


CONTRATO - CP-12/2012_PI-2012/21040



**ELABORAÇÃO DE ESTUDO DE CONCEPÇÃO
DE DRENAGEM URBANA DA BACIA DO
URUGUAI EM PASSO FUNDO-RS**

**RELATÓRIO 04 e 05 – PROPOSIÇÃO DE ALTERNATIVAS
TÉCNICAS DE CONCEPÇÃO E ORÇAMENTOS ESTIMADOS**

OUT/2015

00	29/10/2015	EMISSÃO INICIAL	FS	RDF	AV
REV	DATA	NATUREZA DA REVISÃO	ELAB.	VERIF.	APROV
CLIENTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSO FUNDO					
CONTRATO: Nº CP-12/2012_PI-2012/21040					
OBRA: ELABORAÇÃO DE ESTUDO DE CONCEPÇÃO DE DRENAGEM URBANA DA BACIA DO URUGUAI EM PASSO FUNDO-RS					
TÍTULO: RELATÓRIOS 04 E 05 – PROPOSIÇÃO DE ALTERNATIVAS TÉCNICAS DE CONCEPÇÃO E ORÇAMENTOS ESTIMADOS					
ELABORAÇÃO: Felipe Sartor			VERIF.: Ricardo Dal Farra		APROV.: Arilson Volken
CÓDIGO: PT-0216-001				 <p>BECK DE SOUZA ENGENHARIA LTDA</p>	
DATA: 29/10/2015					

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	9
2.	ÁREA DE ABRANGÊNCIA	13
3.	ETAPAS DE TRABALHO PREVISTAS.....	16
4.	ESTUDO DE ALTERNATIVAS.....	19
4.1.	PONTOS CRÍTICOS DE INUNDAÇÃO	19
4.2.	METODOLOGIA	22
4.2.1.	Caracterização Hidrológica de Passo Fundo - RS	22
4.2.2.	Hydrografia da bacia do Uruguai	24
4.2.3.	Parâmetro Hidrológico - Curve Number.....	27
4.2.4.	Chuvas de Projeto	34
4.2.5.	Modelos de Simulação	34
4.2.6.	Riscos de Avaliação	35
4.2.7.	Modelagem Numérica do Terreno das Bacias em Estudo.....	35
4.3.	RESUMO DO DIAGNÓSTICO DO CENÁRIO ATUAL	36
5.	PROPOSIÇÃO DE ALTERNATIVAS.....	40
5.1.	ALTERNATIVA 1	41
5.1.1.	Estimativa de Custos.....	42
5.2.	ALTERNATIVA 2	47
5.2.1.	Estimativa de Custos.....	48
5.3.	ALTERNATIVA 3	48
5.3.1.	Modificações.....	49
5.3.2.	Estimativa de Custos.....	64
5.3.3.	Supressão da Vegetação	66
5.4.	ALTERNATIVA 4	67
5.4.1.	Modificações.....	67
5.4.2.	Estimativa de Custos.....	81
5.5.	PROPOSIÇÕES NECESSÁRIAS AOS DEMAIS AFLUENTES	83
5.5.1.	Afluente 3.....	83
5.5.2.	Afluente 10.....	85
5.5.3.	Afluente 11.....	86
5.5.4.	Afluente 18.....	87
5.5.5.	Arroio Centenário	89

5.5.6. Estimativa de Custos.....	91
5.6. PROPOSIÇÕES DA REDE DE MICRODRENAGEM	91
5.6.1. METODOLOGIA DO ORÇAMENTO	92
5.6.1. ESTIMATIVA DE CUSTO	94
6. SELEÇÃO DA ALTERNATIVA	96
7. ANEXOS.....	99
7.1. PEÇAS GRÁFICAS	99
7.2. ORÇAMENTOS DAS PROPOSIÇÕES DA ALTERNATIVA 3	100
7.3. ORÇAMENTOS DAS PROPOSIÇÕES DA ALTERNATIVA 4	101
7.4. ORÇAMENTOS DAS PROPOSIÇÕES DOS DEMAIS AFLUENTES	102
7.5. ORÇAMENTOS DAS PROPOSIÇÕES DA REDE DE MICRODRENAGEM.....	103

SUMÁRIO

Figura 1 - Município e Área Urbana de Passo Fundo.....	13
Figura 2 - Rio Passo Fundo e Afluentes na Área Urbana do Município	14
Figura 3 - Fluxograma das Etapas de Trabalho Sugeridas.	17
Figura 4 - Áreas críticas de inundações e alagamentos segundo histórico de chuvas.	21
Figura 5 - Bacias Hidrográficas na Bacia do Rio Uruguai.....	23
Figura 6 - Cursos d'água na bacia do Rio Uruguai.....	26
Figura 7 - Coeficiente Curve Number – Cenário Atual da Área em Estudo.	28
Figura 8 - Coeficientes CN Atual Ponderado por sub-bacia no município de Passo Fundo.	29
Figura 9 - Coeficiente Curve Number – Cenário Futuro da Área em Estudo	31
Figura 10 - Coeficientes CN Futuro Ponderado por sub-bacia no município de Passo Fundo.	32
Figura 11 - Comparação dos Coeficientes Curve Number – CN.....	33
Figura 12 - Rio Passo Fundo, Arroios e Afluentes considerados na modelagem.	35
Figura 13 - Modelo do Terreno da Bacia do Rio Passo Fundo e seus contribuintes.	36
Figura 14 - Preços e custos da construção de edificações por m ²	41
Figura 15 - Manchas de Inundação e edificações afetadas para Alternativa 1.	43
Figura 16 – Localização da Bacia RPF1.....	51
Figura 17 – Localização da Bacia RPF2.....	52
Figura 18 – Localização da Bacia RPF3.....	52
Figura 19 – Localização da Bacia RPF4.....	53
Figura 20 – Localização da Bacia RPF5.....	54
Figura 21 – Localização da Bacia ASA1.....	54
Figura 22 – Localização da Bacia ASA2.....	55
Figura 23 – Localização da Bacia ASA3.....	55
Figura 24 – Localização da Bacia ASA4.....	56
Figura 25 – Localização do Canal RPF1.	56
Figura 26 – Localização do Canal RPF2.	57
Figura 27 – Localização do Canal RPF3.	58
Figura 28 – Localização do Canal RPF4.	58
Figura 29 – Localização do Canal RPF5.	59
Figura 30 – Localização do Canal RPF6.	60
Figura 31 – Localização do Canal ASA1.	60
Figura 32 – Localização do Canal ASA2.	61
Figura 33 – Localização do Canal ASA3.	62
Figura 34 – Dragagem do Rio Passo Fundo.....	63
Figura 35 – Localização da Bacia RPF1.....	67
Figura 36 – Localização da Bacia RPF2.....	68
Figura 37 – Localização da Bacia RPF3.....	68
Figura 38 – Localização da Bacia RPF4.....	69

Figura 39 – Localização da Bacia ASA1.....	70
Figura 40 – Localização da Bacia ASA2.....	70
Figura 41 – Localização da Bacia ASA3.....	71
Figura 42 – Localização do Canal RPF1.....	71
Figura 43 – Localização do Canal RPF2.....	72
Figura 44 – Localização do Canal RPF3.....	72
Figura 45 – Localização do Canal RPF4.....	73
Figura 46 – Localização do Canal RPF5.....	74
Figura 47 – Localização do Canal ASA1.....	75
Figura 48 – Localização do Canal ASA2.....	75
Figura 49 – Localização do Canal ASA3.....	76
Figura 49 – Localização canais 1 a 7 a serem adequados.....	77
Figura 50 – Localização da Ponte RPF1.....	78
Figura 51 – Localização da Ponte RPF2.....	78
Figura 52 – Localização da Ponte RPF3.....	79
Figura 53 – Localização da Ponte ASA1.....	79
Figura 54 – Localização da Ponte ASA2.....	80
Figura 55 – Localização da Ponte ASA3.....	80
Figura 56 – Localização da Ponte ASA4.....	81
Figura 57 – Localização da Ponte ASA5.....	81
Figura 58 - Afluente 3 - Travessia 2.....	84
Figura 59 - Afluente 3 - Travessia 3.....	84
Figura 60 - Afluente 8 - Travessia 1.....	85
Figura 61 - Afluente 10 - Travessia 1.....	86
Figura 62 - Afluente 11 - Dragagem.....	87
Figura 63 - Afluente 18 - Travessia 2.....	88
Figura 64 - Afluente 18 - Travessia 4.....	88
Figura 65 - Arroio Centenário - Travessia 1.....	89
Figura 66 - Arroio Centenário - Travessia 2.....	90
Figura 67 - Arroio Centenário - Travessia 6.....	90

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características Físicas da Bacia do Rio Uruguai.	24
Tabela 2 - Estações Pluviométricas Existentes na Região de Passo Fundo.	34
Tabela 3 - Cenários Atual - Considerações Quanto Simulação do Sistema.	36
Tabela 4 - Área das edificações e prejuízos por inundações em TRs de 5 e 10 anos – Alt. 1.	44
Tabela 5 - Área das edificações e prejuízos por inundações em TRs de 25 e 50 anos - Alt. 1.	45
Tabela 6 - Resultados adquiridos para reconstrução de edificações atingidas por inundação.....	46
Tabela 7 - Edificações atingidas pela mancha de Inundação.....	47
Tabela 8 - Edificações atingidas pela mancha de Inundação.....	48
Tabela 9 - Custos estimados para Alternativa 3.	65
Tabela 10 - Características dos Reservatórios - Alternativa 3.....	66
Tabela 11 - Supressão de mata prevista na Alternativa 3.	66
Tabela 12 - Custos estimados para Alternativa 4.	82
Tabela 13 - Características dos Reservatórios - Alternativa 4.....	83
Tabela 14 - Custos estimados para os demais Afluentes.....	91
Tabela 15 - Quantitativo de redes de Microdrenagem implantar.....	92
Tabela 16 - Custo de redes de Microdrenagem implantar.....	94
Tabela 17 - Custos das Alternativas.	96

1. INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

O município de Passo Fundo localiza-se sobre as bacias do Uruguai e do Jacuí, sendo que sua área urbana está assente exatamente sobre o divisor de águas das referidas bacias.

O Rio Passo Fundo constitui o curso d'água mais caudaloso que corta a malha urbana do município, e representa um elemento historicamente fundamental. Faz parte da memória viva de toda a cidade e seu resgate em termos de convívio com a população se torna justificativa relevante em termos de implementação de ações visando sua sustentabilidade, haja vista a crescente pressão exercida pela urbanização e a consequente degradação de suas condições naturais.

Conforme o Plano Ambiental (2004), o município de Passo Fundo tem sua origem no distrito de Povinho Velho, possuindo 3,9 km de extensão no perímetro urbano e 48,6 km de extensão em trecho não urbanizado. Tem 200 km de cursos d'água e faz parte da bacia hidrográfica do Passo Fundo, que deságua no rio Uruguai.

Os principais tributários da margem direita são o arroio Miranda, o arroio Butiá, com seus afluentes: Bugio, Guaraguatá e Bugre, e o arroio Falcão, com seu afluente Teixeira. À margem esquerda, conta com o Passo da Areia, o Cedro, o Sarandi e o Arroio da Entrada.

Entre os principais impactos ambientais negativos gerados pela crescente urbanização acelerada dissociada de um planejamento e fiscalização quanto ao uso do solo, destacam-se:

- Ocupação inconsequente dos fundos de vale;
- Lançamento dos esgotos sem tratamento;
- Lançamento de resíduos sólidos;
- Canalização dos cursos d'água sem devido planejamento;
- Sub-dimensionamento da rede de drenagem, ou mesmo ausência de critério para implantação de dispositivos de drenagem;
- Ocupação urbana além das taxas de impermeabilização previstas pelo Plano Diretor Urbanístico;
- Perda das Áreas de Preservação Permanente – APP, pela ocupação urbana e/ou degradação;
- Manutenção corretiva das estruturas de drenagem, sem devida manutenção preventiva;
- Degradação das redes de drenagem existentes pela presença de esgotos sem tratamento;

O Município, com base no Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) 2 do Ministério das Cidades, especificamente da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, inscrito através da Carta Consulta 477.5.1106/2010, contratou este estudo de concepção para apresentação de soluções que envolvam os aspectos de manejo sustentável das águas urbanas, para a bacia do Uruguai.

O objetivo geral do presente trabalho é a elaboração de estudo de concepção de drenagem urbana sustentável na parcela do perímetro urbano pertencente à Bacia do Uruguai, no município de Passo Fundo-RS, com vistas a indicar as soluções adequadas em se tratando do manejo das águas pluviais e drenagem sustentável.

O presente volume apresenta os RELATÓRIOS 04 E 05 – Proposição de Alternativas Técnicas de Concepção e Orçamentos Estimados.

Inicialmente identificam-se alguns estudos existentes que embasam soluções visando o planejamento da drenagem contemplando a bacia de contribuição como unidade de planejamento, embora não cheguem a conclusões quanto às melhores alternativas para solução definitiva dos problemas de inundações frequentes diagnosticados.

Foram definidas e caracterizadas as microbacias que contemplem todos os cursos d'água urbanos e seus afluentes, independente da dimensão dos mesmos, incluindo a natureza do sistema de drenagem.

Entre outras informações apresentadas na sequência destacam-se:

- Alternativas de concepção do projeto para controle dos impactos para o cenário atual e futuro;
- Identificação dos locais onde deverão ser realizadas as intervenções para controle dos impactos;
- Análise e viabilidade dos aspectos ambientais das soluções;
- Análise de viabilidade técnico-econômica para implantação das intervenções;
- Estimativa de custos e benefícios com a implantação do projeto;
- Mapeamento e quantificação dos prejuízos com relocações necessárias para as edificações dentro de Áreas de Preservação Permanente e cotas de inundações previstas.
- Análise da estrutura existente do sistema de drenagem urbana que sofrerão alterações e que permanecerão como se encontram atualmente;
- Sugestões gerais de medidas necessárias a serem adotadas;
- Comportamento futuro das inundações sem a implantação do projeto;
- Contornos e cotas das linhas de inundação atuais com os respectivos tempos de recorrência e prejuízos;

- Impactos econômicos e sociais: ônus causados à população e à administração pública pelas inundações.

No item Peças Gráficas apresentam-se as plantas que ilustram em detalhe as informações listadas anteriormente.

2. ÁREA DE ABRANGÊNCIA

2. ÁREA DE ABRANGÊNCIA

A área de abrangência do presente trabalho engloba as bacias de contribuição que compõem a área urbana do município de Passo Fundo, conforme Figura 1, mais precisamente a parcela que drena as águas superficiais para o Rio Uruguai, desde o Rio Passo Fundo, incluindo seus afluentes.

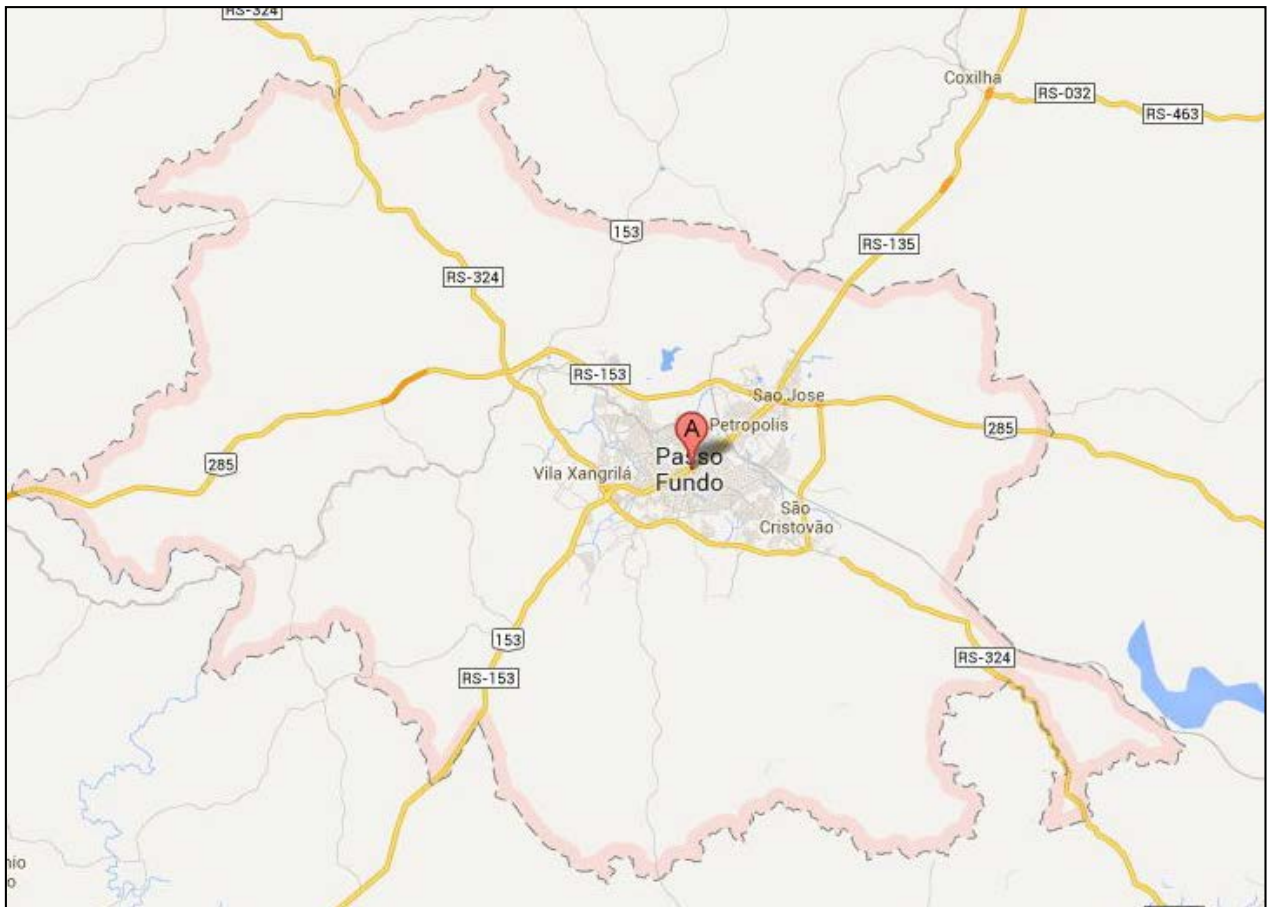


Figura 1 - Município e Área Urbana de Passo Fundo.

Fonte: Google Maps.

A Figura 2 apresenta em detalhe uma parcela da Bacia do Rio Passo Fundo, onde está inserida a área escopo deste trabalho.

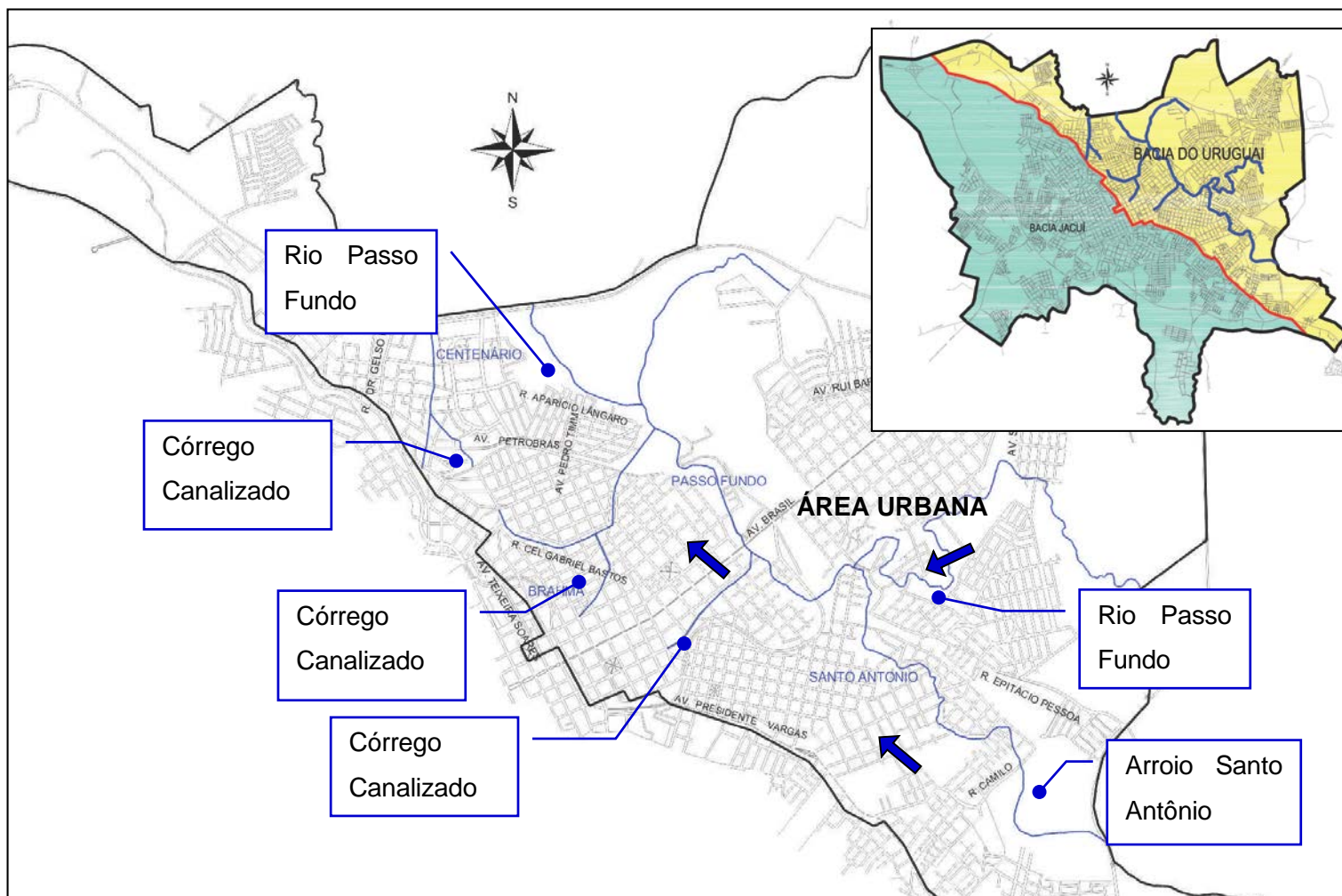


Figura 2 - Rio Passo Fundo e Afluentes na Área Urbana do Município

Fonte: PMPF - Adaptado pela Consultora.

3. ETAPAS DE TRABALHO PREVISTAS

3. ETAPAS DE TRABALHO PREVISTAS

Entre as etapas previstas para a elaboração do trabalho em escopo estão:

- Diagnóstico da situação atual na bacia hidrográfica / sub-bacia de drenagem.
 - Áreas afetadas e áreas alagadas;
 - Estrutura existente, capacidade / vida útil.
- Caracterização da Área de Influência Direta – AID:
 - Em relação aos meios: físico, biótico e antrópico;
 - Riscos de ocorrência de eventos pluviométricos intensos;
 - Interferências e ocupação em zonas da drenagem natural.
- Estudo Ambiental Preliminar – RAP;
- Proposição de alternativas técnicas de concepção;
 - Pré-dimensionamento
 - Estimativa de custo;
 - Seleção da alternativa recomendável;
- Indicação de estudos complementares apontando a ordem de prioridade das intervenções da alternativa recomendável a ser seguida quando do desenvolvimento do projeto básico e executivo.

O presente relatório apresenta as informações referentes à etapa denominada Proposição de Alternativas Técnicas de Concepção, onde serão formuladas as alternativas técnicas para controle dos impactos, considerando o sistema existente e sua integração com as soluções a serem propostas, e os Orçamentos Estimados.

A Figura 3 apresenta em forma de fluxograma a ordem das atividades propostas para a elaboração dos trabalhos em escopo.

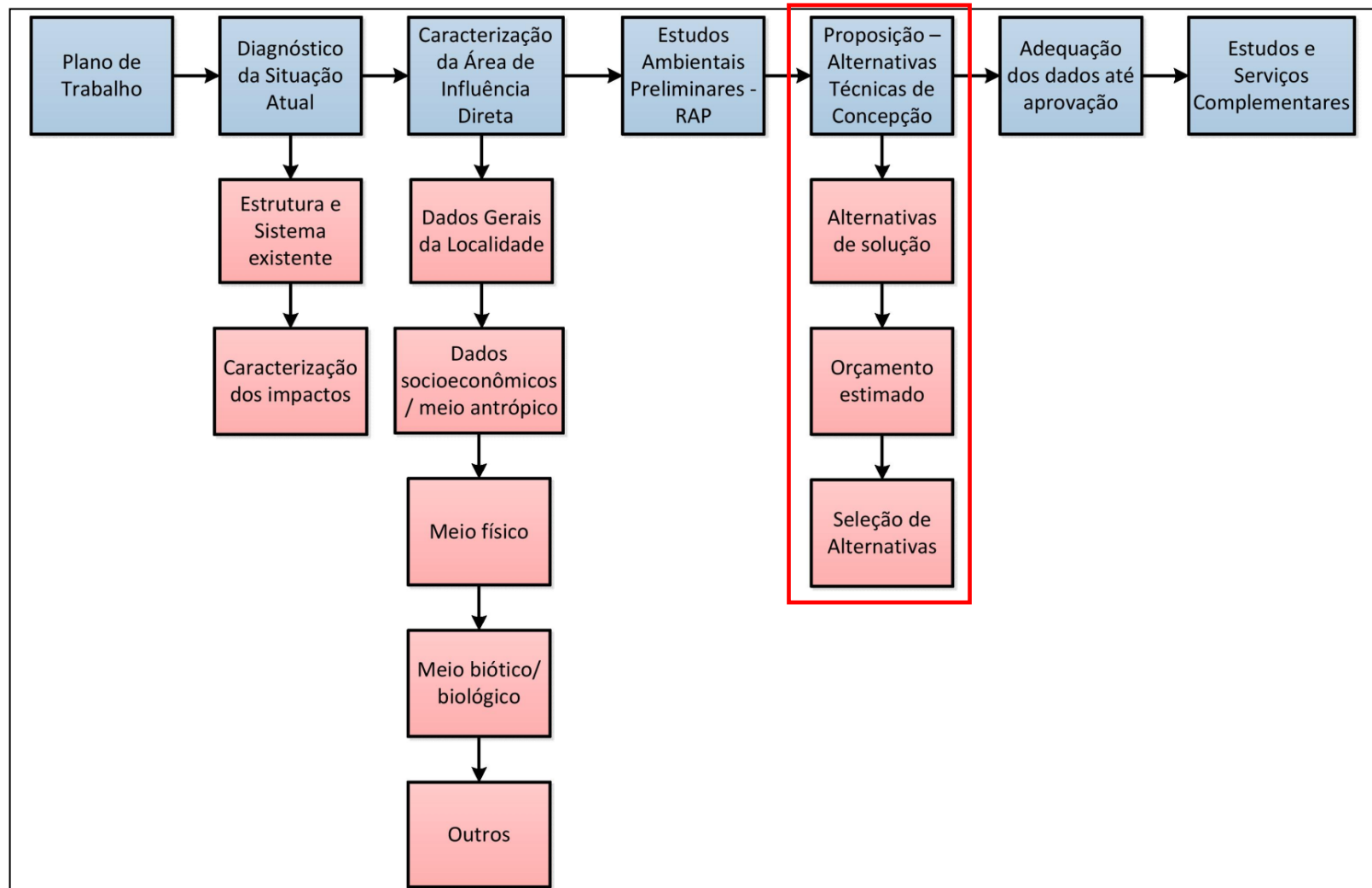


Figura 3 - Fluxograma das Etapas de Trabalho Sugeridas.

4. ESTUDO DE ALTERNATIVAS

4. ESTUDO DE ALTERNATIVAS

O presente Estudo de Alternativas tem como objetivo a apresentação de soluções tecnicamente viáveis para os problemas de inundação identificados pela etapa de diagnóstico, contemplando propostas estruturais para eventos chuvosos até 25 anos de tempo de retorno. A unidade de planejamento é a bacia hidrográfica.

As alternativas são descritas de maneira separada, realizando-se análises comparativas de tecnologias disponíveis, cujo objetivo principal é o controle das ocorrências das inundações na Bacia do Uruguai.

Para caracterização das alternativas propostas elaboraram-se concepções gerais, distribuídas espacialmente ao longo da bacia, com dimensionamento hidrológico e hidráulico para o pleno funcionamento dos dispositivos de drenagem projetados.

É relevante enfatizar que o estudo priorizou estudar as estruturas existentes, identificando suas capacidades de escoamento e indicando aquelas que podem ser aproveitadas no âmbito das alternativas projetadas, minimizando assim, portanto, efeitos e impactos às populações ribeirinhas consolidadas.

A escolha da melhor alternativa baseou-se na estimativa de custos de cada proposição, obtida pelo anteprojeto estabelecido neste estudo.

Nos memoriais descritivos apresentam-se os dimensionamentos hidráulico-hidrológicos de cada estrutura proposta, com estimativa de custos de implantação e proposição de cronograma de implantação.

Para as modelagens hidrodinâmicas do sistema de macrodrenagem foram empregados programas computacionais já apresentados pelo relatório do diagnóstico.

4.1. PONTOS CRÍTICOS DE INUNDAÇÃO

A localização dos pontos críticos de inundação apontados por técnicos da Prefeitura, com conhecimento dos principais locais que inundam com frequência, pode ser identificada na Figura 4 e em detalhes na Planta G31-DES-ACI-001-R00.

Entre as principais causas das inundações apontadas pelo Plano Municipal de Saneamento Básico estão:

- Migração da população para o centro urbano;
- Crescimento acelerado e desordenado da ocupação do solo;
- Desconsideração com as questões ambientais;
- Crescimento das áreas de ocupação informal;
- Especulação imobiliária;
- Construção junto às margens dos cursos d'água;

- Acúmulo de resíduos sólidos nas sarjetas e bocas de lobo;
- Lançamento de resíduos sólidos e esgoto doméstico sem tratamento prévio na rede de drenagem;
- Ocupação irregular das margens dos rios e próximo de banhados, consideradas áreas de preservação permanente;
- Inexistência ou sub-dimensionamento do sistema de drenagem em algumas áreas do município;
- Falta de manutenção preventiva do sistema;
- Execução de pavimentação asfáltica de vias sem um sistema de drenagem adequado.

Segundo DIDÓ/2013, a Defesa Civil municipal apontou para o período entre 2003 a 2013 no município a ocorrência de dois (02) registros de inundações, ambos ocorridos no mesmo ano, um em 10/01/2003 e outro em 15/12/2003, e ainda a Coordenadoria Estadual da Defesa Civil do Rio Grande do Sul (CEDEC-RS) identificou para o município a ocorrência de sete (07) eventos de inundações no período entre 1982 a 2011.

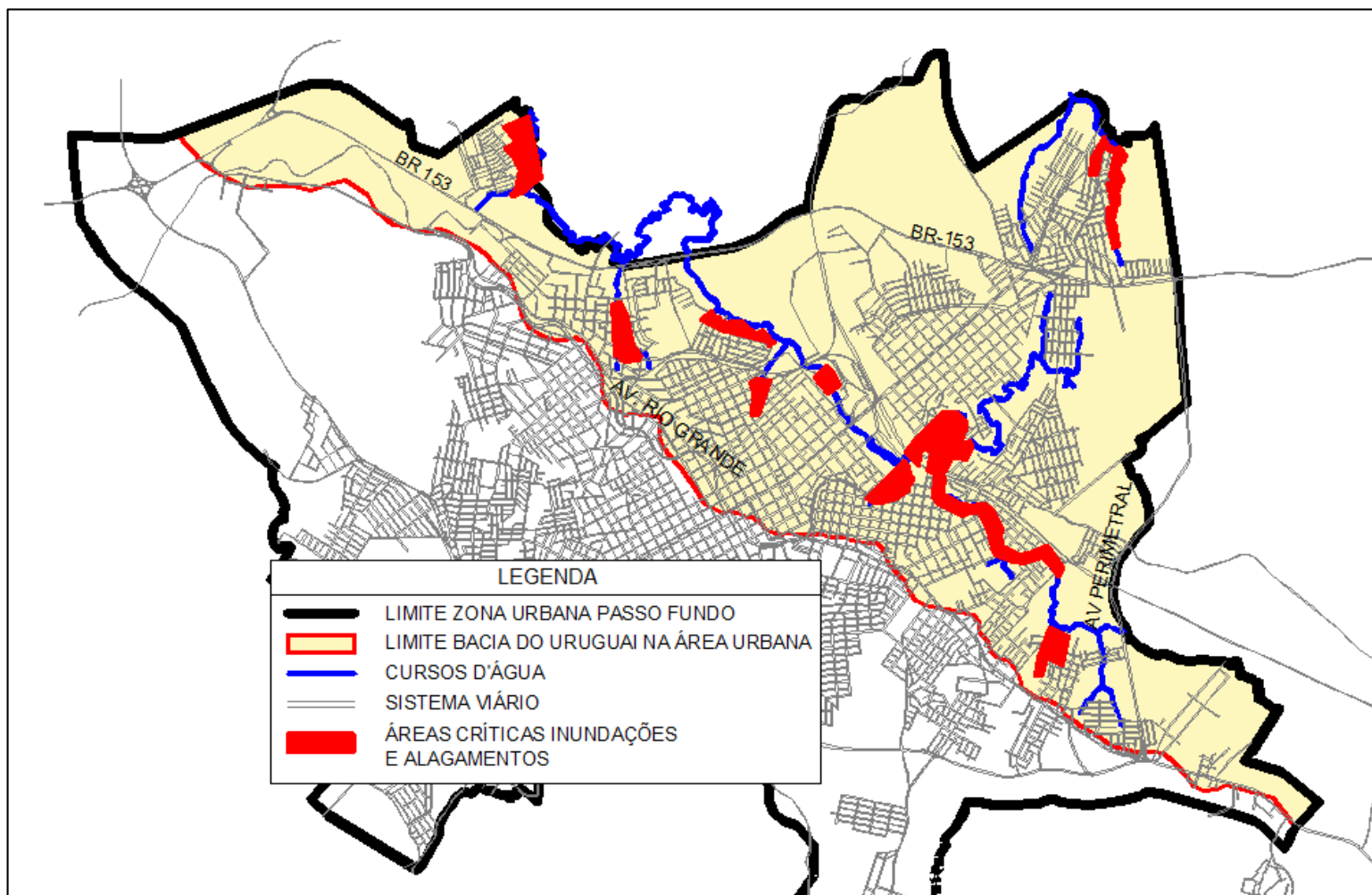


Figura 4 - Áreas críticas de inundações e alagamentos segundo histórico de chuvas.

Fonte: Adaptado da imagem de satélite (Junho/2014) e elaborado com base em informações obtidas junto a PMPF.

4.2. METODOLOGIA

Para fins de formulação das alternativas foram considerados os procedimentos inicialmente utilizados para elaboração do diagnóstico da situação atual na área em escopo, cuja premissa passa pelo funcionamento do sistema de drenagem da bacia do Uruguai como um todo.

Com base nestas considerações foram formuladas as alternativas específicas relacionadas ao rio Passo Fundo, seus afluentes e os problemas de inundação identificados. Em complemento, estabeleceram-se ações que foram julgadas necessárias no restante da bacia do Uruguai, visando o pleno funcionamento do sistema de drenagem da área em estudo.

4.2.1. Caracterização Hidrológica de Passo Fundo - RS

O estado do Rio Grande do Sul divide-se, basicamente, em dois grupos de cursos d'água, os que correm para o oceano Atlântico e os que correm para o Rio Uruguai. De acordo com VIEIRA (1984), o Rio Grande do Sul é drenado por uma densa malha hidrográfica, em que se destacam dois grandes coletores de água: o Rio Uruguai e o sistema Vacacaí-Jacuí.

No município de Passo Fundo estão presentes as nascentes de dois importantes rios do Rio Grande do Sul: o Rio Passo Fundo, que compõem a bacia hidrográfica do Uruguai e o Rio Jacuí, o maior dos rios que formam a bacia hidrográfica do Guaíba. O município é um divisor de águas dessas duas grandes bacias, e ainda em seu território estão presentes a Bacia do Rio da Várzea, Bacia Taquari-Antas e Bacia Apuaê-Inhandava.

Para a elaboração do estudo, a área urbana do município foi dividida em sub-bacias e denominadas conforme apresentado na Figura 5 e detalhadamente na planta G31-DES-BAU-001-R00. A Tabela 1 contempla os valores das características fisiográficas para cada sub-bacia em estudo.

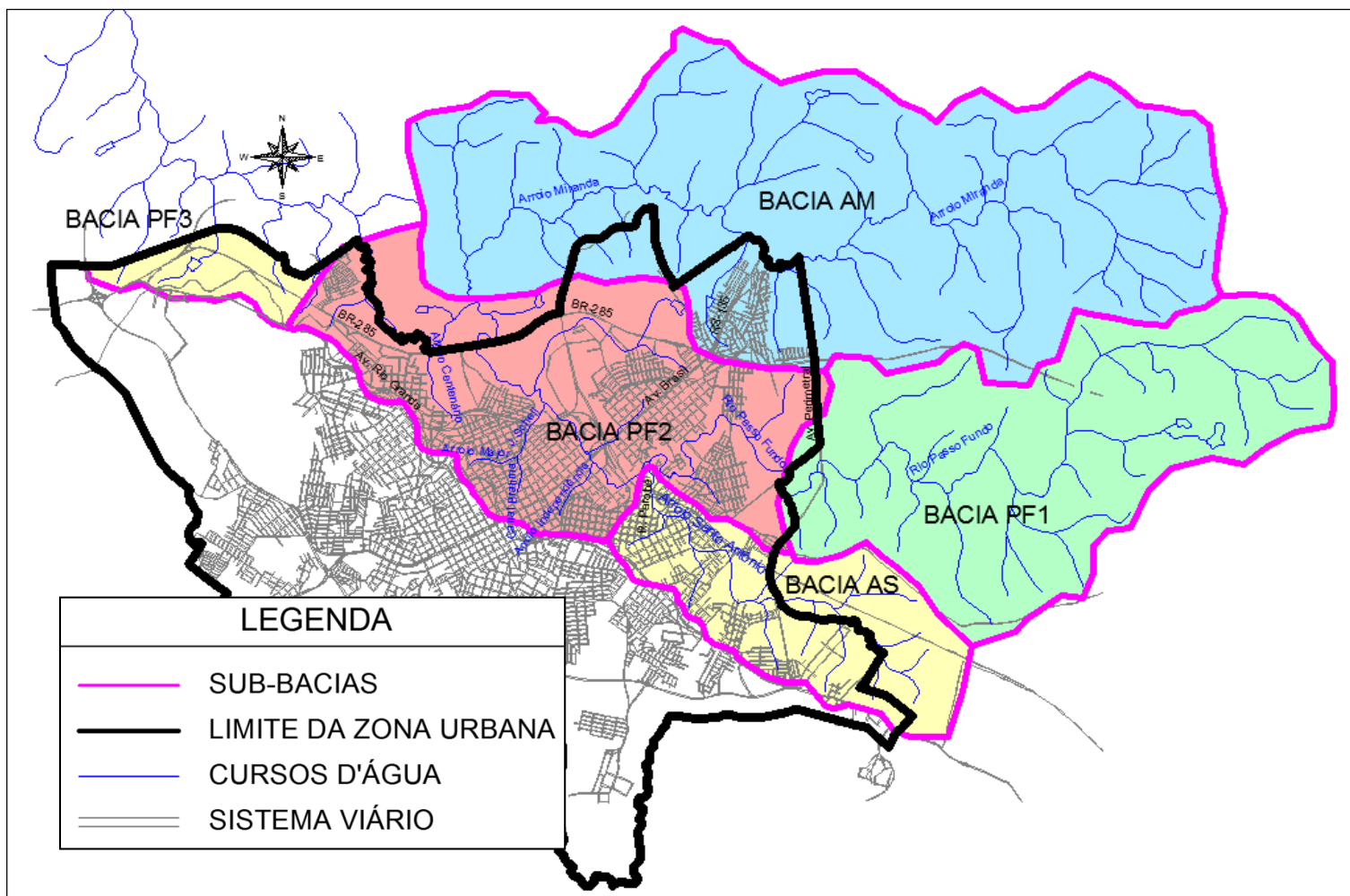


Figura 5 - Bacias Hidrográficas na Bacia do Rio Uruguai.

Fonte: Beck de Souza/2015.

Tabela 1 - Características Físicas da Bacia do Rio Uruguai.

BACIA	BACIA PF1	BACIA PF2	BACIA PF3	BACIA AM	BACIA AS
ÁREA (ha)	3.083,87	2.674,04	325,03	5.508,59	1.290,03
ÁREA ACUMULADA (ha)	3.083,87	12.556,52	325,03	5.508,59	1.290,03
L (m)	13.254,35	13.392,67	1.852,46	16.521,39	8.092,54
L ACUMULADO (m)	13.254,35	26.647,02	1.852,46	16.521,39	8.092,54
COTA MONTANTE (m)	809,24	726,12	689,50	793,25	784,19
COTA JUSANTE (m)	672,35	615,67	630,14	622,26	632,48
DECLIVIDADE MÉDIA (m/km)	10,33	8,25	32,04	10,35	18,75
PERÍMETRO (m)	27.470,64	52.094,64	10.484,40	38.849,59	17.320,89
FATOR DE FORMA	0,18	0,70	0,95	0,20	0,20
COEFICIENTE DE COMPACIDADE	1,39	1,30	1,63	1,47	1,35
EXTENSÃO TOTAL DOS RIOS (m)	47.710,59	180.409,67	4.589,16	81.595,05	18.533,39
DENSIDADE DE DRENAGEM (km/km ²)	1,55	1,44	1,41	1,48	1,44
TEMPO DE CONCENTRAÇÃO (min)	330,51	358,90	32,15	411,71	166,75

Fonte: Beck de Souza/2015.

4.2.2. Hidrografia da bacia do Uruguai

A área urbana do município de Passo Fundo foi dividida em duas bacias hidrográficas distintas: a do Rio Uruguai, objeto desse estudo, e a do Rio Jacuí. Ambos os rios possuem nascentes no município de Passo Fundo.

A bacia do Rio Uruguai na área urbana de Passo Fundo possui seis cursos d'água, a saber:

- Arroio Centenário;
- Arroio Miranda;
- Arroio Major João Schell;
- Arroio Independência;
- Arroio Santo Antônio;
- Rio Passo Fundo;
- Canal da Brahma (Canal Fechado).

Encontra-se na Figura 6, a localização dos referidos cursos d'água na área urbana de Passo Fundo.

De acordo com a divisão do Sistema Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul (SERH-RS), a área em estudo pertence à Região Hidrográfica do Uruguai e ocupam parte da Unidade Hidrográfica Passo Fundo (U020).

Um importante curso D'água na Bacia do Rio Uruguai é o Arroio Santo Antônio que tem como característica natural o escoamento da região sudeste até a confluência com o Rio Passo Fundo pela margem esquerda.

O Rio Passo Fundo é um contribuinte da Bacia do Rio Uruguai pela margem esquerda, drenando a região leste, passando pelo centro e escoando no sentido norte, recebendo contribuições de todos os outros cursos d'água da Bacia, até desembocar no Rio Uruguai.

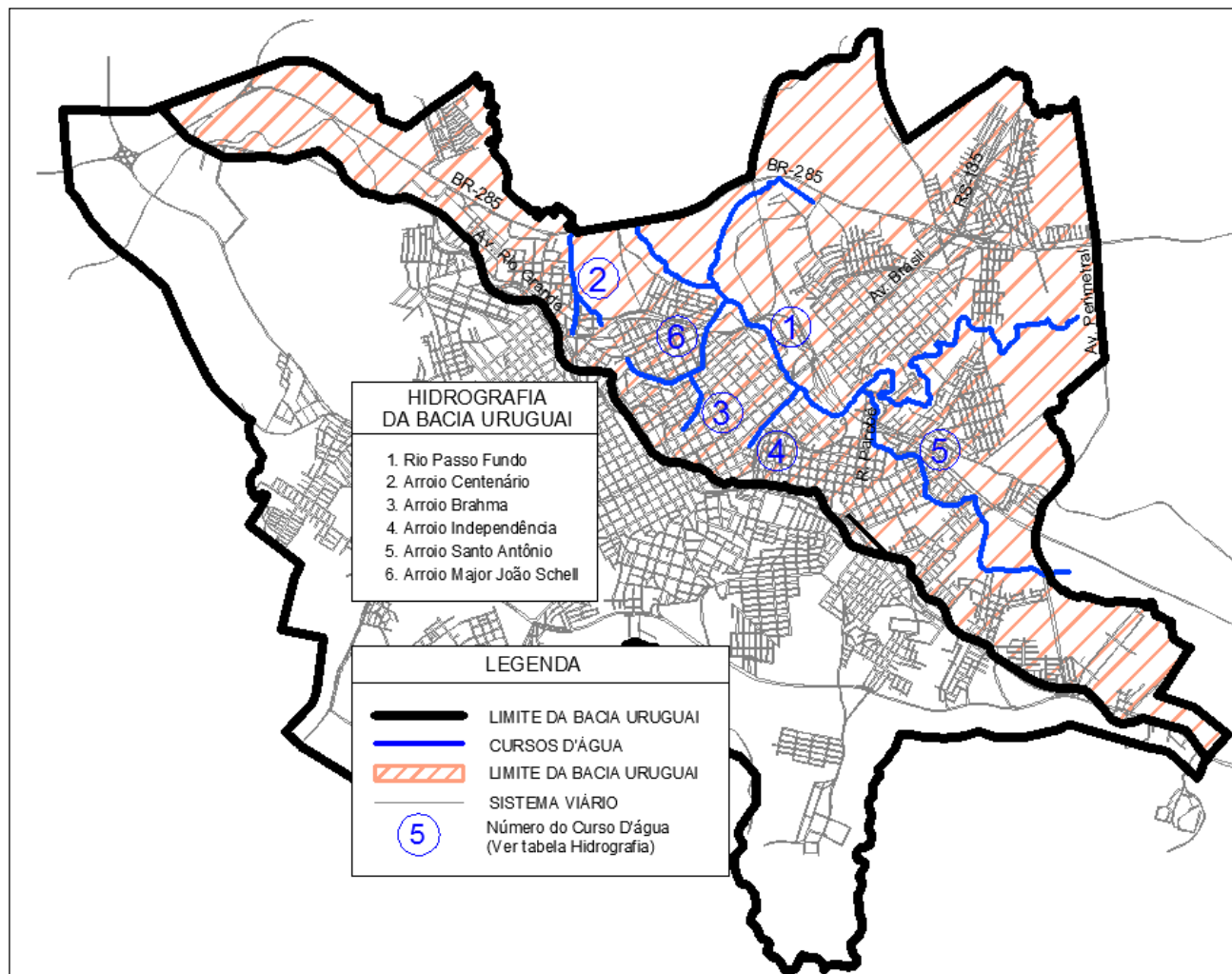


Figura 6 - Cursos d'água na bacia do Rio Uruguai.

Fonte: Beck de Souza/2015.

4.2.3. Parâmetro Hidrológico - Curve Number

A metodologia utilizada para modelagem do sistema de drenagem proposto, já apresentada pelo relatório de diagnóstico, define o Hidrograma Unitário Triangular - HUT do USSCS como modelo analítico de geração chuva-vazão, associado ao programa HEC-HMS para obtenção dos Hidrogramas de Projeto.

O diagnóstico do sistema de drenagem apresentou a situação atual e os principais pontos críticos em termos de inundações na cidade.

Identifica-se o parâmetro de ocupação do solo atual e futuro como principal variável a ser considerada na execução da metodologia proposta, tendo o coeficiente CURVE NUMBER – CN, como paradigma. Conhecido como “curva número”, o CN varia com a textura do solo, sua capacidade de armazenamento e infiltração de água e usos do solo.

Apresentam-se os coeficientes de escoamento ponderados CN (USSCS) na Figura 7 e Figura 8, o uso e cobertura do solo atual na área em estudo.

Para definição dos usos do solo para o cenário futuro, foi contemplado o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Passo Fundo.

Além disso, foi considerada a metodologia de Campana e Tucci (1995) para solos Tipo C, que apresenta a relação Densidade de Ocupação x CN.

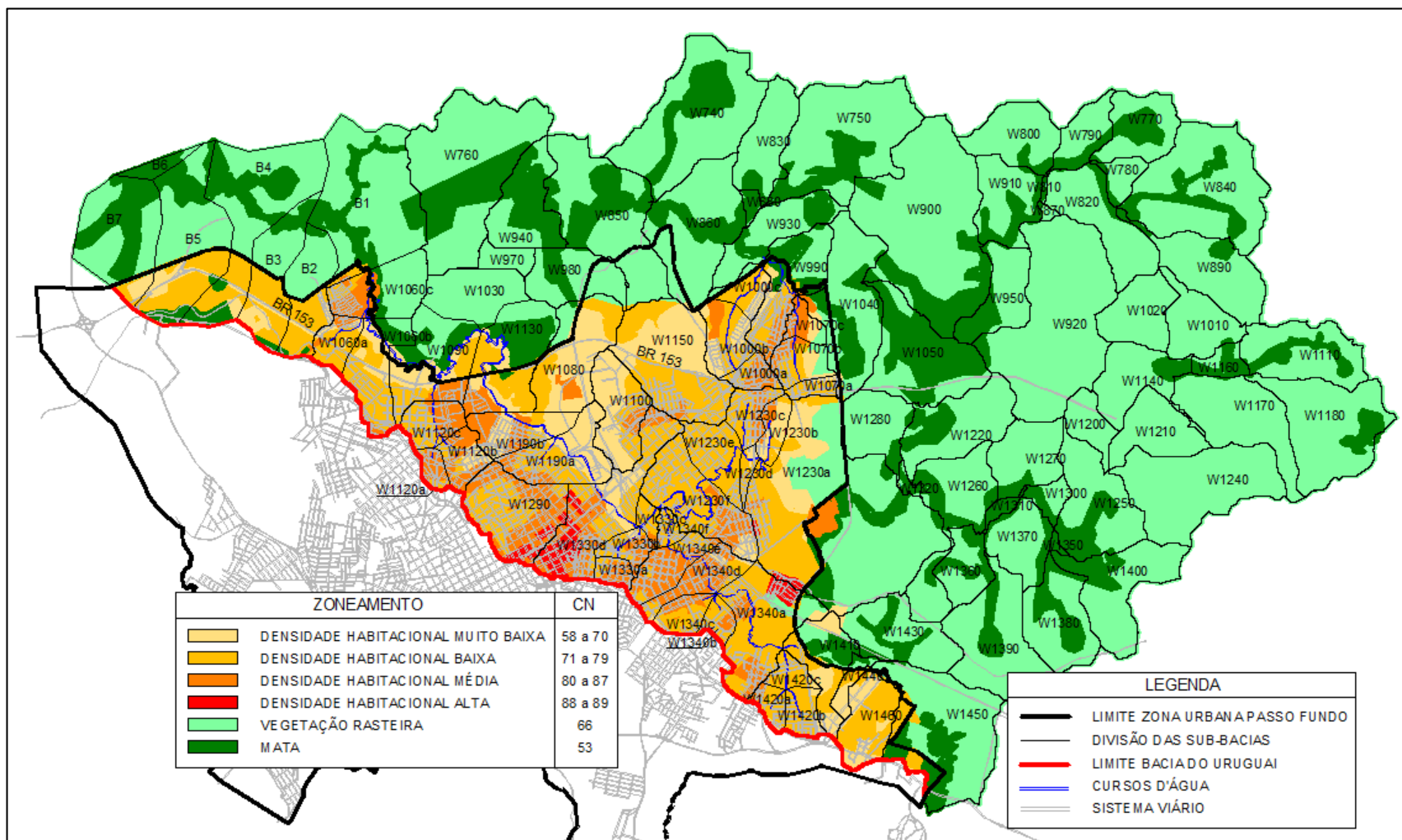


Figura 7 - Coeficiente Curve Number – Cenário Atual da Área em Estudo.

Gerado com base na Metodologia de Campana e Tucci/1995 – Densidade populacional – Censo 2010.

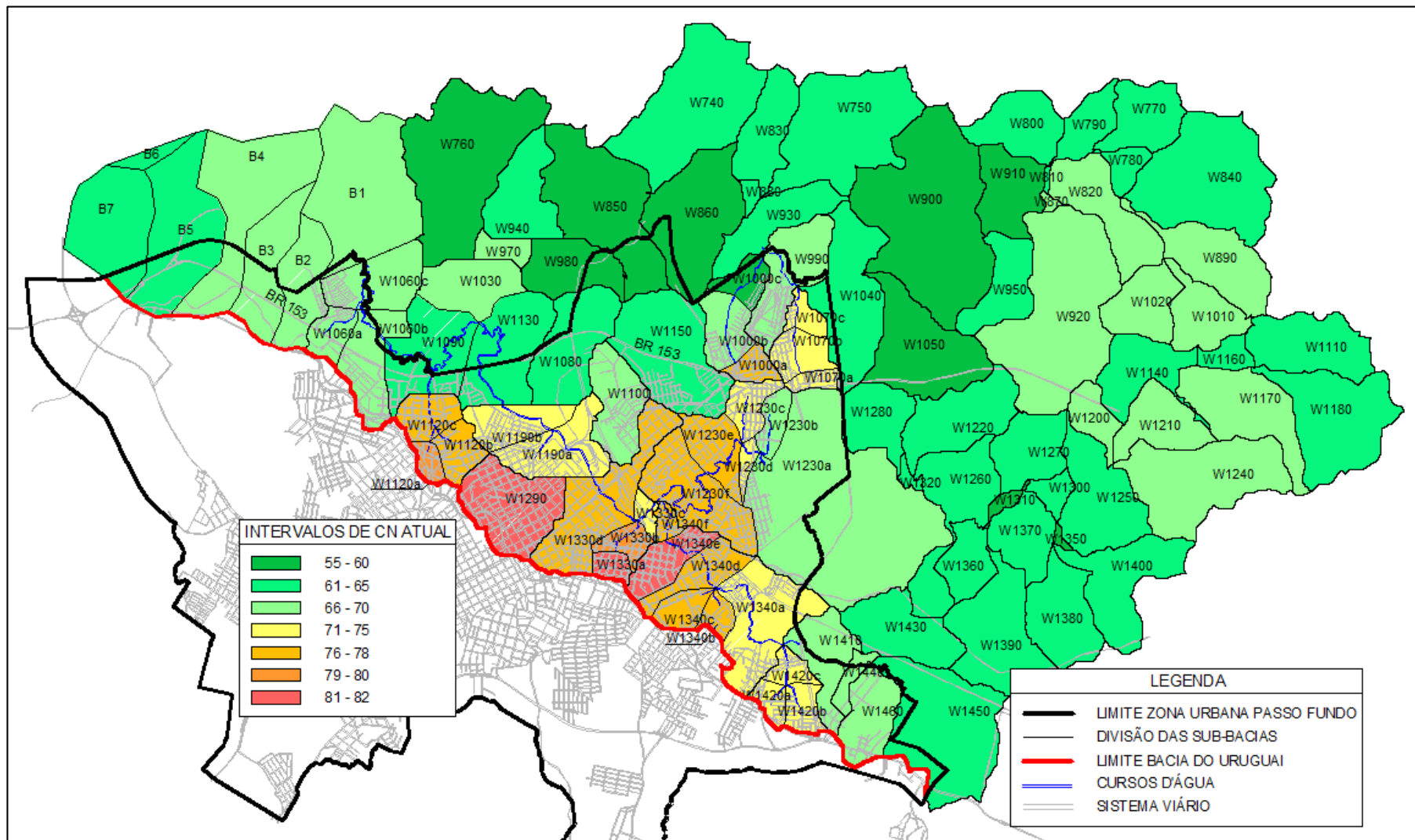


Figura 8 - Coeficientes CN Atual Ponderado por sub-bacia no município de Passo Fundo.

A simulação do cenário futuro para verificação do funcionamento do sistema de drenagem a ser proposto, teve como parâmetros:

- Zoneamento definido pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e as respectivas taxas de ocupação previstas;
- Cálculo dos coeficientes CN para as ocupações futuras previstas;

Encontram-se na Figura 9 e na Figura 10 e os valores obtidos do cálculo para o CN futuro distribuídos espacialmente em cada sub-bacia. (Ver detalhadamente nas plantas G31-DES-CNF-001-R00 e G31-DES-CNB-001-R00).

A Figura 11 apresenta em forma de gráfico a comparação dos valores discriminados dos CNs atual e futuro calculados para cada sub-bacia.

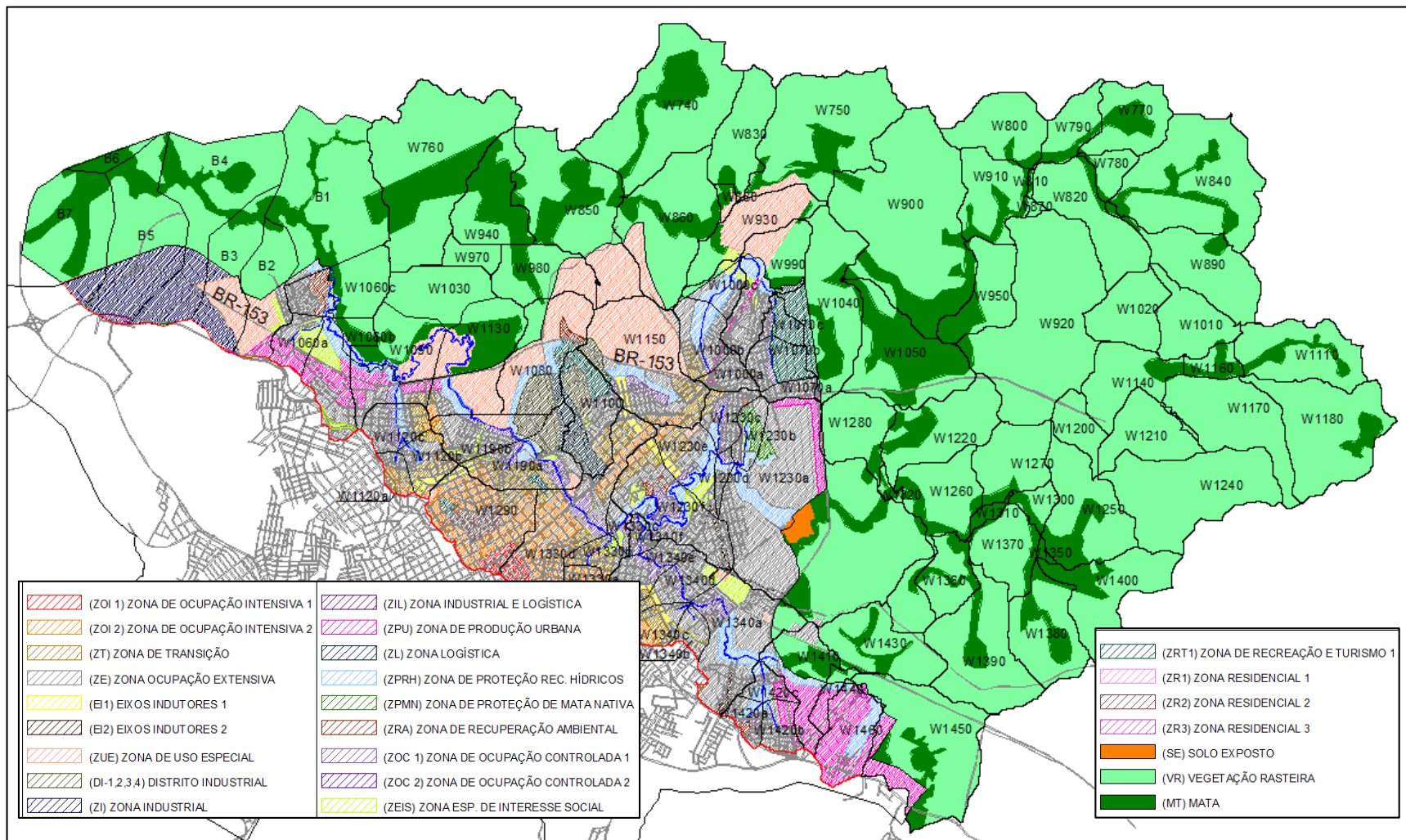


Figura 9 - Coeficiente Curve Number – Cenário Futuro da Área em Estudo

Gerado com base no Zoneamento de Uso do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano.

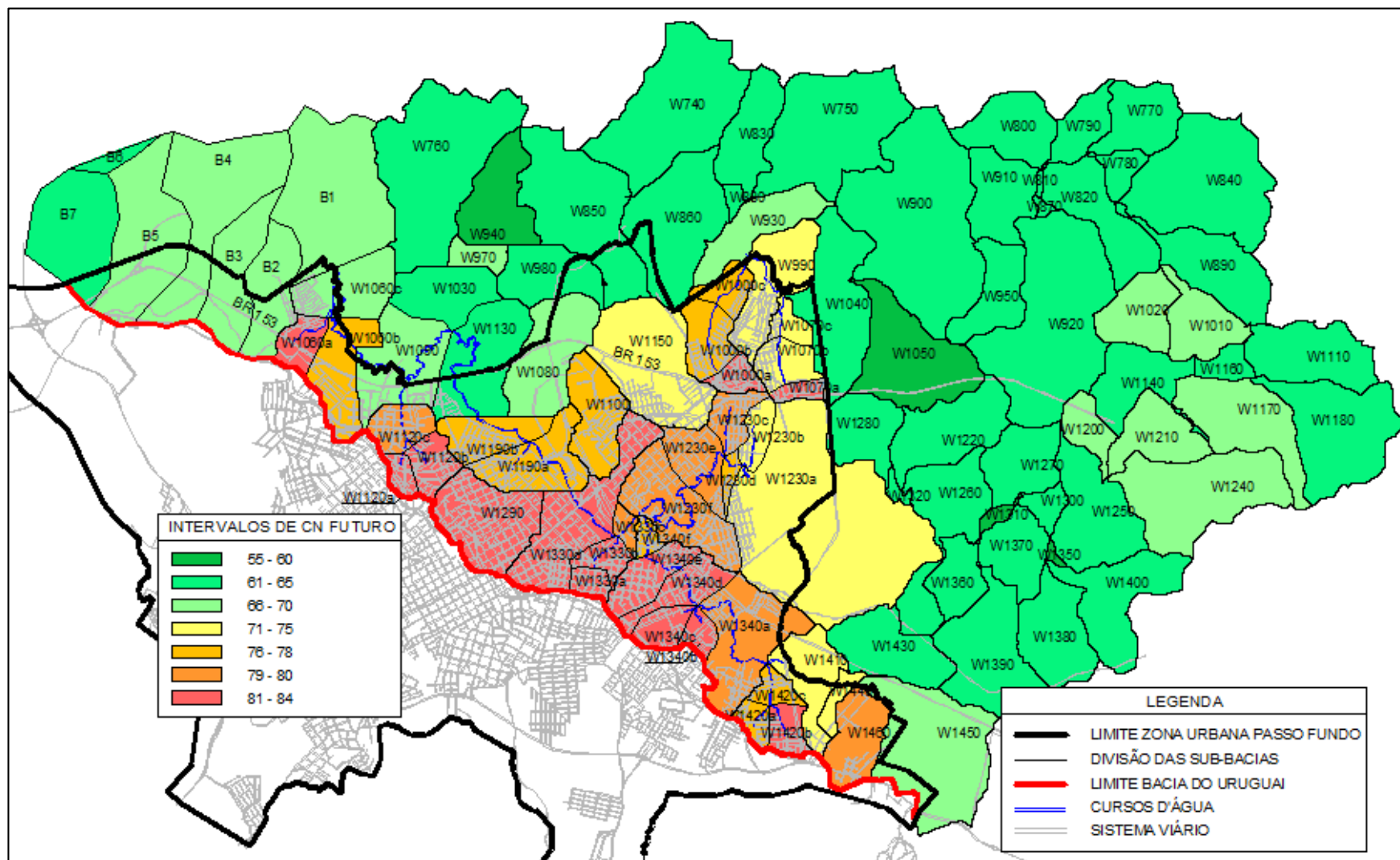


Figura 10 - Coeficientes CN Futuro Ponderado por sub-bacia no município de Passo Fundo.

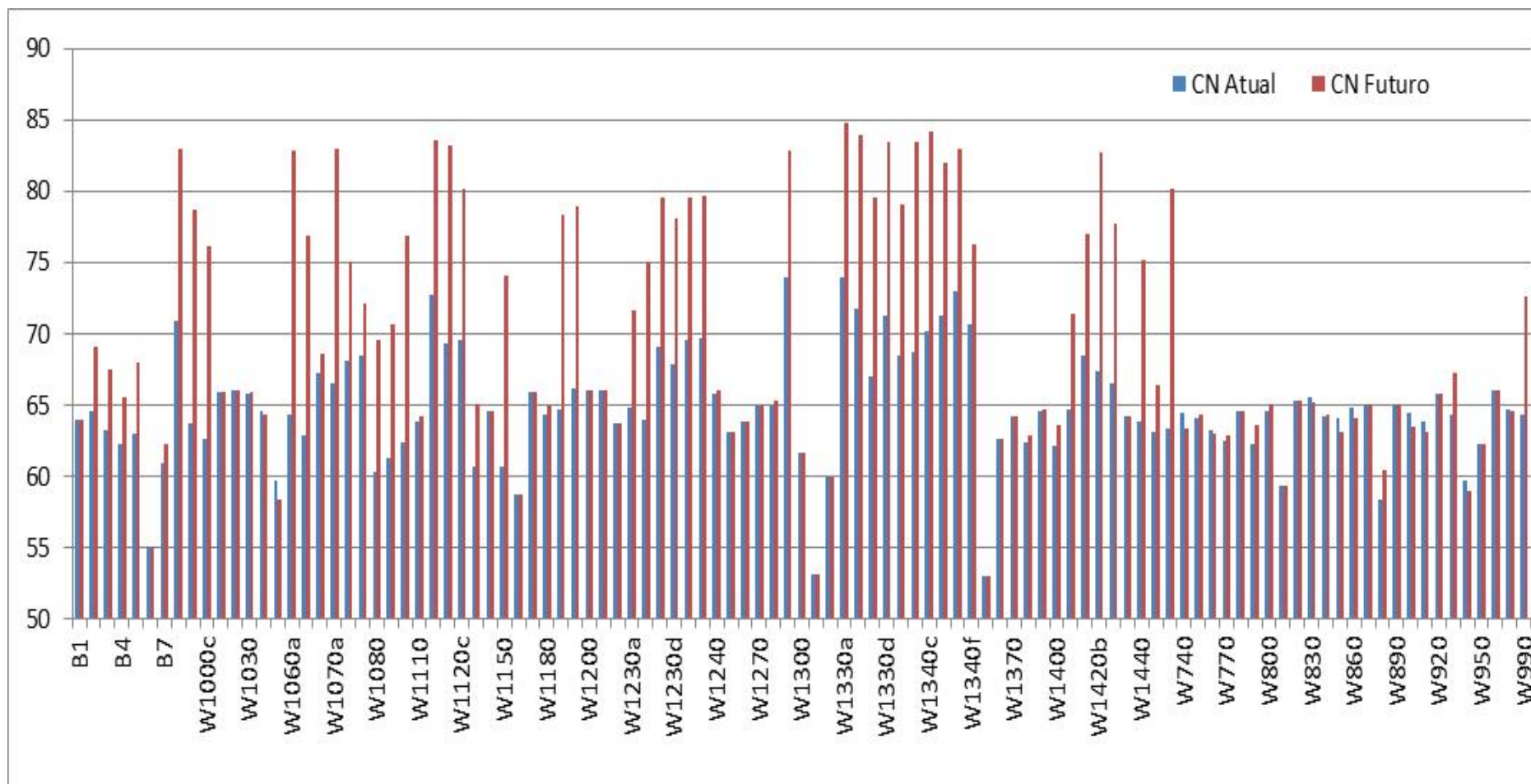


Figura 11 - Comparação dos Coeficientes Curve Number – CN.

4.2.4. Chuvas de Projeto

A Curva IDF foi gerada para o presente estudo, e teve como base os dados de precipitação dos postos descritos na Tabela 2, tem como equação:

$$i = \frac{1.411,738 \cdot Tr^{0,103}}{(t + 14,158)^{0,774}}$$

Onde:

- i: intensidade, em mm.h⁻¹;
- Tr: período de retorno, em anos;
- t: duração, em minutos.

Tabela 2 - Estações Pluviométricas Existentes na Região de Passo Fundo.

Código	Estação	Início	Fim	Anos	Falhas
83914	Passo Fundo (ANA)	1912	1998	87	1972 a 1974, 1979 a 1980 e 1986 a 1990
2852020	Passo Fundo (INMET)	1961	2012	52	1979 a 1982, 1985 a 1990, 2001 e 2003

Fonte: Adaptado de www.hidroweb.ana.gov.br e www.inmet.gov.br.

4.2.5. Modelos de Simulação

Conforme já descrito no relatório do diagnóstico do sistema de drenagem, o modelo matemático utilizado para simulação do funcionamento do sistema de drenagem existente, foi o Sistema HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modelling System) para obtenção dos hidrogramas de projeto e o Sistema HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center - River Analysis System) para simulação hidráulica da passagem da cheia de projeto.

Foi realizada a simulação da passagem da cheia de projeto para Tempos de Recorrência de 5, 10, 25 e 50 anos para modelagem matemática da operação do Rio Passo Fundo e seus contribuintes, conforme a Figura 12.



Figura 12 - Rio Passo Fundo, Arroios e Afluentes considerados na modelagem.

4.2.6. Riscos de Avaliação

A escolha do risco de projeto se baseia na relação entre prejuízo devido à inundação e o custo da construção da drenagem. Admite-se que para riscos superiores ao dimensionamento, poderá existir lâmina de água nas ruas por curto período de tempo.

Os riscos simulados neste estudo foram para TR 5, 10, 25 e 50 anos, para os cenários propostos. No entanto será apresentado neste relatório o resultado do cenário futuro inerente a TR 25.

4.2.7. Modelagem Numérica do Terreno das Bacias em Estudo

Apresentam-se na Figura 13 o modelo numérico do terreno (MNT) gerado com base na hipsometria das cartas do SGE, escala 1:50.000 complementado pelo levantamento topográfico realizada na bacia em estudo. O MNT foi obtido com auxílio do software ARCGIS.

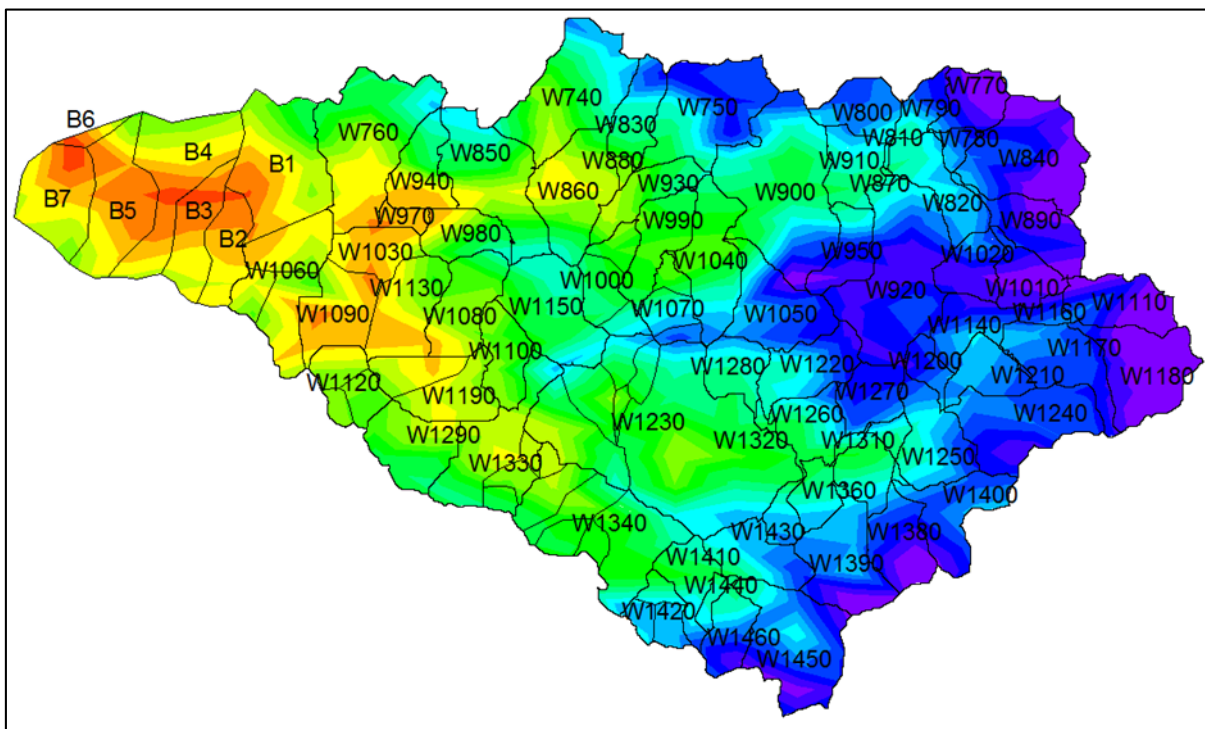


Figura 13 - Modelo do Terreno da Bacia do Rio Passo Fundo e seus contribuintes.

4.3. RESUMO DO DIAGNÓSTICO DO CENÁRIO ATUAL

Com base na simulação do comportamento do atual sistema de drenagem da área em escopo, tem-se na Tabela 3 o resumo conclusivo, considerando os cenários para tempos de recorrência de 5, 25 e 50 anos. Foi excluído o TR 10 anos pela proximidade de dados.

Identifica-se uma área inundada de 162,93 ha para o cenário atual e TR 5 anos, e um incremento de 65% para o Cenário Futuro TR 25 anos e 96% Cenário Futuro TR 50 anos.

Tabela 3 - Cenários Atual - Considerações Quanto Simulação do Sistema.

Cenário	Considerações	Área Alagada (ha)
TR 5 anos atual	Problemas relevantes de inundações no Rio Passo Fundo e Arroio Santo Antônio e em alguns contribuintes	162,93
TR 25 anos futuro		268,80
TR 50 anos futuro		319,30

Ademais, são apresentados os diagnósticos dos contribuintes do Rio Passo Fundo e Santo Antônio.

- Afluente 01:
 - Extravasamento para TR = 25 anos, atingindo edificações e sistema viário;
- Afluente 02:
 - Extravasamento para TR = 5 anos, sem atingir edificações ou sistema viário, ocasionado por extravasamento do Rio Passo Fundo;
- Afluentes 03 e 04:
 - Extravasamento para TR = 5 anos, atingindo edificações e sistema viário;
 - A jusante, ocasionada por extravasamento do Arroio Santo Antônio;
- Afluentes 05 e 06:
 - Extravasamento para TR = 5 anos, atingindo edificações e sistema viário, ocasionado por extravasamento do Arroio Santo Antônio;
- Afluente 07 e Arroio Centenário:
 - Extravasamento para TR = 5 anos, atingindo edificações e sistema viário;
 - A jusante, ocasionada por extravasamento do Rio Passo Fundo;
- Afluente 08:
 - Extravasamento para TR = 25 anos, sem atingir edificações ou sistema viário;
- Afluente 09:
 - Extravasamento para TR = 25 anos, sem atingir edificações ou sistema viário;
- Afluentes 10 e 11 e Arroio Miranda:
 - Extravasamento para TR = 5 anos, atingindo edificações e sistema viário.
- Arroio Major João Schell:
 - Extravasamento para TR = 25 anos, atingindo edificações e sistema viário, ocasionado por extravasamento do Rio Passo Fundo;

Entre as causas possíveis para ocorrência das inundações estão:

- Restrição da seção transversal dos rios e arroios seja pelo assoreamento, acúmulo de entulhos e resíduos sólidos, estrangulamentos, dimensões insuficientes, ou ainda, associada à mudança (redução brusca) na declividade do fundo do arroio;
- Limitação da capacidade de escoamento gerado pelas estruturas que compõem as pontes, galerias e tubulações existentes.

Na sequência faz-se a descrição das alternativas propostas, sua comparação em termos técnicos e de custo, e posteriormente a definição da solução indicada para o problema em questão, qual seja de inundações na área de abrangência dos estudos. Para uma visualização mais detalhada das manchas de inundações ver a planta G31-DES-INU-001a006-R00 em anexo.

5. PROPOSIÇÃO DE ALTERNATIVAS

5. PROPOSIÇÃO DE ALTERNATIVAS

Conforme descrito anteriormente, a bacia do Rio Passo Fundo é composta por diversas sub-bacias com características heterogêneas em relação ao cenário de ocupação atual e futuro, bem como em termos da rede de drenagem existente.

Em termos de concepção de alternativas tem-se:

- **Alternativa 1:** Modelagem de Cenários sem Intervenções.
 - Geração das manchas de inundações (modelagem hidrológica) para TR 5, 10, 25 e 50 anos com o levantamento dos impactos e perdas técnicas e econômicas e sociais consequentes, considerando o padrão de edificação e a porcentagem perdida em inundações, para a total ou parcial reconstrução;
- **Alternativa 2:** Modelagem de Cenários e Remoção de Edificações.
 - Remoção de edificações que estão localizadas dentro das manchas de inundação para TR de 5, 10, 25 e 50 anos;
- **Alternativa 3:** Integração de Controle na Fonte com Bacias de Detenção e Adequação de Canais.
 - Adequação de 9 Canais tipo trapezoidal revestido em gramíneas e retangular revestido em gabião, ao longo de alguns trechos no Arroio Santo Antônio e no Rio Passo Fundo;
 - Construção de 9 Bacias de Detenção, sendo 4 em áreas adjacentes ao Arroio Santo Antônio, e 5 ao Rio Passo Fundo;
 - Dragagem do trecho do Rio Passo Fundo que começa em área adjacente a Rua Princesa Isabel até área próxima a BR-285;
- **Alternativa 4:** Integração de Controle na Fonte com Bacias de Detenção e Adequação de Canais.
 - Adequação de 8 Canais tipo trapezoidal revestido em gramíneas e retangular revestido em gabião, ao longo de alguns trechos no Arroio Santo Antônio e no Rio Passo Fundo;
 - Construção de 7 Bacias de Detenção, sendo 3 em áreas adjacentes ao Arroio Santo Antônio, e 4 ao Rio Passo Fundo;
 - Adequação de 9 Pontes/Travessias em concreto armado, sendo 6 ao longo de alguns trechos no Arroio Santo Antônio e 3 no Rio Passo Fundo

5.1. ALTERNATIVA 1

A Alternativa 1 considera que serão mantidas as condições atuais de funcionamento do sistema de drenagem na área objeto de estudo.

Foram definidos os impactos e perdas que as potenciais inundações previstas para TRs de 5, 10, 25 e 50 anos, podem causar na área em estudo, no sentido de reforma parcial das edificações atingidas.

As manchas de inundações resultantes da simulação são apresentadas na planta G31-DES-INU-006-R00 em anexo.

Para se calcular os prejuízos inerentes a cada tempo de recorrência em ambos os cenários, estimou-se a área para cada mancha de inundação, bem como foram quantificadas as edificações por meio do software Autocad Civil 3D.

Para quantificação das edificações atingidas e classificação segundo o padrão construtivo (baixo, normal e alto), utilizaram-se ferramentas como o Google Earth, visitas *in loco* e fichas cadastrais. O preço do m² foi calculado com base no Custo Unitário Básico – CUB, conforme apresentado pela Figura 14.

PROJETOS		Padrão de acabamento	Código	Custo R\$/m ²	Variação %		
					Mensal	Anual	12 meses
RESIDENCIAIS							
R - 1 (Residência Unifamiliar)	Baixo	R 1-B	1.180,08	0,53	2,75	6,75	
	Normal	R 1-N	1.461,48	0,61	3,21	7,76	
	Alto	R 1-A	1.832,06	0,79	3,54	7,73	
PP (Prédio Popular)	Baixo	PP 4-B	1.076,71	0,68	2,70	6,27	
	Normal	PP 4-N	1.405,38	0,58	3,20	7,49	
R - 8 (Residência Multifamiliar)	Baixo	R 8-B	1.023,40	0,73	2,85	6,22	
	Normal	R 8-N	1.211,46	0,63	3,18	7,41	
	Alto	R 8-A	1.493,28	0,85	3,52	7,26	
R - 16 (Residência Multifamiliar)	Normal	R 16-N	1.177,84	0,66	3,25	7,49	
	Alto	R 16-A	1.531,14	0,61	2,97	6,93	
PIS (Projeto de Interesse Social)		PIS	818,87	0,69	2,91	7,04	
RPQ1 (Residência Popular)		RP1Q	1.202,00	0,41	3,14	9,15	
COMERCIAIS							
CAL- 8 (Comercial Andar Livres)	Normal	CAL 8-N	1.440,35	0,56	3,43	7,96	
	Alto	CAL 8-A	1.588,42	0,72	3,92	8,47	
CSL- 8 (Comercial Salas e Lojas)	Normal	CSL 8-N	1.202,55	0,53	3,12	7,38	
	Alto	CSL 8-A	1.384,29	0,77	3,80	8,22	
CSL- 16 (Comercial Salas e Lojas)	Normal	CSL 16-N	1.606,71	0,56	3,08	7,29	
	Alto	CSL 16-A	1.844,48	0,79	3,73	8,10	
GI (Galpão Industrial)		GI	641,45	0,82	3,53	7,45	

Fonte: DEE - Sinduscon/RS

Figura 14 - Preços e custos da construção de edificações por m².

Fonte: Sinduscon/RS, 2015.

Considerou-se na elaboração desta alternativa, para residência unifamiliar:

- Padrão de Acabamento Baixo, Normal e Alto, Inundação até 1,00 m perde 45% da edificação;
- Padrão de Acabamento Baixo, Normal e Alto, Inundação de 1,00 m até 2,50 m perde 60% da edificação;
- Padrão de Acabamento Baixo, Normal e Alto, Inundação maior que 2,50 m perde 100% da edificação.

A Tabela 5 apresentam os resultados alcançados para a Alternativa 1 em termos de área de edificações atingidas, padrão de construção e custos para reconstrução parcial.

As manchas de inundações geradas através do software HEC-RAS para TR 5, 10, 25 e 50 anos podem ser identificadas em detalhe na planta G31-DES-INU-006-R00 e Figura 15.

5.1.1. Estimativa de Custos

A Tabela 6, apresenta os resultados dos prejuízos previstos para a Alternativa 1, qual seja de reconstrução parcial das edificações envolvidas em inundações recorrentes na área urbana de Passo Fundo, segundo critérios pré-estabelecidos na bacia do rio de mesmo nome e seus afluentes.

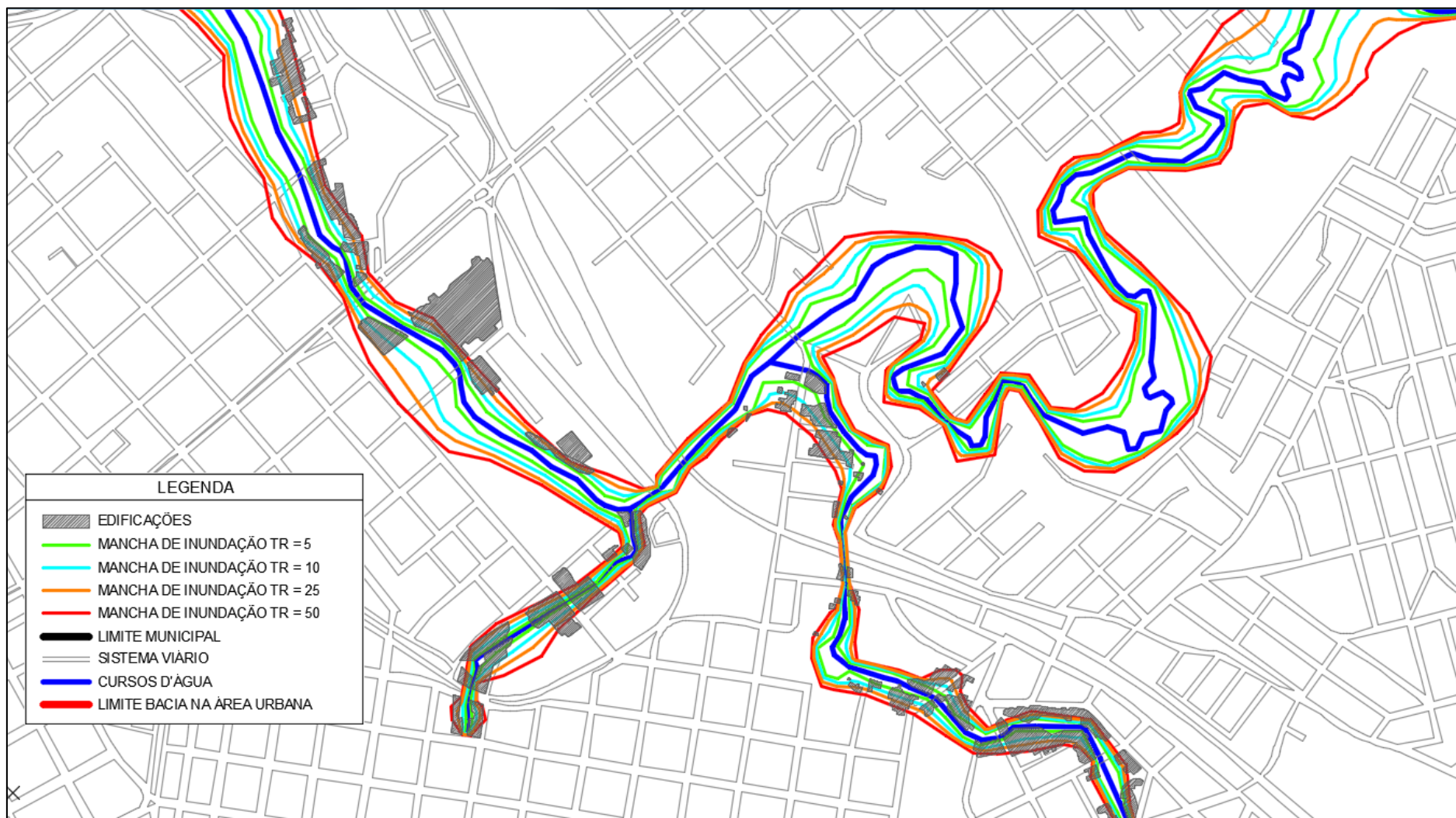


Figura 15 - Manchas de Inundação e edificações afetadas para Alternativa 1.

Tabela 4 - Área das edificações e prejuízos por inundações em TRs de 5 e 10 anos – Alt. 1.

Tempo de Recorrência Mancha Inundação	COTA INUNDAÇÃO / % PERDA DA EDIFICAÇÃO	Padrão de Acabamento (com base na renda)	Área Total Edificações Dentro da Mancha (m ²)	Custo Total para Construir Novamente a Região Afetada	Custo Total Diretos (60% Habitações) e Indiretos (40% Financeiros ao Poder Privado e Público)
TR 5	1 m Inundação / 45% Dano	Baixo	39.725,92	R\$ 21.095.892,30	R\$ 35.159.820,49
		Normal	2.366,13	R\$ 1.556.123,69	R\$ 2.593.539,49
		Alto	0,00	R\$ -	R\$ -
	1 m até 2.50m Inundação / 60% Dano	Baixo	1.930,84	R\$ 1.367.125,41	R\$ 2.278.542,35
		Normal	0,00	R\$ -	R\$ -
		Alto	0,00	R\$ -	R\$ -
	Acima de 2.50m Inundação / 100% Perda	Baixo	0,00	R\$ -	R\$ -
		Normal	0,00	R\$ -	R\$ -
		Alto	0,00	R\$ -	R\$ -
TOTAL			44.022,89	R\$ 24.019.141,40	R\$ 40.031.902,34
TR 10	1 m Inundação / 45% Dano	Baixo	80.118,74	R\$ 42.545.933,61	R\$ 70.909.889,34
		Normal	6.288,15	R\$ 4.135.505,42	R\$ 6.892.509,04
		Alto	0,00	R\$ -	R\$ -
	1 m até 2.50m Inundação / 60% Dano	Baixo	8.608,17	R\$ 6.094.999,62	R\$ 10.158.332,69
		Normal	60,29	R\$ 52.870,42	R\$ 88.117,37
		Alto	0,00	R\$ -	R\$ -
	Acima de 2.50m Inundação / 100% Perda	Baixo	0,00	R\$ -	R\$ -
		Normal	0,00	R\$ -	R\$ -
		Alto	0,00	R\$ -	R\$ -
TOTAL			95.075,36	R\$ 52.829.309,07	R\$ 88.048.848,45

Fonte: Beck de Souza (2015).

Tabela 5 - Área das edificações e prejuízos por inundações em TRs de 25 e 50 anos - Alt. 1.

Tempo de Recorrência Mancha Inundação	COTA INUNDAÇÃO / % PERDA DA EDIFICAÇÃO	Padrão de Acabamento (com base na renda)	Área Total Edificações Dentro da Mancha (m ²)	Custo Total para Construir Novamente a Região Afetada	Custo Total Diretos (60% Habitações) e Indiretos (40% Financeiros ao Poder Privado e Público)
TR 25	1 m Inundação / 45% Dano	Baixo	116.356,55	R\$ 61.789.519,03	R\$ 102.982.531,72
		Normal	11.072,12	R\$ 7.281.756,96	R\$ 12.136.261,60
		Alto	0,00	R\$ -	R\$ -
	1 m até 2.50m Inundação / 60% Dano	Baixo	23.082,60	R\$ 16.343.585,30	R\$ 27.239.308,84
		Normal	3.411,88	R\$ 2.991.840,89	R\$ 4.986.401,49
		Alto	0,00	R\$ -	R\$ -
	Acima de 2.50m Inundação / 100% Perda	Baixo	308,30	R\$ 363.817,91	R\$ 606.363,18
		Normal	0,00	R\$ -	R\$ -
		Alto	0,00	R\$ -	R\$ -
TOTAL			R\$ 154.231,45	R\$ 88.770.520,09	R\$ 147.950.866,82
TR 50	1 m Inundação / 45% Dano	Baixo	146.363,43	R\$ 77.724.249,85	R\$ 129.540.416,41
		Normal	20.333,74	R\$ 13.372.812,51	R\$ 22.288.020,85
		Alto	0,00	R\$ -	R\$ -
	1 m até 2.50m Inundação / 60% Dano	Baixo	48.178,19	R\$ 34.112.473,81	R\$ 56.854.123,01
		Normal	3.202,61	R\$ 2.808.326,77	R\$ 4.680.544,62
		Alto	0,00	R\$ -	R\$ -
	Acima de 2.50m Inundação / 100% Perda	Baixo	710,44	R\$ 838.370,59	R\$ 1.397.284,32
		Normal	0,00	R\$ -	R\$ -
		Alto	0,00	R\$ -	R\$ -
TOTAL			R\$ 218.788,41	R\$ 128.856.233,53	R\$ 214.760.389,21

Fonte: Beck de Souza (2015).

Tabela 6 - Resultados adquiridos para reconstrução de edificações atingidas por inundação.

Tempo de Recorrência Mancha Inundação	Custo Total Diretos (60% Habitações) e Indiretos (40% Financeiros ao Poder Privado e Público)	Probabilidade de Ocorrência de um evento em um dado ano	Média
Tr 5	R\$ 40.031.902,34	20,00%	
Tr 10	R\$ 88.048.848,45	10,00%	
Tr 25	R\$ 147.950.866,82	4,00%	
Tr 50	R\$ 214.760.389,21	2,00%	
5	R\$ 36.987.799,64	20,00%	
10	R\$ 88.590.483,15	10,00%	7.740.402,53
25	R\$ 156.805.520,26	4,00%	4.775.052,60
50	R\$ 208.408.203,77	2,00%	1.548.080,51
100	R\$ 260.010.887,28	1,00%	774.040,25
200	R\$ 311.613.570,79	0,50%	387.020,13
10000	R\$ 602.851.695,54	0,01%	742.657,22
Total			R\$ 15.967.253,23
VPL (12%, 50 anos)			R\$ 133.060.443,56

Fonte: Beck de Souza (2015).

Interpretando os dados do Cenário 2, pode-se concluir que para um TR de 5 anos, uma área de 44.022,89 m² de edificações teriam que ser reconstruídos, estando a maior parte dentro dos 1,00 m de inundação com 45% de dano. Isto, aliado a probabilidade do evento ocorrer geraria um custo de aproximadamente R\$ 36.987.799,64 ao município.

Para TR de 10 anos, têm-se uma probabilidade de ocorrência de 10% em um ano, sendo que a área a ser reconstruída e os custos mais do que dobram, chegando a 95.075,36 m² e R\$ 88.590.483,15 respectivamente. Da mesma maneira, quando simulado para TR de 25 anos com 4% com chances de que ocorra o evento, percebeu-se um aumento de edificações a serem reconstruídas, porém menor se compararmos ao modelo anterior, com 154.231,45 m², chegando a um custo no entorno de R\$ 156.805.520,26.

Novamente, notou-se um crescimento tanto em relação às áreas atingidas, bem como os custos para TR de 50 (com probabilidade de 2% em um ano de ocorrência) anos. Em números, 218.788,41 m² de edificações teriam que ser reconstruídas, elevando os custos para R\$ 208.408.203,77.

Comparando os dois Cenários, percebe-se que os custos do Cenário 2 é aproximadamente duas vezes menor que o Cenário 1, mesmo que as áreas a serem reconstruídas em ambos os Cenários sejam basicamente as mesmas para os mesmos tempos de recorrências (5, 10, 25 e 50 anos) e probabilidade de ocorrência. Isto se deve pelo fato de que o primeiro Cenário estabelece que caso qualquer edificação seja atingida,

mesmo que de modo insignificante pela inundação, a mesma deve ser totalmente reconstruída. Já, o segundo cenário prevê três parâmetros para a parcial ou total reconstrução de edificações atingidas pelo evento, diminuindo assim os custos para o município.

Sendo assim, conforme a Tabela 6, o prejuízo anual que o município sofre com as inundações é de **R\$ 15.967.253,23**.

5.2. ALTERNATIVA 2

A Alternativa 2 consiste na remoção das edificações com maior suscetibilidade à alagamentos, considerando os diferentes riscos estabelecidos (TR 5, 10, 25, 50).

A abrangência das áreas que sofrem inundações, bem como a identificação das edificações atingidas para os diferentes TRs são apresentadas pela Figura 15 e de uma maneira mais detalhada na planta G31-DES-INU-006-R00.

A quantidade de edificações localizadas internamente em áreas de inundação para cada TR estudado, foi obtida visualmente, tendo como base a imagem de satélite e as poligonais de abrangência das áreas inundadas, cujo resultado apresenta-se na Tabela 7. Tabela 7 - Edificações atingidas pela mancha de Inundação.

Tabela 7 - Edificações atingidas pela mancha de Inundação.

TR	Edificações Dentro da mancha de Inundação
5	139
10	334
25	551
50	815

Fonte: Beck de Souza (2015).

Deve-se salientar que a retirada das populações será efetuada pela prefeitura de Passo Fundo e somente será feito nas edificações que estiverem dentro das manchas de inundações, como demonstrado na Figura 15 anterior. Para aqueles que sofrerem deslocamentos, a prefeitura deve prover novas estruturas físicas em lugares apropriados.

Como se pode perceber, com o aumento do tempo de recorrência, há um aumento no número de edificações dentro da mancha de Inundação.

Trata-se de uma alternativa com alto impacto sócioeconômico e demonstra significativo ônus em termos de remoção das edificações, bem como a necessidade de relocação das famílias atingidas.

Assim a continuidade de avanço desta alternativa exige uma definição técnico-política, cabendo a PM de Passo Fundo optar pela sua sequência, ou estabelecer limite teórico de abordagem, limitando sua análise exclusivamente ao presente de estudo de concepção.

5.2.1. Estimativa de Custos

Com o intuito de estimar os custos desta alternativa, foram localizadas edificações e terrenos, próximos às manchas de inundação por meio de páginas eletrônicas da rede mundial de computadores, tendo como base as empresas que comercializam imóveis no município, totalizando 87 (oitenta e sete) unidades, com auxílio do software CAD.

Ressalta-se que destes 87 imóveis, foram obtidos 33 valores de venda, e os restantes 54 pontos, tiveram seus valores estimados, tendo como parâmetros:

- Valor do imóvel por metro quadrado;
- Localização do imóvel em relação a área urbana ou rural.

Desta forma, com os dados de custos dos imóveis tabulados, utilizou-se o software ArcGis Map para determinar a estimativa dos valores dos imóveis a serem “indenizados”, em caso de remoção, para TR 25 anos, conforme apresentado pela Tabela 8.

Tabela 8 - Edificações atingidas pela mancha de Inundação.

TR	Quantidade (m ²)	Custo (R\$)
Edificações	154.234,54	R\$ 186.081.252,65
Terrenos	602.270,17	R\$ 47.268.959,88
Total	-	R\$ 233.350.212,53

Sendo assim, o custo de desapropriação de todas as edificações e terrenos em áreas de risco de inundações, conforme a Alternativa 2, seria de **R\$ 233.350.212,53**.

5.3. ALTERNATIVA 3

A Alternativa 3 pressupõe a implementação de medidas estruturais para solução de problemas de inundações identificados, tendo sempre com premissa o controle da vazão na fonte, ou seja, sob a ótica do manejo sustentável das águas urbanas, quais sejam:

- Construção de reservatórios de retenção ou detenção;
- Implantação de parques lineares;

- Adequação das seções dos cursos d'água, dragagem, alargamento, alteração na declividade de fundo, tipos de revestimento;
- Adequação das pontes e travessias, entre outros.

A presente alternativa foi concebida tendo como premissa a solução dos problemas de inundação identificados na Figura 4 e na Figura 15, cuja origem foi a indicação dos pontos críticos observados historicamente pela PM, e ratificados através da execução da modelagem matemática do funcionamento do sistema de drenagem atual, tendo como pano de fundo a ocupação do solo atual e futura.

Assim as soluções propostas visam objetivamente a mitigação dos impactos e a melhoria do funcionamento do sistema de drenagem da cidade.

Tendo como base os referidos pontos críticos, realizou-se uma análise detalhada da imagem de satélite e complementarmente pela visita de campo, para identificação e localização das áreas mais propícias para implementação de estruturas para laminação de cheias na cidade, tendo como critérios básicos:

- Local do ponto de inundação;
- Usos do solo atual e previsto pelo Plano Diretor;
- Viabilidade técnica em termos de volume potencial de armazenamento e conexão geométrica ao sistema existente;
- Impacto ambiental negativo (remoção de mata ciliar);
- Ausência de ocupação urbana.

Apresenta-se na sequência as proposições estruturais para a Alternativa 3, sendo demonstrada em detalhes na planta G31-DES-ALT3-001-R00, anexa.

Levantados os trechos, avaliou-se através de imagens aéreas e visitas *in loco* as melhores alternativas a serem propostas no estudo de concepção, correlacionando cada ponto crítico com os usos do solo e a viabilidade técnica, econômica e ambiental (técnicas menos impactantes ao meio ambiente).

Sendo assim, são apresentadas a seguir as intervenções para a presente alternativa, suas localidades e os custos inerentes a mesma.

5.3.1. Modificações

Apresentam-se na sequência as características e localizações das proposições estruturais da Alternativa 3, quais sejam:

- Bacia de Detenção Rio Passo Fundo 1 – PF1 (20,5 ha);
- Bacia de Detenção Rio Passo Fundo 2 – PF2 (13,3 ha);
- Bacia de Detenção Rio Passo Fundo 3 – PF3 (11,3 ha);

- Bacia de Detenção Rio Passo Fundo 4 – PF4 (4,1 ha);
- Bacia de Detenção Rio Passo Fundo 5 – PF5 (9,1 ha);
- Bacia de Detenção Arroio Santo Antônio 1 – AS1 (5,1 ha);
- Bacia de Detenção Arroio Santo Antônio 2 – AS2 (4,4 ha);
- Bacia de Detenção Arroio Santo Antônio 3 – AS3 (4,2 ha);
- Bacia de Detenção Arroio Santo Antônio 4 – AS4 (4,1 ha);
- Adequação do Canal do Rio Passo Fundo 1 – (535 m – Trapezoidal com base menor de 5,0 m, profundidade de 3,5 m e talude 1V:2H em gramíneas);
- Adequação do Canal do Rio Passo Fundo 2 – (76 m – Retangular com base de 5,0 m, profundidade de 3,5 m e revestimento em gabiões);
- Adequação do Canal do Rio Passo Fundo 3 – (1.935 m Trapezoidal com base menor de 7,0 m, profundidade de 4,0 m e talude 1V:2H em gramíneas);
- Adequação do Canal do Rio Passo Fundo 4 – (620 m – Retangular com base de 12,0 m, profundidade de 4,0 m e revestimento em gabiões);
- Adequação do Canal do Rio Passo Fundo 5 – (1.389 m Trapezoidal com base menor de 12,0 m, profundidade de 4,0 m e talude 1V:2H em gramíneas);
- Adequação do Canal do Rio Passo Fundo 6 – (709 m Trapezoidal com base menor de 12,0 m, profundidade de 4,0 m e talude 1V:2H em gramíneas);
- Adequação do Canal do Arroio Santo Antônio 1 – (238 m Trapezoidal com base menor de 10,0 m, profundidade de 3,5 m e talude 1V:2H em gramíneas);
- Adequação do Canal do Arroio Santo Antônio 2 – (609 m Retangular com base de 5,0 m, profundidade de 3,5 m e revestimento em gabiões);
- Adequação do Canal do Arroio Santo Antônio 3 – (2.096 m Retangular com base de 5,0 m, profundidade de 4,0 m e revestimento em gabiões);
- Adequação do Canal URB1 – (683 m Retangular com base de 4,0 m, profundidade de 1,5 m e revestimento em concreto);
- Adequação do Canal URB2 – (389 m Retangular com base de 3,0 m, profundidade de 1,5 m e revestimento em concreto);
- Adequação do Canal URB3 – (25 m Retangular com base de 2,0 m, profundidade de 1,5 m e revestimento em concreto);
- Adequação do Canal URB4 – (78 m Retangular com base de 3,5 m, profundidade de 1,5 m e revestimento em concreto);
- Adequação do Canal URB5 – (194 m Retangular com base de 1,2 m, profundidade de 1,0 m e revestimento em concreto);
- Dragagem do Rio Passo Fundo 6.827 m;

- o Canal PF3 (trapezoidal revestido em gramíneas com dimensões de base menor de 7 m, altura de 4 m, talude 1V:2H);
- o Canal PF4 (retangular revestido em gabião com dimensões de base de 12 m e altura de 4 m);
- o Canal PF5 (trapezoidal revestido em gramíneas com dimensões de base menor de 12 m, altura de 4 m, talude 1V:2H);
- o Canal PF6 (trapezoidal revestido em gramíneas com dimensões de base menor de 12 m, altura de 4 m, talude 1V:2H).

5.3.1.1. Bacia de Detenção Rio Passo Fundo 1

Construção de bacia de detenção a montante da Av. Perimetral, denominada Bacia PF1, próximo a Congregação Evangélica Luterana da Paz, conforme Figura 16. Compreende uma área de cerca de 205.158,66 m², volume de escavação de 1.293.216,98 m³ e volume de laminação de cheia de 788.453,46 m³.

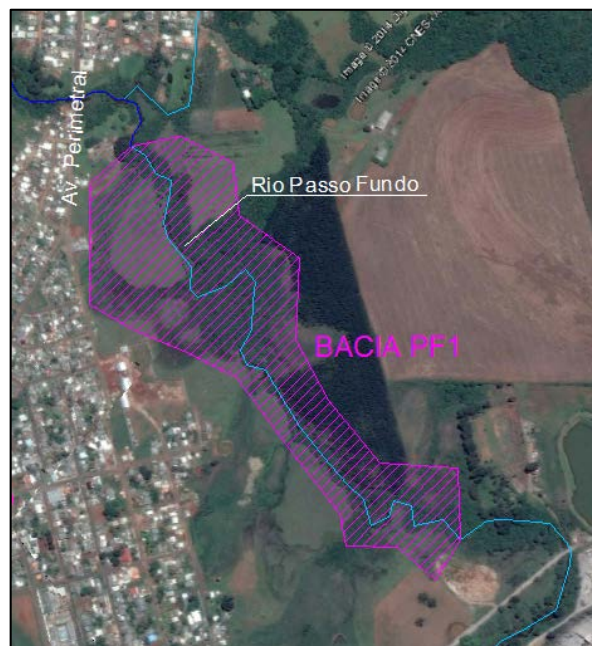


Figura 16 – Localização da Bacia RPF1.

5.3.1.2. Bacia de Detenção Rio Passo Fundo 2

Construção de bacia de detenção a montante da R. Princesa Isabel, denominada Bacia PF2, conforme Figura 17. Compreende uma área de cerca de 133.180,30 m², volume de escavação de 1,006,678.39 m³ e volume de laminação de cheia de 486.760,66 m³.

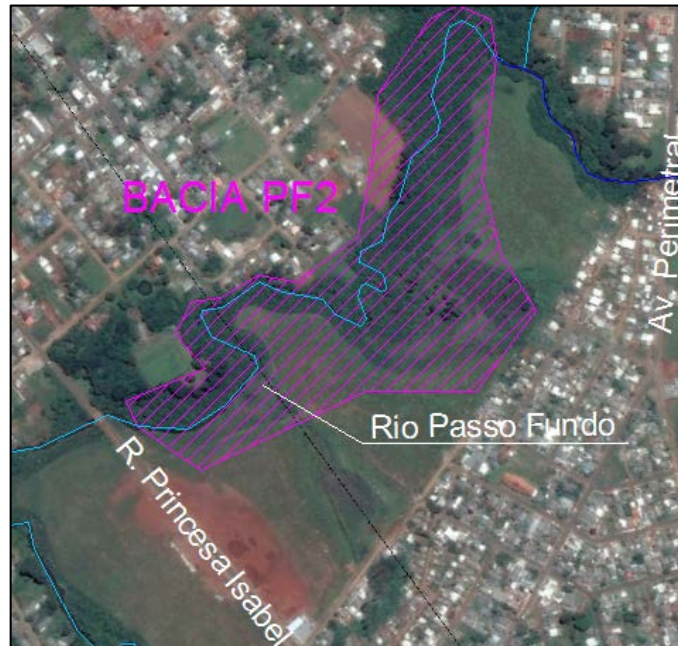


Figura 17 – Localização da Bacia RPF2.

5.3.1.3. Bacia de Detenção Rio Passo Fundo 3

Construção de bacia de detenção a jusante da R. Princesa Isabel, denominada Bacia PF3, conforme Figura 18. Compreende uma área de cerca de 113.183,42 m², volume de escavação de 579,385.62 m³ e volume de laminação de cheia de 318.779,98 m³.



Figura 18 – Localização da Bacia RPF3.

5.3.1.4. Bacia de Detenção Rio Passo Fundo 4

Construção de bacia de detenção entre a R. Ângelo Preto e a Av. 7 de Setembro, denominada Bacia PF4, a montante do Bourbon Hipermercado e paralelo ao Hospital Municipal de Passo Fundo, conforme Figura 19. Compreende uma área de cerca de 40.487,51 m², volume de escavação de 112.468,81 m³ e volume de laminação de cheia de 128.232,62 m³.



Figura 19 – Localização da Bacia RPF4.

5.3.1.5. Bacia de Detenção Rio Passo Fundo 5

Construção de bacia de detenção a jusante da BR-285 e paralela a R. Aparício Lângaro, denominada Bacia PF5, próximo ao Loteamento Victor Issler, conforme Figura 20. Compreende uma área de cerca de 90.733,32 m², volume de escavação de 293.978,79 m³ e volume de laminação de cheia de 313.746,75 m³.



Figura 20 – Localização da Bacia RPF5.

5.3.1.6. Bacia de Detenção Arroio Santo Antônio 1

Construção de bacia de detenção paralelo a Av. Perimetral e a montante do Loteamento Magi e bairro Vila Mattos, denominada Bacia ASA1, conforme Figura 21. Compreende uma área de cerca de 50.925,58 m², volume de escavação de 238.109,20 m³ e volume de laminação de cheia de 195.888,79 m³.



Figura 21 – Localização da Bacia ASA1.

5.3.1.7. Bacia de Detenção Arroio Santo Antônio 2

Construção de bacia de detenção próxima a Av. Perimetral, denominada Bacia ASA2, perto da Makrodal Distribuidora de Alimentos, localizada no bairro São Cristóvão, conforme Figura 22. Compreende uma área de cerca de 43.895,99 m², volume de escavação de 306.002,25 m³ e volume de laminação de cheia de 163.036,92 m³.

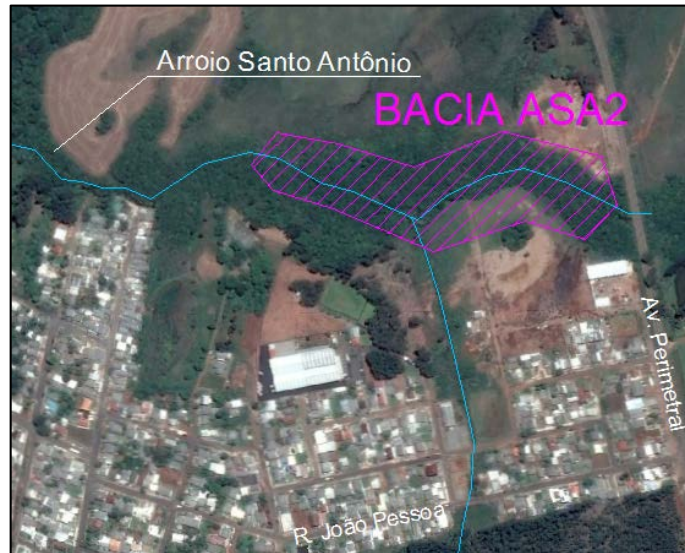


Figura 22 – Localização da Bacia ASA2.

5.3.1.8. Bacia de Detenção Arroio Santo Antônio 3

Construção de bacia de detenção adjacente a R. Camilo Ribeiro, denominada Bacia ASA3, paralela a Av. Perimetral e na localidade do bairro São Cristóvão, conforme Figura 23. Compreende uma área de cerca de 41.836,19 m², volume de escavação de 241.506,04 m³ e volume de laminação de cheia de 132.486,00 m³.

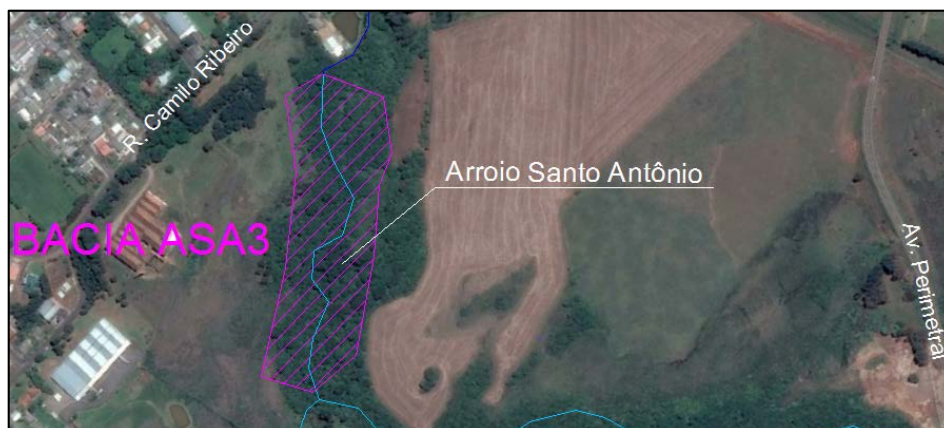


Figura 23 – Localização da Bacia ASA3.

5.3.1.9. Bacia de Detenção Arroio Santo Antônio 4

Construção de bacia de retenção a montante da R. Paraná e paralelo a R. Leopoldo Vila Nova, denominada Bacia ASA4, próximo a Escola Municipal de Ensino Fundamental Santo Antônio, conforme Figura 24. Compreende uma área de cerca de 41.020,90 m², volume de escavação de 156.759,97 m³ e volume de laminação de cheia de 163.023,62 m³.



Figura 24 – Localização da Bacia ASA4.

5.3.1.10. Reconstrução Canal Rio Passo Fundo 1

Reconstrução do trecho do canal sob a Av. Perimetral, de 534.62 m de extensão, conforme Figura 25. Atualmente a seção é heterogênea, tendo revestimento em gramíneas. O mesmo deverá ser construído no tipo trapezoidal com base menor de 5 m, base maior de 19 m e uma altura de 3,50 m. Seu revestimento será mantido com gramíneas.



Figura 25 – Localização do Canal RPF1.

5.3.1.11. Reconstrução Canal Rio Passo Fundo 2

Reconstrução do trecho do canal sob a Rua Princesa Isabel, de 76,29 m de extensão, conforme Figura 26. Atualmente a seção é heterogênea, tendo revestimento em gramíneas. O mesmo deverá ser construído no tipo retangular com dimensões de 5 m de base e 3,5 m de altura. Seu revestimento será de gabião.



Figura 26 – Localização do Canal RPF2.

5.3.1.12. Reconstrução Canal Rio Passo Fundo 3

Adequação do canal que começa a jusante da R. Otávio Bilac e percorre o trecho do Rio Passo Fundo até poucos metros depois da Av. 7 de Setembro (o trecho corta a avenida). O respectivo canal conta com uma extensão de 1.935,06 m, conforme Figura 27. Atualmente a seção é heterogênea, tendo revestimento em gramíneas. O mesmo deverá ser construído no tipo trapezoidal com base menor de 7 m, base maior de 23 m e uma altura de 4 m, talude 1V:2H. Seu revestimento será mantido com gramíneas.



Figura 27 – Localização do Canal RPF3.

5.3.1.13. Reconstrução Canal Rio Passo Fundo 4

Adequação do trecho do canal com início sob a R. Humberto de Campos (rua paralela ao Bourbon Hipermercados) com termino no trecho sob a R. Uruguai. O trecho possui 620,32 m de extensão, conforme Figura 28. Atualmente a seção é heterogênea, tendo revestimento em gramíneas. O mesmo deverá ser construído no tipo retangular com dimensões de 12 m de base e 4 m de altura. Seu revestimento será de gabião.



Figura 28 – Localização do Canal RPF4.

5.3.1.14. Reconstrução Canal Rio Passo Fundo 5

Adequação do canal que começa a jusante do Canal PF4 e percorre o trecho do Rio Passo Fundo até a R. Aparício Lângaro, área adjacente ao Loteamento Víctor Issler. O

respectivo canal conta com uma extensão de 1.389,14 m, conforme Figura 29. Atualmente a seção é heterogênea, tendo revestimento em gramíneas. O mesmo deverá ser construído no tipo trapezoidal com base menor de 12 m, base maior de 28 m e uma altura de 4 m, talude 1V:2H. Seu revestimento será mantido com gramíneas.



Figura 29 – Localização do Canal RPF5.

5.3.1.15. Reconstrução Canal Rio Passo Fundo 6

Adequação do canal que começa a jusante do Canal PF5 e percorre o trecho do Rio Passo Fundo com início perpendicularmente a R. José Maria Cruz (área adjacente ao Loteamento Victor Issler) até a poucos metros após a BR-285. O respectivo canal conta com uma extensão de 708,84 m, conforme Figura 30. Atualmente a seção é heterogênea, tendo revestimento em gramíneas. O mesmo deverá ser construído no tipo trapezoidal com base menor de 12 m, base maior de 28 m e uma altura de 4 m, talude 1V:2H. Seu revestimento será mantido com gramíneas.



Figura 30 – Localização do Canal RPF6.

5.3.1.16. Reconstrução Canal Arroio Santo Antônio 1

Adequação do canal do trecho adjacente a R. Camilo Ribeiro, localizado próximo a Escola Municipal de Ensino Fundamental Santo Antônio. O respectivo canal conta com uma extensão de 237,85 m, conforme Figura 31. Atualmente a seção é heterogênea, tendo revestimento em gramíneas. O mesmo deverá ser construído no tipo trapezoidal com base menor de 10 m, base maior de 24 m e uma altura de 3,50 m, talude 1V:2H. Seu revestimento será mantido com gramíneas.



Figura 31 – Localização do Canal ASA1.

5.3.1.17. Reconstrução Canal Arroio Santo Antônio 2

Adequação do canal que começa a jusante do Canal ASA1 e percorre o trecho do Arroio Santo Antônio até a localidade próxima a Escola Municipal de Ensino Fundamental Santo Antônio. O respectivo canal conta com uma extensão de 609,29 m, conforme Figura 32. Atualmente a seção é heterogênea, tendo revestimento em gramíneas. O mesmo deverá ser construído no tipo retangular com base de 5 m e uma altura de 3,50 m. Seu revestimento será de gabião.



Figura 32 – Localização do Canal ASA2.

5.3.1.18. Reconstrução Canal Arroio Santo Antônio 3

Adequação do canal que começa a jusante do Canal ASA2 (paralelo a R. Leopoldo Vila Nova) e percorre o trecho do Arroio Santo Antônio até entrar em confluência com o Rio Passo Fundo. O respectivo canal conta com uma extensão de 2.096,29 m, conforme Figura 33. Atualmente a seção é heterogênea, tendo revestimento em gramíneas. O mesmo deverá ser construído no tipo retangular com base de 5 m e uma altura de 4 m. Seu revestimento será de gabião.



Figura 33 – Localização do Canal ASA3.

5.3.1.19. Dragagem do Rio Passo Fundo

A dragagem e a reconformação a ser feita ao longo do trecho do Rio Passo Fundo começa a jusante da R. Princesa Isabel e se estende até a travessia sob a BR-285, tendo uma extensão de aproximadamente 6.827,40 m. Além da dragagem ser realizada em trechos com leitos naturais do rio, a mesma deve percorrer trechos, simultaneamente, com as seguintes modificações propostas:

- Canal PF3 (seção trapezoidal revestido em gramíneas com dimensões de base menor de 7 m, base maior de 23 m e altura de 4 m);
- Canal PF4 (seção retangular revestido em gabião com dimensões de base de 12 m e altura de 4 m);
- Canal PF5 (seção trapezoidal revestido em gramíneas com dimensões de base menor de 12 m, base maior de 28 m e altura de 4 m);
- Canal PF6 (seção trapezoidal revestido em gramíneas com dimensões de base menor de 12 m, base maior de 28 m e altura de 4 m).

A extensão, bem como as modificações que devem ocorrer ao longo do Rio Passo Fundo pode ser vistas na Figura 34 que segue.

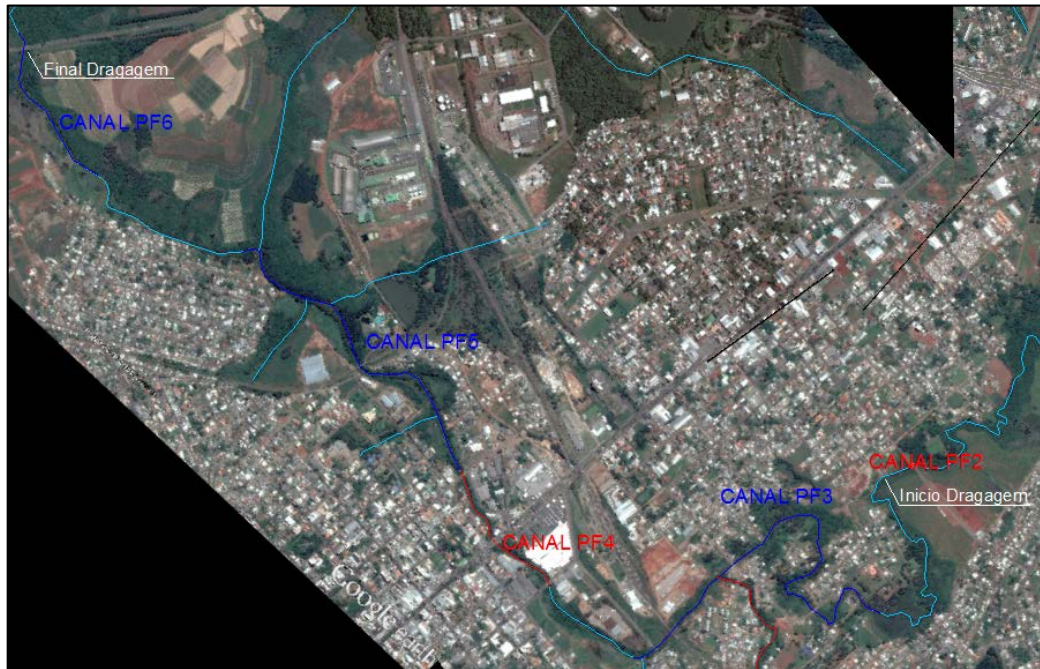


Figura 34 – Dragagem do Rio Passo Fundo.

A dragagem deve reconformar o talude ao longo do trecho em 2H:1V e sugere-se que seja executada por uma escavadeira mecânica.

O desmonte de rocha pode acontecer devido a fragmentos de rocha matriz, submersos ou não, no leito do rio.

A previsão do rebaixamento no canal do Rio Passo Fundo foi realizada tendo como base as sondagens executadas ao longo do rio.

Após o termino da dragagem, os taludes deverão ser revestidos por gramíneas com o intuito de prevênir a erosão e o conseqüente carreamento e a deposição de sedimentos no leito do rio.

5.3.1.20. Adequações e execuções de canais na área urbana

Após dimensionamento da rede de microdrenagem verificaram-se canais de macrodrenagem adicionais que serão necessárias a execução ou adaptação das suas seções, conforme características descritas a seguir e ilustrado na Figura 50:

- Adequação do Canal URB1 – (683 m Retangular com base de 4,0 m, profundidade de 1,5 m e revestimento em concreto);
- Adequação do Canal URB2 – (389 m Retangular com base de 3,0 m, profundidade de 1,5 m e revestimento em concreto);
- Adequação do Canal URB3 – (25 m Retangular com base de 2,0 m,

- profundidade de 1,5 m e revestimento em concreto);
- Adequação do Canal URB4 – (78 m Retangular com base de 3,5 m, profundidade de 1,5 m e revestimento em concreto);
- Adequação do Canal URB5 – (194 m Retangular com base de 1,2 m, profundidade de 1,0 m e revestimento em concreto).



Figura 35 – Localização Canais URB1 a URB4 a serem executados.



Figura 36 – Localização Canal URB5 a ser executado.

5.3.2. Estimativa de Custos

A Tabela 9 apresenta o resumo da estimativa de custos para implementação da Alternativa 3. O detalhamento dos custos pode ser visualizado no Anexo 2.

Tabela 9 - Custos estimados para Alternativa 3.

Canal/Bacia	Tipo	Total Com B.D.I (25%)
Bacia RPF1		R\$ 44.172.698,57
Bacia RPF2		R\$ 43.970.682,61
Bacia RPF3		R\$ 28.522.522,16
Bacia RPF4		R\$ 28.381.550,95
Bacia RPF5		R\$ 19.150.599,18
Bacia ASA1		R\$ 9.158.598,98
Bacia ASA2		R\$ 11.187.103,85
Bacia ASA3		R\$ 10.092.742,30
Bacia ASA4		R\$ 11.741.522,47
Canal RPF1	Trapezoidal revestido em gramíneas	R\$ 491.692,99
Canal RPF2	Retangular revestido em gabião	R\$ 115.221,23
Canal RPF3	Trapezoidal revestido em gramíneas	R\$ 3.006.680,05
Canal RPF4	Retangular revestido em gabião	R\$ 436.344,73
Canal RPF5	Trapezoidal revestido em gramíneas	R\$ 3.013.634,92
Canal RPF6	Trapezoidal revestido em gramíneas	R\$ 986.169,60
Canal ASA1	Trapezoidal revestido em gramíneas	R\$ 370.341,97
Canal ASA2	Retangular revestido em gabião	R\$ 269.364,40
Canal ASA3	Retangular revestido em gabião	R\$ 1.025.603,92
Canal URB1	Retangular revestido em concreto	R\$ 3.069.614,16
Canal URB2	Retangular revestido em concreto	R\$ 1.487.331,78
Canal URB3	Retangular revestido em concreto	R\$ 78.639,38
Canal URB4	Retangular revestido em concreto	R\$ 319.977,55
Canal URB5	Retangular revestido em concreto	R\$ 592.899,95
Total		R\$ 221.641.537,68

Como se pode analisar, as bacias de retenção, alternativas para a retenção do volume de água ao longo do Rio Passo Fundo são as mais dispendiosas somando um valor agregado de **R\$ 172.247.796,99** contra **R\$ 43.845.277,89** para bacias do Arroio Santo Antônio. Os canais de macrodrenagem adicionais (Canal URB1 a URB5) terão o custo de suas obras em **R\$ 5.548.462,80**, totalizando **R\$ 221.641.537,68**.

Apresenta-se na Tabela 10 as características dos reservatórios, tais como: área total, volume de escavação e o volume útil.

As bacias do Rio Passo Fundo apresentam maiores volumes de movimentação de solo e conseqüentemente maiores custos.

Tabela 10 - Características dos Reservatórios - Alternativa 3.

Bacia	Área (m ²)	Volume de Escavação (m ³)	Volume Útil (m ³)
Bacia RPF1	205.158,66	1.293.216,98	788.453,46
Bacia RPF2	133.180,30	1.006.678,39	486.760,66
Bacia RPF3	113.183,42	579.385,62	318.779,98
Bacia RPF4	40.487,51	112.468,81	128.232,62
Bacia RPF5	90.733,32	293.978,79	313.746,75
Bacia ASA1	50.925,58	238.109,20	195.888,79
Bacia ASA2	43.895,99	306.002,25	163.036,92
Bacia ASA3	41.836,19	241.506,04	132.486,00
Bacia ASA4	41.020,90	156.759,97	136.023,62

5.3.3. Supressão da Vegetação

Para viabilizar a construção dos reservatórios, faz-se necessário a total supressão da vegetação.

A Tabela 11 demonstra que as bacias do Rio Passo Fundo possuem uma maior área a ser desmatada.

Analisando-se a supressão da vegetação proporcionalmente a área total, as bacias do Arroio Santo Antônio possuem uma concentração maior (72 % da superfície) em relação às bacias do Rio Passo Fundo (49%). No total são previstos 41,1 ha de supressão de mata, onde se identifica significativo impacto ambiental negativo em relação ao meio biótico.

Tabela 11 - Supressão de mata prevista na Alternativa 3.

Bacia	Área (ha)	Área de Mata (ha)	Percentual de Mata (%)
Bacia PF1	20,51	9,37	45,69
Bacia PF2	13,31	6,67	50,11
Bacia PF3	11,31	4,1	36,25
Bacia PF4	4,04	1,82	45,05
Bacia PF5	9,07	6,64	73,21
Bacia ASA1	5,09	4,95	97,25
Bacia ASA2	4,38	3,37	76,94
Bacia ASA3	4,18	4,02	96,17
Bacia ASA4	4,10	0,46	11,22

5.4. ALTERNATIVA 4

A Alternativa 4 implica na utilização de técnicas de engenharia em trechos críticos, como por exemplo o alargamento de arroios e rios, a construção de bacias de retenção, a dragagem em determinadas localidades e a reconstrução de canais. Apesar de ser vertente das mesmas modificações à Alternativa 3, de maneira divergente, esta presente alternativa possui um caráter voltado a minimização dos impactos ambientais, principalmente os relacionados com a supressão da vegetação (causados pela implantação das bacias de retenção). Os custos também foram determinantes para a formulação desta alternativa.

Sendo assim, são apresentadas no relatório e na planta G31-DES-ALT4-001-R00 a seguir as intervenções para a presente alternativa, suas localidades e os custos inerentes a mesma (ver planta em anexo).

5.4.1. Modificações

Apresentam-se na sequência as características e localizações das proposições estruturais desta alternativa com intuito de melhorar o sistema de drenagem do município de Passo Fundo/RS.

5.4.1.1. Bacia de Retenção Rio Passo Fundo 1

Construção de bacia de retenção a paralelamente a Av. Perimetral, denominada Bacia PF1, localizada em áreas da Britadeira Farroupilha Ltda, conforme Figura 35. Compreende uma área de cerca de 72.782,73 m², volume de escavação de 458.785,71 m³ e volume de laminação de cheia de 279.714,22 m³.



Figura 37 – Localização da Bacia RPF1.

5.4.1.2. Bacia de Detenção Rio Passo Fundo 2

Construção de bacia de detenção a montante e paralelamente a Av. Perimetral, denominada Bacia PF2, conforme Figura 36. Compreende uma área de cerca de 71.654,19 m², volume de escavação de 451.671,96 m³ e volume de laminação de cheia de 275.377,08 m³.



Figura 38 – Localização da Bacia RPF2.

5.4.1.3. Bacia de Detenção Rio Passo Fundo 3

Construção de bacia de detenção a montante da R. Princesa Isabel, denominada Bacia PF3, conforme Figura 37. Compreende uma área de cerca de 84.851,83 m², volume de escavação de 534.863,24 m³ e volume de laminação de cheia de 326.097,46 m³.



Figura 39 – Localização da Bacia RPF3.

5.4.1.4. Bacia de Detenção Rio Passo Fundo 4

Construção de bacia de detenção entre a R. Ângelo Preto e a Av. 7 de Setembro, denominada Bacia PF4, a jusante do Bourbon Hipermercado e paralelo ao Hospital Municipal de Passo Fundo, conforme Figura 38. Compreende uma área de cerca de 35.496,05 m², volume de escavação de 223.749,24 m³ e volume de laminação de cheia de 136.416,29 m³.



Figura 40 – Localização da Bacia RPF4.

5.4.1.5. Bacia de Detenção Arroio Santo Antônio 1

Construção de bacia de detenção denominada ASA1 paralela a Av. Perimetral, localizada no Bairro São Cristovão, montate com a Makrodal Distribuidora de Alimentos, a, conforme Figura 39. Compreende uma área de cerca de 43.602,20 m², volume de escavação de 274.846,33 m³ e volume de laminação de cheia de 167.569,36 m³.



Figura 41 – Localização da Bacia ASA1.

5.4.1.6. Bacia de Detenção Arroio Santo Antônio 2

Construção de bacia de retenção denominada ASA2 paralela as Ruas Av. André Segat e Camilo Ribeiro, localizada no Bairro São Cristóvão, conforme Figura 40. Compreende uma área de cerca de 58.854,86 m², volume de escavação de 370.991,42 m³ e volume de laminação de cheia de 226.187,47 m³.



Figura 42 – Localização da Bacia ASA2.

5.4.1.7. Bacia de Detenção Arroio Santo Antônio 3

Construção de bacia de retenção a montante da R. Paraná e paralelo a R. Leopoldo Vila Nova, denominada Bacia ASA3, próximo a Escola Municipal de Ensino Fundamental Santo Antônio, conforme Figura 41. Compreende uma área de cerca de

41.020,90 m², volume de escavação de 156.759,97 m³ e volume de laminação de cheia de 163.023,62 m³.



Figura 43 – Localização da Bacia ASA3.

5.4.1.8. Reconstrução Canal Passo Fundo 1

Reconstrução do trecho do canal a jusante da Britadeira Farroupilha Ltda, de 923,90 m de extensão, conforme Figura 42. Atualmente a seção é heterogênea, tendo revestimento em gramíneas. O mesmo deverá ser construído no tipo trapezoidal com base menor de 5 m, base maior de 15,50 m e uma altura de 3,50 m. Seu revestimento será mantido com gramíneas.



Figura 44 – Localização do Canal RPF1.

5.4.1.9. Reconstrução Canal Passo Fundo 2

Reconstrução do trecho do canal sob a Av. Perimetral, próximo ao Lot. Parque Farroupilha de 749,03 m de extensão, conforme Figura 43. Atualmente a seção é heterogênea, tendo revestimento em gramíneas. O mesmo deverá ser construído no tipo

trapezoidal com dimensões de 7 m de base menor, 17,50 de base maior e 3,5 m de altura. Seu revestimento será de gabião.



Figura 45 – Localização do Canal RPF2.

5.4.1.10. Reconstrução Canal Passo Fundo 3

Reconstrução do trecho do canal que se inicia sob a R. Princesa Isabel e se estende até a poucos metros após a Av. 7 de Setembro, com aproximadamente 3.210,95 m de extensão, conforme Figura 44. Atualmente a seção é heterogênea, tendo revestimento em gramíneas. O mesmo deverá ser construído no tipo trapezoidal com base menor de 7 m, base maior de 17,50 m e uma altura de 3,50 m. Seu revestimento será mantido com gramíneas.

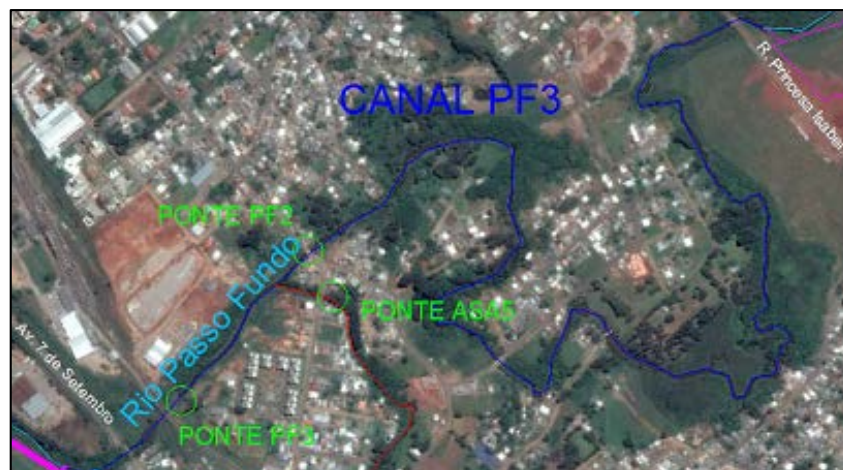


Figura 46 – Localização do Canal RPF3.

5.4.1.11. Reconstrução Canal Passo Fundo 4

Reconstrução do trecho do canal que se inicia paralelo ao Bourbon Hipermercados e se estende até após a R. Uruguai, com 717,09 m de extensão, conforme Figura 45. Atualmente a seção é heterogênea, tendo revestimento em gramíneas. O mesmo deverá ser construído no tipo retangular com dimensões de 10 m de base e 3,5 m de altura. Seu revestimento será de gabião.



Figura 47 – Localização do Canal RPF4.

5.4.1.12. Reconstrução Canal Passo Fundo 5

Reconstrução do trecho do canal que se inicia a jusante do canal PF 4 e da R. Uruguai e se estende até a poucos metros após atravessar a BR-285, com aproximadamente 2.711,21 m de extensão, conforme Figura 46. Atualmente a seção é heterogênea, tendo revestimento em gramíneas. O mesmo deverá ser construído no tipo trapezoidal com base menor de 9 m, base maior de 19,50 m e uma altura de 3,50 m. Seu revestimento será mantido com gramíneas.

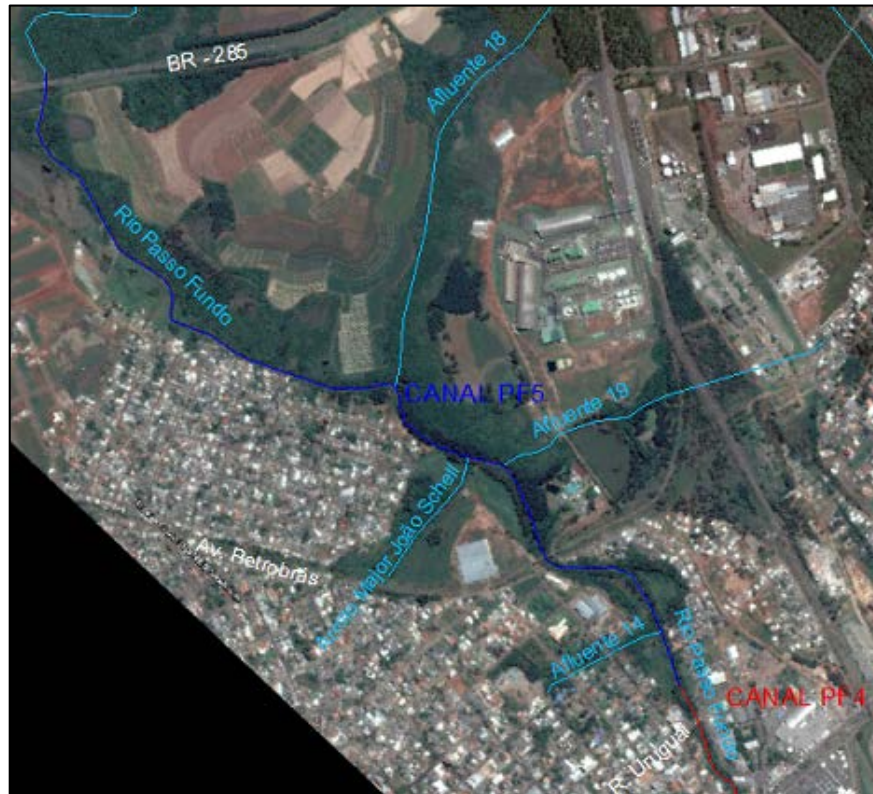


Figura 48 – Localização do Canal RPF5.

5.4.1.13. Reconstrução Canal Arroio Santo Antônio 1

Reconstrução do trecho do canal que se inicia a jusante da Bacia ASA 1 e se estende até montante a Bacia ASA 2, com aproximadamente 309 m de extensão, conforme Figura 47. Atualmente a seção é heterogênea, tendo revestimento em gramíneas. O mesmo deverá ser construído no tipo trapezoidal com base menor de 5 m, base maior de 15,50 m e uma altura de 3,50 m. Seu revestimento será mantido com gramíneas.



Figura 49 – Localização do Canal ASA1.

5.4.1.14. Reconstrução Canal Arroio Santo Antônio 2

Reconstrução do trecho do canal que se inicia a jusante da Bacia ASA 2 e se estende até o canal ASA 3 ao final da R. Camilo Ribeiro, com aproximadamente 500,25 m de extensão, conforme Figura 48. Atualmente a seção é heterogênea, tendo revestimento em gramíneas. O mesmo deverá ser construído no tipo trapezoidal com base menor de 6 m, base maior de 16,50 m e uma altura de 3,50 m. Seu revestimento será mantido com gramíneas.



Figura 50 – Localização do Canal ASA2.

5.4.1.15. Reconstrução Canal Arroio Santo Antônio 3

Reconstrução do trecho do canal que se inicia a jusante do canal ASA 2 e se estende até sua confluência com o Rio Passo Fundo, com 2.926,10 m de extensão, conforme Figura 49. Atualmente a seção é heterogênea, tendo revestimento em gramíneas. O mesmo deverá ser construído no tipo retangular com dimensões de 6 m de base e 4 m de altura. Seu revestimento será de gabião.



Figura 51 – Localização do Canal ASA3.

5.4.1.16. Adequações e execuções de canais na área urbana

Após dimensionamento da rede de microdrenagem verificaram-se canais de macrodrenagem adicionais que serão necessárias a execução ou adaptação das suas seções, conforme características descritas a seguir e ilustrado na Figura 50:

- Adequação do Canal URB1 – (683 m Retangular com base de 4,0 m, profundidade de 1,5 m e revestimento em concreto);
- Adequação do Canal URB2 – (389 m Retangular com base de 3,0 m, profundidade de 1,5 m e revestimento em concreto);
- Adequação do Canal URB3 – (25 m Retangular com base de 2,0 m, profundidade de 1,5 m e revestimento em concreto);
- Adequação do Canal URB4 – (78 m Retangular com base de 3,5 m,

- profundidade de 1,5 m e revestimento em concreto);
- Adequação do Canal URB5 – (194 m Retangular com base de 1,2 m, profundidade de 1,0 m e revestimento em concreto).

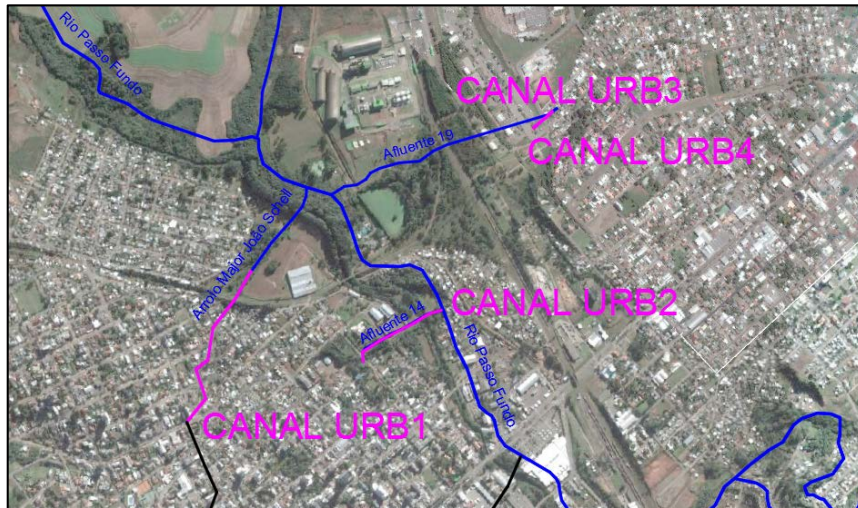


Figura 52 – Localização Canais URB1 a URB4 a serem executados.



Figura 53 – Localização Canal URB5 a ser executado.

5.4.1.17. Ponte Passo Fundo 1

Reconstrução do trecho da ponte na Estrada Britadeira Farroupilha, a jusante da Britadeira Farroupilha Ltda e a montante do canal PF1 com uma extensão de 15 m, conforme Figura 51. O mesmo deverá ser construído com uma largura de 9 m e 3 m de altura. Seu revestimento deverá ser de concreto.



Figura 54 – Localização da Ponte RPF1.

5.4.1.18. Ponte Passo Fundo 2

Reconstrução do trecho da ponte na R. Almirante Barroso, com uma extensão de 12 m, conforme Figura 52. O mesmo deverá ser construído com uma largura de 14 m e 3,50 m de altura. Seu revestimento deverá ser de concreto.



Figura 55 – Localização da Ponte RPF2.

5.4.1.19. Ponte Passo Fundo 3

Reconstrução do trecho da ponte sob a Ferrovia próxima ao Bourbon Hipermercados, com uma extensão de 55 m, conforme Figura 53. O mesmo deverá ser

construído com uma largura de 15 m e 3,50 m de altura. Seu revestimento deverá ser de concreto.



Figura 56 – Localização da Ponte RPF3.

5.4.1.20. Ponte Arroio Santo Antônio 1

Reconstrução do trecho da ponte na R. Xavante e sobre canal ASA 3, com uma extensão de 18 m, conforme Figura 54. O mesmo deverá ser construído com uma largura de 8 m e 3,50 m de altura. Seu revestimento deverá ser de concreto.



Figura 57 – Localização da Ponte ASA1.

5.4.1.21. Ponte Arroio Santo Antônio 2

Reconstrução do trecho da ponte na R. Xavante e sobre canal ASA 3, com uma extensão de 12 m, conforme Figura 55. O mesmo deverá ser construído com uma largura de 8 m e 3,50 m de altura. Seu revestimento deverá ser de concreto.



Figura 58 – Localização da Ponte ASA2.

5.4.1.22. Ponte Arroio Santo Antônio 3

Reconstrução do trecho da ponte na R. Emilio Tagliari e sobre canal ASA 3, com uma extensão de 15 m, conforme Figura 56. O mesmo deverá ser construído com uma largura de 10 m e 3,50 m de altura. Seu revestimento deverá ser de concreto.



Figura 59 – Localização da Ponte ASA3.

5.4.1.23. Ponte Arroio Santo Antônio 4

Reconstrução do trecho da ponte próximo a R. Parobé e sobre canal ASA 3, com uma extensão de 65 m, conforme Figura 57. O mesmo deverá ser construído com uma largura de 10 m e 3,50 m de altura. Seu revestimento deverá ser de concreto.



Figura 60 – Localização da Ponte ASA4.

5.4.1.24. Ponte Arroio Santo Antônio 5

Reconstrução do trecho da ponte na R. Parobé e sobre canal ASA 3, com uma extensão de 15 m, próximo a confluência do Arroio Santo Antônio com o Rio Passo Fundo conforme Figura 58. O mesmo deverá ser construído com uma largura de 10 m e 3,50 m de altura. Seu revestimento deverá ser de concreto.



Figura 61 – Localização da Ponte ASA5.

5.4.2. Estimativa de Custos

A Tabela 12 apresenta o resumo da estimativa de custos para implementação da Alternativa 4. O detalhamento dos custos pode ser visualizado no Anexo 3.

Tabela 12 - Custos estimados para Alternativa 4.

Canal/Bacia	Tipo	Total Com B.D.I (25%)
Canal RPF1	Trapezoidal revestido em gramíneas	R\$ 1.290.165,81
Canal RPF2	Trapezoidal revestido em gramíneas	R\$ 1.292.697,98
Canal RPF3	Trapezoidal revestido em gramíneas	R\$ 6.843.961,41
Canal RPF4	Retangular revestido em gabião	R\$ 437.819,27
Canal RPF5	Trapezoidal revestido em gramíneas	R\$ 3.336.700,70
Canal ASA1	Trapezoidal revestido em gramíneas	R\$ 330.232,49
Canal ASA2	Trapezoidal revestido em gramíneas	R\$ 390.954,29
Canal ASA3	Retangular revestido em gabião	R\$ 1.810.529,41
Canal URB1	Retangular revestido em concreto	R\$ 3.069.614,16
Canal URB2	Retangular revestido em concreto	R\$ 1.487.331,78
Canal URB3	Retangular revestido em concreto	R\$ 78.639,38
Canal URB4	Retangular revestido em concreto	R\$ 319.977,55
Canal URB5	Retangular revestido em concreto	R\$ 592.899,95
Bacia RPF1		R\$ 18.010.848,50
Bacia RPF2		R\$ 21.126.360,64
Bacia RPF3		R\$ 24.340.227,53
Bacia RPF4		R\$ 26.346.712,26
Bacia ASA1		R\$ 11.249.270,87
Bacia ASA2		R\$ 14.721.876,53
Bacia ASA3		R\$ 15.850.094,55
Ponte PF1		R\$ 109.505,27
Ponte PF2		R\$ 136.858,73
Ponte PF3		R\$ 652.740,88
Ponte ASA1		R\$ 118.013,72
Ponte ASA2		R\$ 80.323,70
Ponte ASA3		R\$ 122.724,97
Ponte ASA4		R\$ 515.329,35
Ponte ASA5		R\$ 122.724,97
Total		R\$ 154.785.136,60

Como se pode analisar, as bacias de detenção, alternativas para a retenção do volume de água ao longo do Rio Passo Fundo são as mais dispendiosas somando um valor agregado de **R\$ 103.924.598,97** contra **R\$ 45.312.074,84** para bacias do Arroio Santo Antônio. Os canais de macrodrenagem adicionais (Canal URB1 a URB5) terão o custo de suas obras em **R\$ 5.548.462,80**, totalizando **R\$ 154.785.136,60**.

Apresenta-se na Tabela 10 as características dos reservatórios, tais como: área total, volume de escavação e o volume útil.

As bacias do Rio Passo Fundo apresentam maiores volumes de movimentação de solo e conseqüentemente maiores custos.

Tabela 13 - Características dos Reservatórios - Alternativa 4.

Bacia	Área (m ²)	Volume de Escavação (m ³)	Volume Útil (m ³)
Bacia RPF1	72.782,73	566.186,90	218.348,19
Bacia RPF2	71.654,19	425.453,25	214.962,57
Bacia RPF3	84.851,83	472.729,00	254.555,49
Bacia RPF4	35.496,05	165.804,63	106.488,15
Bacia ASA1	58.854,86	310.244,10	130.806,60
Bacia ASA2	41.020,89	363.775,50	176.564,58
Bacia ASA3	58.854,86	345.334,80	123.062,67

5.5. PROPOSIÇÕES NECESSÁRIAS AOS DEMAIS AFLUENTES

As modificações necessárias a serem feitas em relação aos afluentes do Rio Passo Fundo e do Arroio Santo Antônio que compõem a bacia do Uruguai são descritas a seguir e nas plantas G31-DES-PAF-001a007-R00.

5.5.1. Afluente 3

O Afluente 03 possui duas modificações a serem propostas, sendo elas a Travessia 02 e a Travessia 03. Ambas são descritas abaixo.

5.5.1.1. Travessia 2

Consiste na reconstrução da travessia existente sobre a R. João Pessoa e perpendicular a Av. Perimetral, próximo ao Makrodal Distribuidora de Alimentos, conforme Figura 59. Atualmente este trecho é do tipo tubular em concreto DN 800 mm e possui uma extensão de 25m. Esta travessia se encontra em boas condições estruturais, porém não suporta a vazão necessária.



Figura 62 - Afluente 3 - Travessia 2.

A modificação prevê esta seção com uma extensão total de 25 m e do tipo galeria com base de 1 m e uma altura de 1,5 m. Seu revestimento é de concreto armado.

5.5.1.2. Travessia 3

Consiste na reconstrução da travessia existente perpendicular a R. Rodolfo Rodrigues de Lara e a Av. Perimetral, próximo ao Makrodal Distribuidora de Alimentos, conforme Figura 60. Atualmente este trecho é do tipo tubular em concreto DN 1200 mm e possui uma extensão de 15m. Esta travessia se encontra em boas condições estruturais, porém não suporta a vazão necessária.



Figura 63 - Afluente 3 - Travessia 3.

A modificação prevê esta seção com uma extensão total de 15 m e do tipo galeria com base de 1,5 m e uma altura de 1,5 m. Seu revestimento é de concreto armado.

5.5.1.3. Afluente 8

O afluente 08 possui apenas uma modificação a ser proposta, sendo a mesma apresentada abaixo.

5.5.1.4. Travessia 1

Consiste na reconstrução da travessia existente perpendicular e entre as R. da Floresta e R. Padre Réus, conforme Figura 61. Atualmente este trecho é do tipo tubular em concreto DN 1200 mm e possui uma extensão de 15 m. Esta travessia se encontra em boas condições estruturais, porém não suporta a vazão necessária.



Figura 64 - Afluente 8 - Travessia 1.

A modificação prevê esta seção com uma extensão total de 15 m e do tipo galeria com base de 1,5 m e uma altura de 1,5 m. Seu revestimento é de concreto armado.

5.5.2. Afluente 10

O afluente 10 possui apenas uma modificação a ser proposta, sendo a mesma apresentada abaixo.

5.5.2.1. Travessia 1

Consiste na reconstrução da travessia perpendicular a R. Martins Scheneleder e sob a R. Telmo Ilha, próximo a rodovia estadual RS-135, conforme Figura 62. Atualmente este trecho é do tipo tubular em concreto DN 1200 mm e possui uma extensão de 15 m.

Esta travessia se encontra em boas condições estruturais, porém não suporta a vazão necessária.



Figura 65 - Afluente 10 - Travessia 1.

A modificação prevê esta seção com uma extensão total de 15 m e do tipo galeria com base de 1,5 m e uma altura de 1,2 m. Seu revestimento é de concreto armado.

5.5.3. Afluente 11

O afluente 11 possui apenas uma modificação a ser proposta, sendo a mesma apresentada abaixo.

5.5.3.1. Dragagem

A dragagem e a reconformação a ser feita ao longo do trecho afluente 11 começa paralela a R. Beija-Flor e se estende perpendicularmente até a R. Ruth Alves Nunes. A extensão da dragagem corre paralelamente a Av. Nova Olinda, com seção de base maior 8,0 m, base menor 2,0 m e altura de 2,0 m em uma extensão de aproximadamente 814 m, conforme Figura 63.



Figura 66 - Afluentes 11 - Dragagem.

A dragagem deve reconformar o talude ao longo do trecho em 2H:1V e sugere-se que seja executada por uma escavadeira mecânica. O desmonte de rocha pode acontecer devido a fragmentos de rocha matriz, submersos ou não, no leito do rio.

A previsão do rebaixamento no canal do Rio Passo Fundo foi realizada tendo como base as sondagens executadas ao longo do rio

5.5.4. Afluentes 18

O afluentes 18 possui duas modificações a serem propostas, sendo elas a Travessia 02 e a Travessia 04. Ambas são descritas abaixo.

5.5.4.1. Travessia 2

Consiste na reconstrução da travessia sob a R. Giuseppe Marchi, conforme Figura 64. Atualmente este trecho é do tipo galeria em concreto com duas seções com 0,8x1,1 m e possui uma extensão de 17 m. Esta travessia se encontra em boas condições estruturais, porém não suporta a vazão necessária.



Figura 67 - Afluentes 18 - Travessia 2.

A modificação prevê esta seção com uma extensão total de 17 m e do tipo galeria, com base de 2,5 m e uma altura de 1,5 m. Seu revestimento é de concreto armado.

5.5.4.2. Travessia 4

Consiste na reconstrução da travessia sob a R. Arnô Pini, próximo a BR-285, conforme Figura 65. Atualmente este trecho é do tipo tubular em concreto com duas seções de DN1200 mm e possui uma extensão de 12 m. Esta travessia se encontra em boas condições estruturais, porém não suporta a vazão necessária.



Figura 68 - Afluentes 18 - Travessia 4.

A modificação prevê esta duas seções com uma extensão total de 12 m e do tipo galeria com base de 2 m e uma altura de 1,5 m. Seu revestimento é de concreto armado.

5.5.5. Arroio Centenário

O Arroio Centenário possui três modificações a serem propostas, sendo elas as Travessias 01, 02 e 04. Todas são descritas abaixo.

5.5.5.1. Travessia 1

Consiste na reconstrução da travessia na R. Guaíba, conforme Figura 66. Atualmente este trecho é do tipo tubular em concreto com seção de DN1000 mm e possui uma extensão de 12 m. Esta travessia se encontra em boas condições estruturais, porém não suporta a vazão necessária.



Figura 69 - Arroio Centenário - Travessia 1.

A modificação prevê uma seção com uma extensão total de 12 m em galeria, com base de 2 m e uma altura de 1 m. Seu revestimento é de concreto armado.

5.5.5.2. Travessia 2

Consiste na reconstrução da travessia na R. Goioen, conforme Figura 67. Atualmente este trecho é do tipo tubular em concreto com duas seções, uma de DN1200 mm e outra de DN1500 mm e possui uma extensão de 22 m. Esta travessia se encontra em boas condições estruturais, porém não suporta a vazão necessária.



Figura 70 - Arroio Centenário - Travessia 2.

A modificação prevê uma seção com uma extensão total de 22 m em galeria, com base de 2 m e uma altura de 1,5 m. Seu revestimento é de concreto armado.

5.5.5.3. Travessia 6

Consiste na reconstrução da travessia na BR-285, conforme Figura 68. Atualmente este trecho é do tipo tubular em concreto com duas seções de DN1000 MM e possui uma extensão de 30 m. Esta travessia se encontra em boas condições estruturais, porém não suporta a vazão necessária.



Figura 71 - Arroio Centenário - Travessia 6.

A modificação prevê uma seção com uma extensão total de 30 m em galeria, com base de 3 m e uma altura de 2,5 m. Seu revestimento é de concreto armado.

5.5.6. Estimativa de Custos

A Tabela 14 apresenta o resumo da estimativa de custos para implementação das Proposições para os demais Afluentes. O detalhamento dos custos pode ser visualizado no Anexo 4.

Tabela 14 - Custos estimados para os demais Afluentes.

Afluente	Intervenção	Custos Obras
Afluente 3	Travessia 2	R\$ 84.359,44
	Travessia 3	R\$ 50.615,66
Afluente 8	Travessia 1	R\$ 50.615,66
Afluente 10	Travessia 1	R\$ 47.143,29
Afluente 11	Dragagem	R\$ 239.753,53
Afluente 18	Travessia 2	R\$ 69.813,90
	Travessia 4	R\$ 90.404,34
Arroio Centenário	Travessia 1	R\$ 40.191,28
	Travessia 2	R\$ 82.291,85
	Travessia 6	R\$ 158.315,40
Total	-	R\$ 913.504,35

Como se pode analisar, é previsto um valor agregado de **R\$ 913.504,35** para as intervenções necessárias aos demais afluentes.

5.6. PROPOSIÇÕES DA REDE DE MICRODRENAGEM

As mudanças propostas na rede de microdrenagem são baseadas em uma análise da rede já existente, levando-se em consideração as cotas dos PVs, a inclinação da tubulação e as velocidades (não superando o valor de 5,0 m/s).

Ademais, por meio do levantamento do uso do solo atual e futuro (discorridos no diagnóstico) elaboraram-se os coeficientes C das microbacias. Estes serviram de embasamento para as alternativas de micro e macrodrenagens presentes neste estudo. Deve-se ressaltar que dados primários como os levantamentos topográficos, vazão dos corpos d'água, intensidade de chuva e entre outros foram também utilizados para a confecção dos cenários do uso do solo, e conseqüentemente para os coeficientes C.

Não satisfazendo os parâmetros acima citados, foram alterados os diâmetros para que se possam obter os valores desejados. A Tabela 15 apresenta o quantitativo de redes de microdrenagem propostas para implantação.

Tabela 15 - Quantitativo de redes de Microdrenagem implantar.

DN	Tipo de pavimentação (m)			Total (m)
	Asfalto	Paralelepípedo	Sem revestimento	
2000	492,89	0,00	1.697,36	2.190,26
1800	29,46	0,00	1.806,66	1.836,12
1500	2.461,51	2.661,39	5.289,90	10.412,80
1200	2.962,07	1.700,53	5.279,57	9.942,17
1000	5.892,13	5.076,96	11.617,38	22.586,48
800	16.608,04	6.935,90	8.313,45	31.857,39
600	9.465,26	4.654,98	4.662,38	18.782,61
500	7.025,08	982,42	1.638,62	9.646,12
400	1.634,98	0,00	176,59	1.811,57
300	683,49	0,00	0,00	683,49
Total	47.254,92	22.012,17	40.481,92	109.749,01

5.6.1. METODOLOGIA DO ORÇAMENTO

Os orçamentos foram divididos em três categorias. Em pavimentação com revestimento asfáltico, pavimentação com revestimento em paralelepípedo e sem revestimento. Subdividiram-se ainda, as tubulações com diâmetros de 300, 400, 500, 600, 800, 1000, 1200, 1500, 1800 e 2000 mm, totalizando assim, vinte e cinco orçamentos. Os custos com possíveis demolições também foram considerados.

O Anexo 5 apresenta os orçamentos das redes propostas de microdrenagem separados em diâmetro e tipo de pavimentação

5.6.1.1. Pavimentação

Na categoria pavimentação estão inclusos três itens. Demolição, base para pavimentação e a recuperação do pavimento por pré-misturado a frio ou o reassentamento do paralelepípedo. Estes serviços não serão necessários para os itens correspondentes ao trecho com pavimentação sem revestimento.

5.6.1.2. Demolição

Adotou-se este parâmetro para os trechos contendo pavimentação com revestimento asfáltico e pavimentação com revestimento em paralelepípedo. Nos trechos sem revestimento este serviço não foi considerado.

5.6.1.3. Base para pavimentação

Este item está incluso apenas nos locais onde há pavimentação com revestimento asfáltico e pavimentação com revestimento em paralelepípedo. Nos trechos sem revestimento este serviço não foi considerado.

5.6.1.4. Pré-misturado a frio

Este item abrange apenas os locais onde há pavimentação com revestimento asfáltico. Nos trechos de pavimentação com revestimento em paralelepípedo e nos sem revestimento este serviço não foi considerado.

5.6.1.5. Reassentamento de Paralelepípedo

Este item abrange apenas os locais onde há pavimentação com revestimento em paralelepípedo. Nos trechos sem revestimento e com pavimento com revestimento asfáltico este serviço não foi considerado.

5.6.1.6. Escavação mecanizada da vala

Este item está incluso no orçamento dos três tipos de pavimentação e revestimentos. A escavação mecanizada se dá por escavadeira hidráulica em solo de vias urbanas com profundidades entre 1,5 m até 3,0 m.

5.6.1.7. Assentamento do tubo

O reassentamento dos tubos será feito com juntas rígidas em argamassa 1:3 (cimento: areia). Os valores variam de acordo com o diâmetro do tubo e estão descritos pelos códigos da tabela SINAPI.

Na ausência dos preços para os diâmetros 1800 mm e 2000 mm foram utilizados os preços do diâmetro 1500 mm para composição orçamentária.

A composição segue um valor referente à remoção do metro para cada diâmetro de tubo. Este valor será multiplicado pelo comprimento de cada um dos diâmetros totalizando o custo total de remoção para cada tipo de pavimentação.

5.6.1.8. Reaterro da vala

O reaterro será feito com aproveitamento do material removido pela escavação. Os custos são baseados na tabela SINAPI, referente ao reaterro de vala com material granular reaproveitado, adensado e vibrado.

5.6.1.9. Remoção dos tubos

Para remoção da tubulação será incluído ao orçamento da tabela SINAPI, referente aos custos da remoção de calhas e condutores de águas pluviais.

5.6.1. ESTIMATIVA DE CUSTO

A Tabela 16 apresenta o custo de implantação das redes de microdrenagem propostas.

Tabela 16 - Custo de redes de Microdrenagem implantar.

DN	Tipo de pavimentação			Total
	Asfalto	Paralelepípedo	Sem revestimento	
2000	R\$ 1.040.146,80	R\$ 0,00	R\$ 418.637,80	R\$ 1.458.784,60
1800	R\$ 61.065,36	R\$ 0,00	R\$ 514.401,57	R\$ 575.466,93
1500	R\$ 2.958.559,35	R\$ 674.084,10	R\$ 961.872,21	R\$ 4.594.515,66
1200	R\$ 2.447.972,46	R\$ 399.181,51	R\$ 901.368,74	R\$ 3.748.522,70
1000	R\$ 3.578.145,86	R\$ 1.098.155,65	R\$ 1.747.980,67	R\$ 6.424.282,18
800	R\$ 7.269.393,26	R\$ 1.400.206,41	R\$ 1.184.386,61	R\$ 9.853.986,29
600	R\$ 2.006.975,74	R\$ 584.968,63	R\$ 384.341,77	R\$ 2.976.286,14
500	R\$ 1.212.195,75	R\$ 118.649,62	R\$ 129.628,55	R\$ 1.460.473,92
400	R\$ 212.871,37	R\$ 0,00	R\$ 12.696,46	R\$ 225.567,83
300	R\$ 70.150,11	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 70.150,11
Total	R\$ 20.857.476,05	R\$ 4.275.245,92	R\$ 6.255.314,39	R\$ 31.388.036,36

6. SELEÇÃO DA ALTERNATIVA

6. SELEÇÃO DA ALTERNATIVA

A concepção das alternativas que solucionam os problemas de inundação da área em estudo compõe um conjunto de ações, visando a determinação de resultados convergentes em termos das vazões geradas para cada trecho estudado, e em função das capacidades de escoamento das estruturas existentes, e a serem construídas.

O custo das alternativas propostas para o Rio Passo Fundo é discriminado e devem ser considerados como custo parcial para o problema de inundações das bacias em estudo, haja vista a interdependência dos escoamentos da Bacia do Arroio Santo Antônio e demais sub-bacias.

As estimativas de custos estruturais de cada alternativa foram elaboradas com base nos quantitativos de materiais, serviços e equipamentos previstos.

Os preços foram obtidos preferencialmente da Tabela de Preços SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil, nos termos da Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) vigente.

Alternativamente foram utilizados custos globais de referência para obras similares, conforme experiência da Consultora em trabalhos similares, utilizando-se funções de custos, com citação de fonte e forma de obtenção.

Os custos para implantação estrutural das alternativas propostas para o Rio Passo Fundo e Arroio Santo Antônio são apresentados na Tabela 17.

Tabela 17 - Custos das Alternativas.

Alternativa	Custos Global
Alternativa 1	R\$ 15.967.253,23 (ao ano)
Alternativa 2	R\$ 233.350.212,53
Alternativa 3	R\$ 221.641.537,68
Alternativa 4	R\$ 154.785.136,60

Os custos de cada alternativa são apresentados em termos econômicos, ou seja, os custos de investimento são discriminados em mão de obra, materiais, equipamentos, e outros.

Para efeito de comparação de alternativas e análise benefício-custo, foram incluídos os custos dos terrenos e os benefícios, valorados, relativos aos impactos negativos e positivos, nos cenários anterior e posterior (futuro) ao projeto em caso de implantação.

As alternativas de solução adequadas correspondem àquelas cujo conjunto de fatores e aspectos sociais, técnicos, ambientais, econômicos e financeiros indicaram ser os mais apropriados a todas as partes beneficiadas pelo projeto.

A partir dessa análise foi priorizada a de menor custo econômico. A mais recomendável, portanto, foi a **Alternativa 4**.

A Estimativa de custo das intervenções propostas para o Rio Passo Fundo e Arroio Santo Antônio através da Alternativa 4 alcança **R\$ 154.785.136,60**.

Salienta-se a necessidade de serem incorporados a este custo as intervenções propostas para os demais afluentes e a rede de microdrenagem, a saber:

- Demais afluentes, a um custo de **R\$ 913.504,35**;
- Microdrenagem, a um custo de **R\$ 31.388.036,36**.

Sendo assim, o custo de implantação de todas as proposições é de **R\$187.086.677,31**.

7. ANEXOS

7.1. PEÇAS GRÁFICAS

Nº	NOME DO ARQUIVO	TÍTULO	Nº de Pranchas
1	G31-DES-ACI-001-R00	Áreas Críticas de Inundações e Alagamentos segundo Histórico de Chuvas	1
2	G31-DES-BAU-001-R00	Subdivisão de Bacias na Área Urbana	1
3	G31-DES-CNF-001-R00	CN Futuro	1
4	G31-DES-CNB-001-R00	CN Futuro ponderado por Bacia	1
5	G31-DES-INU-001a006-R00	Manchas de Inundação segundo Modelagem	6
6	G31-DES-ALT3-001-R00	Proposições da Alternativa 3	1
7	G31-DES-ALT4-001-R00	Proposições da Alternativa 4	1
8	G31-DES-PAF-001a007-R00	Proposições dos Demais Afluentes	7
9	G31-DES-MIC-007a012-R00	Proposições da Rede de Microdrenagem	6

7.2. ORÇAMENTOS DAS PROPOSIÇÕES DA ALTERNATIVA 3

7.3. ORÇAMENTOS DAS PROPOSIÇÕES DA ALTERNATIVA 4

7.4. ORÇAMENTOS DAS PROPOSIÇÕES DOS DEMAIS AFLUENTES

7.5. ORÇAMENTOS DAS PROPOSIÇÕES DA REDE DE MICRODRENAGEM