrida	0.10	m	
	Altura da Base de Macadame Betuminoso	0.10	m	
	Espessura de Revestimento - PMQ	0.05	m	
	Largura de Sarjeta	0.40	m	
2	Canalização em Concreto - Seção Retangular			
	Extensão - C	10.00	m	
	Altura - H	3.50	m	
	Largura - L	15.00	m	
	Espessura das Paredes - e	0.40	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Base de Brita - e	0.10	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
3	Canalização em Gabião Caixa - Fundo em Gabião Saco			
	Comprimento - C		m	
	Altura - H		m	
	Largura - L		m	
	Extensão do Revestimento de Fundo - Gabião Tipo Saco		m	
	Camada de Areia - e	0.10	m	
	Camada de Brita - e	0.10	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
4	Extensão de Revestimento com Argamassa - Topo	0.00	m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Muros	0.00	m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Fundo	0.00	m	
	Ponte			
	Comprimento - Direção do Fluxo	15.00	m	
	Largura - L - Transversal ao Fluxo	18.00	m	
	Altura - H	3.50	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
4	Base de Brita - e	0.20	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante	10.00	m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante	10.00	m	
	Espessura da Parede - Muro Ala	0.35	m	
	Taxa de Armadura - Muro Ala	70.00	kg/m ³	
	Acabamentos			
	Extensão de canaletas meia-cana Ø 0,30m	0.00	m	
5	Plantio de Grama em Taludes - Largura	0.00	m	
	Área de Passeios Laterais - L = 1,50m		m ²	
	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Trasnporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f (vol.concreto))	75.00	kg/m ³	
	Densidade de Aço para Armação - Ponte	150.00	kg/m ³	
	Estacas - Comprimento	15.00	m	
	Estacas - Unidades / Bloco	4.00	un	
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)	1,404,090.88		
	Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)	126,368.18		
	Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)	84,245.45		
	Custo Estimado Total	1,614,704.51		

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos
Canalização de Córregos sem Revestimento Estrutural

Ação : Canalização de Córrego - Seção Trapezoidal Revestida com Grama

Local : Córrego dos Machados

Trecho entre as pontes das ruas Joaquim de Souza Pinto e João Leonardelli

Dados do Canal Existente

Seção Aproximada - Base (m)	5.00
Seção Aproximada - Altura (m)	3.00
Extensão (m)	265.00
Taludes - Inclinação Aproximada 1,00 V : . H	1.00

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
2	Canalização			
	Comprimento - C	265.00	m	
	Altura - H	3.50	m	
	Largura - L	12.00	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante		m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante	0.00	m	
	Plantio de Grama em Taludes - Largura	1,590.00	m	
	Mureta de proteção - Bordas do Canal	530.00	m	
5	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Trasnporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f (vol.concreto))	75.00	kg/m3	
	Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)	762,913.20		
	Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)	68,662.19		
	Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)	45,774.79		
	Custo Estimado Total	877,350.19		

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos

Ação : Implantação de Ponte e Canal Retangular em Concreto Armado
Local : Córrego dos Machados
 Ponte da Rua João leonardelli

Dados do Canal Existente

Seção Aproximada - Base (m)	5.00
Seção Aproximada - Altura (m)	3.00
Extensão (m)	12.00
Taludes - Inclinação Aproximada 1,00 V : ____ H	1.00

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
1	Pavimentação de Via sobre a Ponte			
	Comprimento - C : Transversal ao Fluxo	25.00	m	
	Largura - L: Direção do Fluxo	12.00	m	
	Altura da Base de Macadame Hidráulico		m	
	Altura da Base de Bica Corrida	0.10	m	
	Altura da Base de Macadame Betuminoso	0.10	m	
	Espessura de Revestimento - PMQ	0.05	m	
	Largura de Sarjeta	0.40	m	
2	Canalização em Concreto - Seção Retangular			
	Extensão - C	10.00	m	
	Altura - H	3.50	m	
	Largura - L	15.00	m	
	Espessura das Paredes - e	0.40	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Base de Brita - e	0.10	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
3	Canalização em Gabião Caixa - Fundo em Gabião Saco			
	Comprimento - C		m	
	Altura - H		m	
	Largura - L		m	
	Extensão do Revestimento de Fundo - Gabião Tipo Saco		m	
	Camada de Areia - e	0.10	m	
	Camada de Brita - e	0.10	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
4	Extensão de Revestimento com Argamassa - Topo	0.00	m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Muros	0.00	m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Fundo	0.00	m	
	Ponte			
	Comprimento - Direção do Fluxo	12.00	m	
	Largura - L - Transversal ao Fluxo	15.00	m	
	Altura - H	3.50	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
4	Base de Brita - e	0.20	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante	10.00	m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante	10.00	m	
	Espessura da Parede - Muro Ala	0.35	m	
	Taxa de Armadura - Muro Ala	70.00	kg/m ³	
	Acabamentos			
	Extensão de canaletas meia-cana Ø 0,30m	0.00	m	
5	Plantio de Grama em Taludes - Largura	0.00	m	
	Área de Passeios Laterais - L = 1,50m		m ²	
	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Trasnporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f (vol.concreto))	75.00	kg/m ³	
	Densidade de Aço para Armação - Ponte	150.00	kg/m ³	
	Estacas - Comprimento	15.00	m	
	Estacas - Unidades / Bloco	4.00	un	
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)	1,111,914.51		
	Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)	100,072.31		
	Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)	66,714.87		
	Custo Estimado Total	1,278,701.69		

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos
Canalização de Córregos sem Revestimento Estrutural

Ação : Canalização de Córrego - Seção Trapezoidal Revestida com Grama

Local : Córrego dos Machados

Trecho entre as pontes da rua João Leonardelli e Av. Rebouças

Dados do Canal Existente

Seção Aproximada - Base (m)	5.00
Seção Aproximada - Altura (m)	3.00
Extensão (m)	270.00
Taludes - Inclinação Aproximada 1,00 V : . H	1.00

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
2	Canalização			
	Comprimento - C	270.00	m	
	Altura - H	3.50	m	
	Largura - L	12.00	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante		m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante	0.00	m	
	Plantio de Grama em Taludes - Largura	1,620.00	m	
	Mureta de proteção - Bordas do Canal	540.00	m	
5	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Transporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f (vol.concreto))	75.00	kg/m3	
	Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)	777,061.88		
	Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)	69,935.57		
	Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)	46,623.71		
	Custo Estimado Total	893,621.16		

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos

Ação : Canalização de Córrego - Ampliação de Bueiro Existente

Local : Córrego da Rua Nagibe Jorge

Bueiro da rua Coronel Florencio Espírito Santo

Dados do Bueiro Existente

Tipo de Bueiro - Seção	Circular
Diâmetro (m)	1.00
Base (m)	
Altura (m)	
Extensão (m)	10.00
Número de Linhas	1

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
1	Pavimentação de Via sobre o Bueiro			
	Comprimento - C	20.00	m	
	Largura - L	20.00	m	
	Altura da Base de Macadame Hidráulico	0.40	m	
	Altura da Base de Bica Corrida	0.10	m	
	Altura da Base de Macadame Betuminoso	0.10	m	
	Espessura de Revestimento - PMQ	0.05	m	
	Largura de Sarjeta	0.40	m	
	DMT - Transporte de PMQ	10.00	km	
2	Bueiro Projetado			
	Tipo	Retangular		
	Diâmetro		m	
	Base	2.00	m	
	Altura	1.50	m	
	Espessura Laje / Paredes	0.30	m	
	Extensão	25.00	m	
	Recobrimento Medio	1.50	m	
	Número de Linhas	1		
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Base de Brita - e	0.10	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante (2 Lados)	10.00	m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante	10.00	m	
	Espessura - Alas	0.30	m	
	Mureta de proteção - Bordas do Canal (2x) (0=Defesa)	20.00	m	
5	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Transporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f (vol.concreto))	75.00	kg/m3	
	DMT - Entulho	10.00	km	
	Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)	455,822.97		
	Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)	41,024.07		
	Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)	27,349.38		
	Custo Estimado Total	524,196.42		

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos

Ação : Canalização de Córrego - Seção Retangular em Gabião Tipo Caixa

Local : Córrego da Rua Nagibe Jorge

Trecho entre as ruas Florencio Espírito Santo e XV de Agosto

Dados do Canal Existente

Seção Aproximada - Base (m)	1.00
Seção Aproximada - Altura (m)	2.00
Extensão (m)	120.00
Taludes - Inclinação Aproximada 1,00 V : ___ H	1.00

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
1	Pavimentação de Vias Laterais			
	Número de marginais		un.	
	Comprimento - C		m	
	Largura - L		m	
	Altura da Base de Macadame Hidráulico	0.40	m	
	Altura da Base de Bica Corrida	0.10	m	
	Altura da Base de Macadame Betuminoso	0.10	m	
	Espessura de Revestimento - PMQ	0.05	m	
	Largura de Sarjeta	0.40	m	
	DMT - Transporte de PMQ	10.00	km	
2	Canalização em Concreto			
	Comprimento - C		m	
	Altura - H		m	
	Largura - L		m	
	Espessura das Paredes - e	0.30	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Base de Brita - e	0.10	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante		m	
3	Comprimento - Muro Ala - Jusante		m	
	Canalização em Gabião Caixa - Fundo em Gabião Saco			
	Comprimento - C	120.00	m	
	Altura - H	2.50	m	
	Largura - L	4.00	m	
	Largura da Base - B	4.00	m	
	Extensão do Revestimento de Fundo - Gabião Tipo Saco	80.00	m	
	Camada de Areia - e	0.10	m	
	Camada de Brita - e	0.10	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
4	Extensão de Revestimento com Argamassa - Topo	316.00	m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Muros	316.00	m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Fundo		m	
	Acabamentos			
	Extensão de canaletas meia-cana Ø 0,30m		m	
5	Plantio de Grama em Taludes - Largura		m	
	Mureta de proteção - Bordas do Canal (2x) (0=Defesa)	80.00	m	
	Área de Passeios Laterais - L = 1,50m		m2	
	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Transporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f (vol.concreto))	75.00	kg/m3	
	Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)	3,256,773.62		
	Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)	293,109.63		
	Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)	195,406.42		
	Custo Estimado Total	3,745,289.66		

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos

Ação : Canalização de Córrego - Seção Retangular em Concreto Armado

Local : Córrego dos Nogueiras

Jusante da rua José Angelo Calafiore

Dados do Canal Existente

Seção Aproximada - Base (m)	4.00
Seção Aproximada - Altura (m)	2.00
Extensão (m)	32.00
Taludes - Inclinação Aproximada 1,00 V : ____ H	0.10

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
1	Pavimentação de Vias Laterais			
	Número de marginais		un.	
	Comprimento - C		m	
	Largura - L		m	
	Altura da Base de Macadame Hidráulico	0.40	m	
	Altura da Base de Bica Corrida	0.10	m	
	Altura da Base de Macadame Betuminoso	0.10	m	
	Espessura de Revestimento - PMQ	0.05	m	
	Largura de Sarjeta	0.40	m	
	DMT - Transporte de PMQ	10.00	km	
2	Canalização em Concreto			
	Comprimento - C	32.00	m	
	Altura - H	2.00	m	
	Largura - L	4.00	m	
	Espessura das Paredes - e	0.30	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Base de Brita - e	0.10	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante		m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante		m	
3	Canalização em Gabião Caixa - Fundo em Gabião Saco			
	Comprimento - C		m	
	Altura - H		m	
	Largura - L		m	
	Largura da Base - B		m	
	Extensão do Revestimento de Fundo - Gabião Tipo Saco		m	
	Camada de Areia - e	0.10	m	
	Camada de Brita - e	0.10	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Topo		m	
4	Extensão de Revestimento com Argamassa - Muros		m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Fundo		m	
	Acabamentos			
	Extensão de canaletas meia-cana Ø 0,30m		m	
	Plantio de Grama em Taludes - Largura		m	
5	Mureta de proteção - Bordas do Canal (2x) (0=Defesa)		m	
	Área de Passeios Laterais - L = 1,50m		m2	
	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Trasnporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f (vol.concreto))	75.00	kg/m3	
Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)		199,342.70		
Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)		17,940.84		
Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)		11,960.56		
Custo Estimado Total		229,244.10		

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos

Ação : Canalização de Córrego - Ampliação de Bueiro Existente

Local : Córrego dos Nogueiras

Bueiro da rua José Angelo Calafiore

Dados do Bueiro Existente

Tipo de Bueiro - Seção	Circular
Diâmetro (m)	1.00
Base (m)	
Altura (m)	
Extensão (m)	53.00
Número de Linhas	1

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
1	Pavimentação de Via sobre o Bueiro			
	Comprimento - C	10.00	m	
	Largura - L	15.00	m	
	Altura da Base de Macadame Hidráulico	0.40	m	
	Altura da Base de Bica Corrida	0.10	m	
	Altura da Base de Macadame Betuminoso	0.10	m	
	Espessura de Revestimento - PMQ	0.05	m	
	Largura de Sarjeta	0.40	m	
	DMT - Transporte de PMQ	10.00	km	
2	Bueiro Projetado			
	Tipo	Retangular		
	Diâmetro		m	
	Base	5.00	m	
	Altura	2.00	m	
	Espessura Laje / Paredes	0.30	m	
	Extensão	53.00	m	
	Recobrimento Medio	1.00	m	
	Número de Linhas	1		
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Base de Brita - e	0.10	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante (2 Lados)	10.00	m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante	10.00	m	
	Espessura - Alas	0.30	m	
	Mureta de proteção - Bordas do Canal (2x) (0=Defensa)	20.00	m	
5	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Trasnporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f (vol.concreto))	75.00	kg/m3	
	DMT - Entulho	10.00	km	
	Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)	945,776.56		
	Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)	85,119.89		
	Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)	56,746.59		
	Custo Estimado Total	1,087,643.04		

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos
Canalização de Córregos sem Revestimento Estrutural

Ação : Canalização de Córrego - Seção Trapezoidal Revestida com Grama

Local : Córrego dos Nogueiras

Montante da Ponte da rua General Glicério

Dados do Canal Existente

Seção Aproximada - Base (m)	1.00
Seção Aproximada - Altura (m)	2.50
Extensão (m)	100.00
Taludes - Inclinação Aproximada 1,00 V : . H	1.00

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
2	Canalização			
	Comprimento - C	100.00	m	
	Altura - H	2.50	m	
	Largura - L	3.00	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante		m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante	0.00	m	
5	Plantio de Grama em Taludes - Área	600.00	m	
	Mureta de proteção - Bordas do Canal	200.00	m	
	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Trasnporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f (vol.concreto))	75.00	kg/m3	
	Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)	142,358.48		
	Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)	12,812.26		
	Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)	8,541.51		
	Custo Estimado Total	163,712.26		

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos
Canalização de Córregos sem Revestimento Estrutural

Ação : Canalização de Córrego - Seção Trapezoidal Revestida com Grama

Local : Córrego da Estrada da Pompéia - Jusante da Ponte da Estrada da Pompéia

Dados do Canal Existente

Seção Aproximada - Base (m)	3.50
Seção Aproximada - Altura (m)	2.75
Extensão (m)	433.00
Taludes - Inclinação Aproximada 1,00 V : . H	1.00

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
2	Canalização			
	Comprimento - C	433.00	m	
	Altura - H	3.00	m	
	Largura - L	5.00	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante		m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante	0.00	m	
	Plantio de Grama em Taludes - Largura	5.00	m	
	Mureta de proteção - Bordas do Canal	866.00	m	
5	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Trasnporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f (vol.concreto))	75.00	kg/m3	
	Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)	639,221.23		
	Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)	57,529.91		
	Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)	38,353.27		
	Custo Estimado Total	735,104.42		

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos

Ação : Ampliação de Ponte Existente

Local : Córrego da Estrada da Pompéia. Ponte s/n.

Alternativa com Canal (sob a ponte) em Concreto Armado - Seção Retangular

Dados do Canal Existente

Seção Aproximada - Base (m)	3.00
Seção Aproximada - Altura (m)	2.50
Extensão (m)	8.00
Taludes - Inclinação Aproximada 1,00 V : ____ H	1.00

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
1	Pavimentação de Via sobre a Ponte			
	Comprimento - C : Transversal ao Fluxo	15.00	m	
	Largura - L: Direção do Fluxo	8.00	m	
	Altura da Base de Macadame Hidráulico	0.40	m	
	Altura da Base de Bica Corrida	0.10	m	
	Altura da Base de Macadame Betuminoso	0.10	m	
	Espessura de Revestimento - PMQ	0.05	m	
	Largura de Sarjeta	0.40	m	
2	Canalização em Concreto - Seção Retangular			
	Comprimento - C	8.00	m	
	Altura - H	3.00	m	
	Largura - L	5.50	m	
	Espessura das Paredes - e	0.30	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Base de Brita - e	0.10	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
3	Comprimento - Muro Ala - Montante		m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante		m	
	Espessura da Parede - Muro Ala	0.30	m	
	Canalização em Gabião Caixa - Fundo em Gabião Saco			
	Comprimento - C		m	
	Altura - H		m	
	Largura - L		m	
	Extensão do Revestimento de Fundo - Gabião Tipo Saco		m	
4	Camada de Areia - e		m	
	Camada de Brita - e		m	
	Base de Rachão - e		m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Topo		m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Muros		m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Fundo		m	
	Ponte			
	Comprimento - Direção do Fluxo	8.00	m	
4	Largura - L - Transversal ao Fluxo	15.00	m	
	Altura - H	3.50	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Base de Brita - e	0.20	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante	10.00	m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante	10.00	m	
	Espessura da Parede - Muro Ala	0.30	m	
5	Taxa de Armadura - Muro Ala	70.00	kg/m3	
	Acabamentos			
	Extensão de canaletas meia-cana Ø 0,30m	0.00	m	
	Plantio de Grama em Taludes - Largura	0.00	m	
	Área de Passeios Laterais - L = 1,50m		m2	
	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Transporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f(vol.concreto))	75.00	kg/m3	
	Densidade de Aço para Armação - Ponte	150.00	kg/m3	
	Estacas - Comprimento	15.00	m	
	Estacas - Unidades / Bloco	4.00	un	
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)	612,123.06		
	Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)	55,091.08		
	Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)	36,727.38		
	Custo Estimado Total	703,941.52		

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos

Ação : Canalização de Córrego - Seção Retangular em Gabião Tipo Caixa

Local : Córrego da Estrada da Pompéia

Trecho entre as pontes das ruas s/n e João Ramalho

Dados do Canal Existente

Seção Aproximada - Base (m)	2.00
Seção Aproximada - Altura (m)	3.00
Extensão (m)	126.00
Taludes - Inclinação Aproximada 1,00 V : ___ H	1.00

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
1	Pavimentação de Vias Laterais			
	Número de marginais		un.	
	Comprimento - C	0.00	m	
	Largura - L	1.00	m	
	Altura da Base de Macadame Hidráulico	0.40	m	
	Altura da Base de Bica Corrida	0.10	m	
	Altura da Base de Macadame Betuminoso	0.10	m	
	Espessura de Revestimento - PMQ	0.05	m	
	Largura de Sarjeta	0.40	m	
	DMT - Transporte de PMQ	10.00	km	
2	Canalização em Concreto			
	Comprimento - C	0.00	m	
	Altura - H	1.00	m	
	Largura - L	1.00	m	
	Espessura das Paredes - e	0.30	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Base de Brita - e	0.10	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante		m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante		m	
3	Canalização em Gabião Caixa - Fundo em Gabião Saco			
	Comprimento - C	126.00	m	
	Altura - H	3.00	m	
	Largura - L	7.00	m	
	Largura da Base - B	7.00	m	
	Extensão do Revestimento de Fundo - Gabião Tipo Saco	100.00	m	
	Camada de Areia - e	0.10	m	
	Camada de Brita - e	0.10	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Topo	100.00	m	
4	Extensão de Revestimento com Argamassa - Muros	100.00	m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Fundo	0.00	m	
	Acabamentos			
	Extensão de canaletas meia-cana Ø 0,30m		m	
	Plantio de Grama em Taludes - Largura	1.50	m	
5	Mureta de proteção - Bordas do Canal (2x) (0=Defesa)	200.00	m	
	Área de Passeios Laterais - L = 1,50m		m2	
	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Trasnporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f (vol.concreto))	75.00	kg/m3	
Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)		3,316,187.06		
Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)		298,456.84		
Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)		198,971.22		
Custo Estimado Total		3,813,615.12		

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos

Ação : Canalização de Córrego - Seção Retangular em Concreto Armado

Local : Córrego da Estrada da Pompéia

Trecho entre as pontes das ruas s/n e João Ramalho

Dados do Canal Existente

Seção Aproximada - Base (m)	2.00
Seção Aproximada - Altura (m)	2.50
Extensão (m)	126.00
Taludes - Inclinação Aproximada 1,00 V : ___ H	1.00

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
1	Pavimentação de Vias Laterais			
	Número de marginais		un.	
	Comprimento - C	0.00	m	
	Largura - L	1.00	m	
	Altura da Base de Macadame Hidráulico	0.40	m	
	Altura da Base de Bica Corrida	0.10	m	
	Altura da Base de Macadame Betuminoso	0.10	m	
	Espessura de Revestimento - PMQ	0.05	m	
	Largura de Sarjeta	0.40	m	
	DMT - Transporte de PMQ	10.00	km	
2	Canalização em Concreto			
	Comprimento - C	126.00	m	
	Altura - H	3.00	m	
	Largura - L	5.50	m	
	Espessura das Paredes - e	0.30	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Base de Brita - e	0.10	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante		m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante		m	
3	Canalização em Gabião Caixa - Fundo em Gabião Saco			
	Comprimento - C	0.00	m	
	Altura - H	7.00	m	
	Largura - L	3.00	m	
	Largura da Base - B	7.00	m	
	Extensão do Revestimento de Fundo - Gabião Tipo Saco	100.00	m	
	Camada de Areia - e	0.10	m	
	Camada de Brita - e	0.10	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Topo		m	
4	Extensão de Revestimento com Argamassa - Muros		m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Fundo	0.00	m	
	Acabamentos			
	Extensão de canaletas meia-cana Ø 0,30m		m	
	Plantio de Grama em Taludes - Largura	1.50	m	
5	Mureta de proteção - Bordas do Canal (2x) (0=Defesa)	200.00	m	
	Área de Passeios Laterais - L = 1,50m		m2	
	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Trasnporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f (vol.concreto))	75.00	kg/m3	
Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)		1,385,774.89		
Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)		124,719.74		
Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)		83,146.49		
Custo Estimado Total		1,593,641.13		

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos

Ação : Implantação de Ponte e Canal Retangular em Concreto Armado

Local : Córrego da Estrada da Pompéia

Ponte da Rua João Ramalho

Dados do Canal Existente

Seção Aproximada - Base (m)	5.00
Seção Aproximada - Altura (m)	2.50
Extensão (m)	7.00
Taludes - Inclinação Aproximada 1,00 V : ____ H	1.00

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
1	Pavimentação de Via sobre a Ponte			
	Comprimento - C : Transversal ao Fluxo	15.00	m	
	Largura - L: Direção do Fluxo	7.00	m	
	Altura da Base de Macadame Hidráulico		m	
	Altura da Base de Bica Corrida	0.10	m	
	Altura da Base de Macadame Betuminoso	0.10	m	
	Espessura de Revestimento - PMQ	0.05	m	
	Largura de Sarjeta	0.40	m	
2	Canalização em Concreto - Seção Retangular			
	Comprimento - C	7.00	m	
	Altura - H	3.00	m	
	Largura - L	5.50	m	
	Espessura das Paredes - e	0.30	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Base de Brita - e	0.10	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante	10.00	m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante	10.00	m	
3	Canalização em Gabião Caixa - Fundo em Gabião Saco			
	Comprimento - C	0.00	m	
	Altura - H		m	
	Largura - L		m	
	Extensão do Revestimento de Fundo - Gabião Tipo Saco		m	
	Camada de Areia - e	0.10	m	
	Camada de Brita - e	0.10	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Topo	0.00	m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Muros	0.00	m	
4	Ponte			
	Comprimento - Direção do Fluxo	7.00	m	
	Largura - L - Transversal ao Fluxo	15.00	m	
	Altura - H	3.50	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Base de Brita - e	0.20	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante		m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante	0.00	m	
	Espessura da Parede - Muro Ala	0.30	m	
4	Taxa de Armadura - Muro Ala	70.00	kg/m3	
	Acabamentos			
	Extensão de canaletas meia-cana Ø 0,30m	0.00	m	
	Plantio de Grama em Taludes - Largura	0.00	m	
	Área de Passeios Laterais - L = 1,50m		m2	
5	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Transporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f(vol.concreto))	75.00	kg/m3	
	Densidade de Aço para Armação - Ponte	150.00	kg/m3	
	Estacas - Comprimento	15.00	m	
	Estacas - Unidades / Bloco	4.00	un	
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)		564,836.79		
Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)		50,835.31		
Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)		33,890.21		
Custo Estimado Total		649,562.31		

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos

Ação : Canalização de Córrego - Seção Retangular em Gabião Tipo Caixa

Local : Córrego da Estrada da Pompéia

Trecho entre as pontes da rua João Ramalho e Av. XV de Agosto

Dados do Canal Existente

Seção Aproximada - Base (m)	3.00
Seção Aproximada - Altura (m)	3.00
Extensão (m)	353.00
Taludes - Inclinação Aproximada 1,00 V : ____ H	1.00

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
1	Pavimentação de Vias Laterais			
	Número de marginais		un.	
	Comprimento - C		m	
	Largura - L		m	
	Altura da Base de Macadame Hidráulico	0.40	m	
	Altura da Base de Bica Corrida	0.10	m	
	Altura da Base de Macadame Betuminoso	0.10	m	
	Espessura de Revestimento - PMQ	0.05	m	
	Largura de Sarjeta	0.40	m	
	DMT - Transporte de PMQ	10.00	km	
2	Canalização em Concreto			
	Comprimento - C		m	
	Altura - H		m	
	Largura - L		m	
	Espessura das Paredes - e	0.30	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Base de Brita - e	0.10	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante		m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante		m	
3	Canalização em Gabião Caixa - Fundo em Gabião Saco			
	Comprimento - C	353.00	m	
	Altura - H	3.00	m	
	Largura - L	7.00	m	
	Largura da Base - B	7.00	m	
	Extensão do Revestimento de Fundo - Gabião Tipo Saco	353.00	m	
	Camada de Areia - e	0.10	m	
	Camada de Brita - e	0.10	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Topo	353.00	m	
4	Extensão de Revestimento com Argamassa - Muros	353.00	m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Fundo		m	
	Acabamentos			
	Extensão de canaletas meia-cana Ø 0,30m		m	
	Plantio de Grama em Taludes - Largura		m	
5	Mureta de proteção - Bordas do Canal (2x) (0=Defesa)		m	
	Área de Passeios Laterais - L = 1,50m		m2	
	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Trasnporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f (vol.concreto))	75.00	kg/m3	
Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)		10,803,920.94		
Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)		972,352.88		
Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)		648,235.26		
Custo Estimado Total		12,424,509.08		

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos

Ação : Canalização de Córrego - Seção Retangular em Concreto Armado

Local : Córrego da Estrada da Pompéia

Trecho entre as pontes da rua João Ramalho e Av. XV de Agosto

Dados do Canal Existente

Seção Aproximada - Base (m)	3.00
Seção Aproximada - Altura (m)	3.00
Extensão (m)	353.00
Taludes - Inclinação Aproximada 1,00 V : ____ H	1.00

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
1	Pavimentação de Vias Laterais			
	Número de marginais		un.	
	Comprimento - C		m	
	Largura - L		m	
	Altura da Base de Macadame Hidráulico	0.40	m	
	Altura da Base de Bica Corrida	0.10	m	
	Altura da Base de Macadame Betuminoso	0.10	m	
	Espessura de Revestimento - PMQ	0.05	m	
	Largura de Sarjeta	0.40	m	
	DMT - Transporte de PMQ	10.00	km	
2	Canalização em Concreto			
	Comprimento - C	353.00	m	
	Altura - H	3.00	m	
	Largura - L	5.50	m	
	Espessura das Paredes - e	0.35	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Base de Brita - e	0.10	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante		m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante		m	
3	Canalização em Gabião Caixa - Fundo em Gabião Saco			
	Comprimento - C		m	
	Altura - H		m	
	Largura - L		m	
	Largura da Base - B		m	
	Extensão do Revestimento de Fundo - Gabião Tipo Saco		m	
	Camada de Areia - e	0.10	m	
	Camada de Brita - e	0.10	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Topo		m	
4	Extensão de Revestimento com Argamassa - Muros		m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Fundo		m	
	Acabamentos			
	Extensão de canaletas meia-cana Ø 0,30m		m	
	Plantio de Grama em Taludes - Largura		m	
5	Mureta de proteção - Bordas do Canal (2x) (0=Defesa)		m	
	Área de Passeios Laterais - L = 1,50m		m2	
	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Trasnporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f (vol.concreto))	75.00	kg/m3	
Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)		3,256,655.32		
Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)		293,098.98		
Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)		195,399.32		
Custo Estimado Total		3,745,153.61		

Estimativa de Custos - Implantação de Elementos de Infraestrutura para Córregos

Ação : Implantação de Ponte e Canal Retangular em Concreto Armado

Local : Av. XV de Agosto

Dados do Canal Existente

Seção Aproximada - Base (m)	2.00
Seção Aproximada - Altura (m)	3.00
Extensão (m)	12.00
Taludes - Inclinação Aproximada 1,00 V : ____ H	1.00

Dados do Projeto

Item	Descrição	Quantidade	Unidade	Observação
1	Pavimentação de Via sobre a Ponte			
	Comprimento - C : Transversal ao Fluxo	15.00	m	
	Largura - L: Direção do Fluxo	12.00	m	
	Altura da Base de Macadame Hidráulico		m	
	Altura da Base de Bica Corrida	0.10	m	
	Altura da Base de Macadame Betuminoso	0.10	m	
	Espessura de Revestimento - PMQ	0.05	m	
	Largura de Sarjeta	0.40	m	
2	Canalização em Concreto - Seção Retangular			
	Comprimento - C	12.00	m	
	Altura - H	3.00	m	
	Largura - L	5.50	m	
	Espessura das Paredes - e	0.30	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
	Base de Brita - e	0.10	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
3	Canalização em Gabião Caixa - Fundo em Gabião Saco			
	Comprimento - C		m	
	Altura - H		m	
	Largura - L		m	
	Extensão do Revestimento de Fundo - Gabião Tipo Saco		m	
	Camada de Areia - e	0.10	m	
	Camada de Brita - e	0.10	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
4	Extensão de Revestimento com Argamassa - Topo	0.00	m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Muros	0.00	m	
	Extensão de Revestimento com Argamassa - Fundo	0.00	m	
	Ponte			
	Comprimento - Direção do Fluxo	12.00	m	
	Largura - L - Transversal ao Fluxo	15.00	m	
	Altura - H	3.50	m	
	Base de Rachão - e	0.50	m	
4	Base de Brita - e	0.20	m	
	Base de Concreto Magro	0.10	m	
	Comprimento - Muro Ala - Montante		m	
	Comprimento - Muro Ala - Jusante	10.00	m	
	Espessura da Parede - Muro Ala	0.30	m	
	Taxa de Armadura - Muro Ala	70.00	kg/m3	
	Acabamentos			
	Extensão de canaletas meia-cana Ø 0,30m	0.00	m	
5	Plantio de Grama em Taludes - Largura	0.00	m	
	Área de Passeios Laterais - L = 1,50m		m2	
	Padrões			
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Fator de Empolamento	1.30	un.	
	Espessura de Solo Mole	0.50	m	
	DMT - Solo Mole	10.00	km	
	% Reaproveitamento de Solo (Reaterro)	0.00	%	
	DMT - Transporte de Terra	10.00	km	
	Armadura (f(vol.concreto))	75.00	kg/m3	
	Densidade de Aço para Armação - Ponte	150.00	kg/m3	
	Estacas - Comprimento	15.00	m	
	Estacas - Unidades / Bloco	4.00	un	
	Espaçamento entre Furos de Sondagem	60.00	m	
	Custo Estimado - R\$ (com BDI 20% = 20% Eventuais)	935,483.31		
	Custo Estimado com os projetos básico e executivo - R\$ (9%)	84,193.50		
	Custo Estimado com o gerenciamento da obra - R\$ (6%)	56,129.00		
	Custo Estimado Total	1,075,805.81		