

Plano Diretor de Drenagem Urbana da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira

Estudo de Alternativas e Anteprojeto

Volume 2 | Estudos

Tomo V • Sub-bacia 5 • Rio Walter Brandt



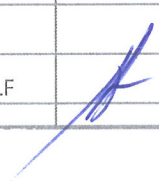
BID



Fevereiro / 2011

951-PMJ-PDC-RT-P716 | REV.1

--	--	--	--	--

REV.	DATA	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
1	01/11	Emissão Final	ASM / FG / LDLF	




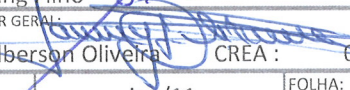
PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

ENGECORPS ♦ HIDROSTUDIO ♦ BRLi

**PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA – PDDU
BACIA HIDROGRAFICA DO RIO CACHOEIRA NO MUNICIPIO DE JOINVILLE - SC**

**RELATÓRIO PII - R5/R6/R8 - ESTUDO DE ALTERNATIVAS E MEDIDAS DE CONTROLE ESTRUTURAIS COM ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO, ESTUDOS ECONÔMICOS E ANTEPROJETOS DAS MEDIDAS DE CONTROLE ESTRUTURAIS
VOLUME 2 – TOMO V – SUB-BACIA SB-05 – RIO WALTER BRANDT**

ELABORADO:		APROVADO:	
ASM / FG / LDLF / MSTC		 Alberto Lang Filho	
VERIFICADO		COORDENADOR GERAL:	
Alberto Lang Filho		 Danny Dalberson Oliveira	
Nº PMJ:		DATA:	jan/11 <div style="float: right;">FOLHA:</div>
Nº ENGECORPS:	951-PMJ-PDC-RT-P716		Rev. 1

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

**Plano Diretor de Drenagem Urbana – PDDU – da Bacia Hidrográfica do Rio
Cachoeira no Município de Joinville**

***RELATÓRIO PII - R5/R6/R8 - ESTUDO DE
ALTERNATIVAS E MEDIDAS DE CONTROLE
ESTRUTURAIS COM ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO,
ESTUDOS ECONÔMICOS E ANTEPROJETOS DAS
MEDIDAS DE CONTROLE ESTRUTURAIS***

***VOLUME 2 – TOMO V – SUB-BACIA SB-05
RIO WALTER BRANDT***

CONSÓRCIO ENGECORPS♦HIDROSTUDIO♦BRLi

951-PMJ-PDC-RT-P716

Rev. 1

Janeiro / 2011

APRESENTAÇÃO

Este relatório é parte integrante dos estudos do Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira. Este documento visa apresentar os estudos de alternativas realizados pelo Consórcio ENGECORPS♦HIDROSTUDIO♦BRLi de obras de drenagem para a Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira, assim como os estudos econômicos que subsidiaram a seleção da melhor alternativa e o detalhamento das obras que irão integrar o PDDU.

Seu objetivo é o de apresentar a os estudos realizados para o dimensionamento das obras de engenharia, determinação dos custos de construção e manutenção, quantificação de benefícios econômicos para as alternativas de projeto de macrodrenagem urbana para 26 sub-bacias do rio Cachoeira no âmbito dos estudos técnicos para elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira no município de Joinville, seleção de alternativa por sub-bacia e detalhamento da alternativa selecionada para integrar o PDDU do Rio Cachoeira. O Quadro a seguir apresenta as sub-bacias constituintes da bacia do rio Cachoeira.

O presente estudo dá continuidade aos estudos já realizados de diagnóstico e prognóstico da rede de macrodrenagem da bacia do rio Cachoeira, apresentados no relatório R3 - Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico das Inundações, onde foram identificados componentes da rede de macrodrenagem que tem capacidade insuficiente, provocando inundações na bacia do rio Cachoeira.

A Diretoria do Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID aprovou em 31/10/2007 o Programa de Revitalização Ambiental e Urbana de Joinville, orçado em US\$ 54,4 milhões, dos quais US\$ 32,7 referem-se a empréstimo ao município.

Uma importante prioridade do município de Joinville a ser equacionada com recursos do projeto é a macrodrenagem da cidade. Nesse contexto, destaca-se o PDDU da bacia hidrográfica do rio Cachoeira, com área total de aproximadamente 82 km², que está totalmente inserida na área urbana de Joinville.

A região das nascentes do rio Cachoeira localiza-se no bairro Costa e Silva, nas proximidades da junção da rua Rui Barbosa e estrada dos Suíços com a BR 101.

Ao longo do leito com extensão de aproximadamente 15 km, o rio Cachoeira recebe a contribuição de vários afluentes, passa pela área central da cidade, desaguando na lagoa do Saguaçu.

A bacia do rio Cachoeira em seu exutório na baía da Babitonga possui uma área de drenagem de 82,25 km² resultante da somatória das áreas de drenagem das sub-bacias e das áreas de contribuição direta.

A bacia do rio Cachoeira ocupa uma região relativamente plana, com relevo mais movimentado nas regiões de montante. As nascentes encontram-se numa altitude aproximada de 40 m, sendo que alguns afluentes nascem em encostas cuja altitude pode atingir 180 m. No entanto, a maior parte do percurso do canal principal situa-se entre 0 e 15 metros de altitude.

A foz, na baía da Babitonga, caracteriza-se como uma região estuarina, com a presença de sedimentos arenosos de origem marinha, onde as declividades são inferiores a 1%, e onde se encontram áreas remanescentes de manguezais. O trecho inferior do rio sofre influência das marés e, durante os períodos de preamar, pode-se verificar a inversão do fluxo da água do rio Cachoeira, até quase a metade do seu percurso, causada pela entrada de água salgada pelo leito do rio.

PRINCIPAIS SUB-BACIAS DO RIO CACHOEIRA

Número Bacia	Sigla da PMJ	Nome Sub-Bacia	Área (km²)
SB-01	CA-NC	Nascente Principal do rio Cachoeira	2,79
SB-02	CA-LA	Leito Antigo do rio Cachoeira	1,55
SB-03	CA-BR	Rio Bom Retiro	2,09
SB-04	CA-LT	Rio Luiz Tonnemann	1,93
SB-05	CA-WB	Rio Walter Bandt	1,79
SB-06	CA-AV	Rio Alvino Vohl	1,12
SB-07	CA-AR	Canal da Rua Aracaju	0,83
SB-08	CA-CS	Canal da Rua Salvador	0,84
SB-09	CA-MI	Rio Mirandinha	2,17
SB-10	CA-MA	Rio Morro Alto	5,34
SB-11	CA-AM	Vertente rua Água Marinha	0,29
SB-12	CA-PF	Vertente Parque de France	0,57
SB-13	CA-LS	Vertente Lagoa Saguacú	0,57
SB-14	CA-MT	Rio Mathias	2,05
SB-15	CA-BL	Vertente Buschile & Lepper	0,84
SB-16	CA-UO	Vertente Unidade de Obras	0,21
SB-17	CA-VI	Vertente Vick	0,40
SB-18	CA-PG	Vertente Ponta Grossa	0,08
SB-19	CA-PE	Vertente rua Pedro Álvares Cabral	0,48
SB-20	CA-MD	Vertente rua Matilde Amim	0,35
SB-21	CA-NO	Vertente rua Noruega	0,64
SB-22	CA-JA	Rio Jaguarão	8,53
SB-23	CA-BU	Rio Bupeva	1,96
SB-24	CA-BC	Rio Bucarein	10,97
SB-25	CA-IA	Rio Itaum-Açú	24,64

Obs. A sub-bacia SB-10 – Rio Morro Alto foi objeto de estudo anterior realizado pela PMJ e não integra o escopo do presente contrato.

SUMÁRIO GERAL

Os Estudos de Alternativas e Medidas de Controle Estruturais com Análise Benefício Custo, Estudos Econômicos e Anteprojetos das Medidas de Controle Estruturais para o Plano Diretor de Drenagem Urbana do Rio Cachoeira abrangeram a rede de macrodrenagem dessa bacia e estão apresentados em diversos tomos e volumes, acompanhando a divisão em sub-bacias do rio Cachoeira utilizada pela PMJ, conforme listado a seguir:

- ✓ Volume 1 – Critérios de Dimensionamento e Metodologia.
- ✓ Volume 2 – Estudos:
 - ✧ Tomo I – Sub-Bacia 1 – Nascente do Rio Cachoeira;
 - ✧ Tomo II – Sub-Bacia 2 – Rio Cachoeira Leito Antigo;
 - ✧ Tomo III – Sub-Bacia 3 – Rio Bom Retiro;
 - ✧ Tomo IV – Sub-Bacia 4 – Rio Luiz Tonnemann;
 - ✧ Tomo V – Sub-Bacia 5 – Rio Walter Brandt;
 - ✧ Tomo VI – Sub-Bacia 6 – Rio Alvino Vöhl;
 - ✧ Tomo VII – Sub-Bacia 7 – Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracaju;
 - ✧ Tomo VIII – Sub-Bacia 8 – Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador;
 - ✧ Tomo IX – Sub-Bacia 9 – Rio Mirandinha;
 - ✧ Tomo X – Sub-Bacia 10 – Rio Morro Alto;
 - ✧ Tomo XI – Sub-Bacia 11 – Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Água Marinha;
 - ✧ Tomo XII – Sub-Bacia 12 – Vertente do Morro do Boa Vista – Parque de France;
 - ✧ Tomo XIII – Sub-Bacia 13 – Vertente do Morro do Boa Vista – Lagoa SaguAçú;
 - ✧ Tomo XIV – Sub-Bacia 14 – Rio Mathias;
 - ✧ Tomo XV – Sub-Bacia 15 – Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper;
 - ✧ Tomo XVI – Sub-Bacia 16 – Vertente do Morro do Boa Vista – Unidade de Obras;
 - ✧ Tomo XVII – Sub-Bacia 17 – Vertente do Morro do Boa Vista – Vick;
 - ✧ Tomo XVIII – Sub-Bacia 18 – Vertente do Morro do Boa Vista – Ponta Grossa;
 - ✧ Tomo XIX – Sub-Bacia 19 – Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Pedro Álvares Cabral;
 - ✧ Tomo XX – Sub-Bacia 20 – Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim;
 - ✧ Tomo XXI – Sub-Bacia 21 – Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Noruega;
 - ✧ Tomo XXII – Sub-Bacia 22 – Rio Jaguarão;
 - ✧ Tomo XXIII – Sub-Bacia 23 – Rio Bupeva;
 - ✧ Tomo XXIV – Sub-Bacia 24 – Rio Bucarein;
 - ✧ Tomo XXV – Sub-Bacia 25 – Rio Itaum-Açú;
 - ✧ Tomo XXVI – Rio Cachoeira.

ÍNDICE

	PÁG.
APRESENTAÇÃO.....	II
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO.....	1
2.1 CONCEPÇÃO GERAL	1
2.2 ESTUDOS INICIAIS E REUNIÃO COM A COMUNIDADE	2
2.2.1 Estudos Iniciais	2
2.2.2 Reunião com a Comunidade	2
2.3 CONCEPÇÃO DAS ALTERNATIVAS.....	6
2.3.1 Alternativa A	6
2.3.2 Alternativa B	6
2.3.3 Alternativa C	7
2.3.4 Dimensionamento das Alternativas	7
2.4 DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS	10
2.4.1 Alternativa A	10
2.4.2 Alternativa B	13
2.4.3 Alternativa C	17
3. SELEÇÃO DA ALTERNATIVA PARA TR 25 ANOS.....	21
3.1 CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS.....	23
3.1.1 Alternativa A	23
3.1.2 Alternativa B	24
3.1.3 Alternativa C	25
3.2 CUSTOS	25
3.2.1 Custos da Alternativa A	26
3.2.2 Custos da Alternativa B.....	27
3.2.3 Custos da Alternativa C	27
3.2.4 Desagregação dos Preços Financeiros e Cálculo dos Preços Econômicos	28
3.3 BENEFÍCIOS ECONÔMICOS	29
3.3.1 Danos Evitados.....	29
3.3.2 Benefícios por Valorização Imobiliária	30
3.3.3 Benefícios de Tráfego.....	33
3.3.4 Benefícios Indiretos	33

3.4	ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO DAS ALTERNATIVAS	33
4.	ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO POR PERÍODO DE RETORNO.....	38
4.1	DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS	38
4.2	CUSTOS POR PERÍODO DE RETORNO.....	39
4.3	BENEFÍCIOS POR PERÍODO DE RETORNO	40
4.3.1	<i>Benefícios por Danos Evitados</i>	<i>40</i>
4.3.2	<i>Benefícios de Valorização Imobiliária por Período de Retorno.....</i>	<i>41</i>
4.3.3	<i>Benefícios de Tráfego.....</i>	<i>41</i>
4.3.4	<i>Benefícios Indiretos</i>	<i>42</i>
4.4	RESULTADOS DA ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO.....	42
5.	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE.....	48
5.1	MODELAGEM DAS SIMULAÇÕES	48
5.1.1	<i>Análise de Risco para Período de Retorno de 5 Anos</i>	<i>50</i>
5.1.2	<i>Análise de Risco para Período de Retorno de 10 Anos</i>	<i>53</i>
5.1.3	<i>Análise de Risco para Período de Retorno de 25 Anos</i>	<i>56</i>
5.1.4	<i>Análise de Risco para Período de Retorno de 50 Anos</i>	<i>59</i>
5.1.5	<i>Conclusões da Análise de Risco</i>	<i>61</i>
6.	DETALHAMENTO DA ALTERNATIVA SELECIONADA.....	62
6.1	DESCRIÇÃO DA ALTERNATIVA	62
6.2	DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO	62
6.3	DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO	63
6.4	DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS	70
6.5	ORÇAMENTO.....	71

ANEXO I - DESENHOS DE PROJETO

ANEXO II - ORÇAMENTO

ÍNDICE DE FIGURAS**PÁG.**

<i>Figura 2.1 – Vazões no Rio Walter Brandt – Alternativa A.</i>	<i>11</i>
<i>Figura 2.2 – Velocidades no Rio Walter Brandt – Alternativa A.</i>	<i>12</i>
<i>Figura 2.3 – Níveis d'água no Rio Walter Brandt – Alternativa A.</i>	<i>12</i>
<i>Figura 2.4 – Vazões no Rio Walter Brandt – Alternativa B.</i>	<i>15</i>
<i>Figura 2.5 – Velocidades no Rio Walter Brandt – Alternativa B.</i>	<i>15</i>
<i>Figura 2.6 – Níveis d'água no Rio Walter Brandt – Alternativa B.</i>	<i>16</i>
<i>Figura 2.7 – Localização do Reservatório R5.1.</i>	<i>18</i>
<i>Figura 2.8 – Vazões no Rio Walter Brandt – Alternativa C.</i>	<i>19</i>
<i>Figura 2.9 – Velocidades no Rio Walter Brandt – Alternativa C.</i>	<i>20</i>
<i>Figura 2.10 – Níveis d'água no Rio Walter Brandt – Alternativa C.</i>	<i>20</i>
<i>Figura 6.1 – Perfil das Vazões de Dimensionamento do Rio Walter Brandt para o Esquema de Obras com TR=10 Anos.</i>	<i>64</i>
<i>Figura 6.2 – Perfil das Vazões de Dimensionamento do By-Pass para o Esquema de Obras com TR=10 Anos</i>	<i>65</i>
<i>Figura 6.3 – Perfil do N.A. do Rio Walter Brandt para o Esquema de Obras com TR=10 Anos.</i>	<i>66</i>
<i>Figura 6.4 – Perfil de Velocidades do Rio Walter Brandt para o esquema de Obras com TR=10 Anos.</i>	<i>67</i>
<i>Figura 6.5 – Perfil do N.A. do By-Pass para o Esquema de Obras com TR=10 Anos</i>	<i>68</i>
<i>Figura 6.6 – Perfil de Velocidades do By-Pass para o Esquema de Obras com TR=10 Anos.</i>	<i>69</i>

ÍNDICE DE QUADROS**PÁG.**

Quadro 2.1 - Resumo de Alternativas e Custos.....	2
Quadro 2.2 - Prioridade de Estudos	6
Quadro 2.3 - Sub-Bacia do Rio Walter Brandt – Precipitação de Projeto (Duração de 1 Hora).....	8
Quadro 2.4 - Sub-Bacia do Rio Walter Brandt – Dispositivos Atuais	8
Quadro 2.5 - Dados da Estação Fluviométrica 5.....	9
Quadro 2.6 - Taxa Média de Produção de Sedimentos em Arraste e Suspensão (Estação 5).....	9
Quadro 2.7 - Produção de Sedimentos nos Canais Fluviais (Alternativas A e B)	10
Quadro 2.8 - Produção e Retenção de Sedimentos nos Dispositivos e Canais Fluviais (Alternativa C).....	10
Quadro 2.9 - Sub-Bacia do Rio Walter Brandt – Obras – Alternativa A.....	11
Quadro 2.10 - Sub-Bacia do Rio Walter Brandt – Produção de Sedimentos – Alternativa A	13
Quadro 2.11 - Sub-Bacia do Rio Walter Brandt – Custos de Manutenção – Alternativa A.....	13
Quadro 2.12 - Sub-Bacia do Rio Walter brandt – Obras – Alternativa B.....	14
Quadro 2.13 - Sub-Bacia do Rio Walter Brandt – Produção de Sedimentos – Alternativa B	16
Quadro 2.14 - Sub-Bacia do Rio Walter Brandt – Custos de Manutenção – Alternativa B	16
Quadro 2.15 - Sub-Bacia do Rio Walter Brandt – Obras – Alternativa C	17
Quadro 2.16 - Sub-Bacia do Rio Walter Brandt – Reservatórios – Alternativa C.....	17
Quadro 3.1 - Sub-Bacia do Rio Walter Brandt – Características das Obras – Alternativa B.....	24
Quadro 3.2 - Sub-Bacia do Rio Walter Brandt – Características das Obras – Alternativa C.....	25
Quadro 3.3 - Sub-Bacia do Rio Walter Brandt – Características das Obras de Reservação – Alternativa C	25
Quadro 3.4 - Sub-Bacia do Rio Walter Brandt – Características da Curva Paramétrica Complementar	26
Quadro 3.5 - Sub-Bacia do Rio Walter Brandt – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa A.....	26
Quadro 3.6 - Sub-Bacia do Rio Walter Brandt – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa B.....	27
Quadro 3.7 - Sub-Bacia do Rio Walter Brandt – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa C	27
Quadro 3.8 - Fatores de Conversão	28
Quadro 3.9 - Custos de Investimentos e Manutenção – Preços Econômicos – Alternativas de Projeto ...	28
Quadro 3.10 - Parâmetros para Estimação do Prejuízo Direto	29
Quadro 3.11 - Benefícios Econômicos para Alternativa A – TR 25 Anos	29
Quadro 3.12 - Benefícios Econômicos para Alternativa B – TR 25 Anos	30

Quadro 3.13 - Benefícios Econômicos para Alternativa C – TR 25 Anos	30
Quadro 3.14 - Coeficientes para Estimativa do Modelo de Valorização Imobiliária.....	31
Quadro 3.15 - Estatísticas Descritivas.....	32
Quadro 3.16 - Anova	32
Quadro 3.17 - Coeficientes	32
Quadro 3.18 - R Ajustado.....	32
Quadro 3.19 - Análise Benefício Custo – Alternativa A	34
Quadro 3.20 - Análise Benefício Custo – Alternativa B	35
Quadro 3.21 - Análise Benefício Custo – Alternativa C	36
Quadro 3.22 - Síntese dos Resultados – Seleção da Alternativa	37
Quadro 4.1 - Sub-Bacia do Rio Walter Brandt – Características dos Dispositivos e Canais Existentes e Projetados	39
Quadro 4.2 - Sub-Bacia do Rio Walter Brandt – Custos por Período de Retorno – Preços Financeiros.....	39
Quadro 4.3 - Sub-Bacia do Rio Walter Brandt – Custos por Período de Retorno – Preços Financeiros.....	40
Quadro 4.4 - Parâmetros para Estimação do Prejuízo Direto por Período de Retorno.....	40
Quadro 4.5 - Benefícios Econômicos para Alternativa B	41
Quadro 4.6 - Benefícios Econômicos por Valorização Imobiliária por Tempo de Retorno – Valores Econômicos.....	41
Quadro 4.7 - Benefícios de Tráfego por Período de Retorno	42
Quadro 4.8 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 5 Anos.....	43
Quadro 4.9 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 10 Anos.....	44
Quadro 4.10 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 25 Anos.....	45
Quadro 4.11 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 50 Anos.....	46
Quadro 4.12 - Síntese dos Resultados – Seleção do Tempo de Retorno	47
Quadro 5.1 - Síntese de Parâmetros da Simulação para TRs 5, 10, 25 e 50 Anos	49
Quadro 5.2 - TIR – Síntese da Análise de Risco para TR 5 Anos.....	50
Quadro 5.3 - VPL – Síntese da Análise de Risco para TR de 10 Anos	51
Quadro 5.4 - TIR – Síntese da Análise de Risco para TR 10 Anos.....	53
Quadro 5.5 - VPL – Síntese da Análise de Risco para TR de 10 Anos	54
Quadro 5.6 - TIR – Síntese da Análise de Risco para TR 25 Anos.....	56
Quadro 5.7 - VPL – Síntese da Análise de Risco para TR de 25 Anos	57
Quadro 5.8 - TIR – Síntese da Análise de Risco para TR 50 Anos.....	59
Quadro 5.9 - VPL – Síntese da Análise de Risco para TR de 50 Anos	60
Quadro 5.10 - Síntese da Análise de Risco para TIR e VPL por Período de Retorno.....	61
Quadro 6.1 - Vazões de Projeto em Cada Trecho.....	63

Quadro 6.2 - Orçamento	72
------------------------------	----

1. INTRODUÇÃO

O presente Tomo XIV do Volume 2 do Relatório PII - Estudo de Alternativas e Medidas de Controle Estruturais com Análise Benefício Custo, Estudos Econômicos e Anteprojeto das Medidas de Controle Estruturais tem por objetivo apresentar os estudos realizados para dimensionamento e seleção de alternativas de obras para a bacia hidrográfica do rio Walter Brandt, bem como o detalhamento da alternativa selecionada para integrar o Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) da bacia do rio Cachoeira.

Os critérios e metodologias utilizados nos estudos aqui apresentados estão apresentados no Volume 1 do relatório. Este tomo está estruturado de forma a apresentar as informações necessárias para os estudos realizados para a sub-bacia hidrográfica do rio Walter Brandt.

O relatório R3 – Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico apresentou os estudos de caracterização, diagnóstico da situação atual e prognóstico da situação futura da sub-bacia do rio Walter Brandt nos seguintes documentos:

- ✓ 951-PMJ-PDC-RT-P110 – R3 – Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico – Volume 3 – Diagnóstico – Tomo V – Sub-bacia 05 – Rio Walter Brandt;
- ✓ 951-PMJ-PDC-RT-P136 – R3 – Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico – Volume 4 – Prognóstico – Tomo V – Sub-bacia 05 – Rio Walter Brandt.

As informações e os dados presentes no relatório R3 serão utilizados neste estudo mas não serão repetidas no presente volume.

2. ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO

2.1 CONCEPÇÃO GERAL

Basicamente há duas soluções em drenagem, uma focando o controle do escoamento de montante e outra focando a ampliação da capacidade hidráulica. Conforme apresentado no Volume 1, em cada sub-bacia deverão ser analisadas distintas alternativas, buscando privilegiar, em cada uma delas, as seguintes diretrizes básicas: (i) ampliar a capacidade de vazão do curso d'água com obras de baixo custo, porém, com maior comprometimento dos terrenos lindeiros; (ii) implantar obras de maior custo visando minimizar as desapropriações; ou (iii) implantar obras de retenção procurando manter as vazões de cheia em valores inferiores à capacidade da rede de drenagem existente.

A partir dessas diretrizes básicas são concebidas variações e ajustes materializados em alternativas que solucionem da melhor forma o problema de inundação na sub-bacia em questão.

2.2 ESTUDOS INICIAIS E REUNIÃO COM A COMUNIDADE

2.2.1 Estudos Iniciais

Com base nas características da sub-bacia do rio Walter Brandt foram pré-elaboradas três alternativas para controle de inundações na região. Essas alternativas foram apresentadas nas reuniões com a comunidade para ilustrar as intervenções propostas. As Ilustrações 2.1, 2.2 e 2.3 apresentam, respectivamente, os arranjos conceituais das três alternativas, as quais foram nomeadas como Alternativa A, Alternativa B e Alternativa C. No Quadro 2.1 encontra-se um resumo com a descrição e o custo de construção preliminar de cada alternativa, que serviram de base para nortear e conduzir as reuniões com a comunidade.

QUADRO 2.1
RESUMO DE ALTERNATIVAS E CUSTOS

<i>Alternativas</i>	<i>Custos (R\$)</i>
Alternativa A: Alargamento e Adequação Hidráulica do Canal, Substituição dos Dispositivos com Ineficientes e Remoção de Dispositivos Desnecessários.	10,015 milhões
Alternativa B: Alargamento e Adequação Hidráulica do Canal, Dispositivos com Substituição dos Dispositivos com Ineficientes, Complementação de Vazão (By-Pass) e Remoção de Dispositivos Desnecessários.	7,517 milhões
Alternativa C: Alargamento e Adequação Hidráulica do Canal, Substituição dos Dispositivos Ineficientes, Remoção de Dispositivos Desnecessários e Reservatório de Detenção.	13,423 milhões

2.2.2 Reunião com a Comunidade

As reuniões com a comunidade tiveram o objetivo de apresentar os trabalhos à população para que a mesma tivesse conhecimento dos estudos em andamento e pudesse manifestar seus interesses e percepções, possibilitando a sua incorporação sempre e quando os estudos técnicos, econômicos, ambientais e sociais, assim permitirem.

A reunião com a comunidade abrangida pela sub-bacia do rio Walter Brandt foi realizada na data de 24 de Setembro de 2009, às 19h30min na Câmara Municipal de Vereadores.

O escopo principal desta reunião foi apresentar as alternativas de intervenção para a sub-bacia do rio Walter Brandt, esclarecendo os benefícios e os prejuízos causados com a adoção de cada solução, para que a sociedade, através de uma decisão coletiva, definisse a melhor alternativa para a população residente na referida sub-bacia.

O Consórcio sempre enalteceu para a população que sua posição era importante para a escolha da alternativa a ser estudada com maior detalhe, mas ressaltou que tal solução não necessariamente seria a adotada para o refinamento dos estudos uma vez que haveria uma análise econômica das alternativas visando a seleção da melhor alternativa.

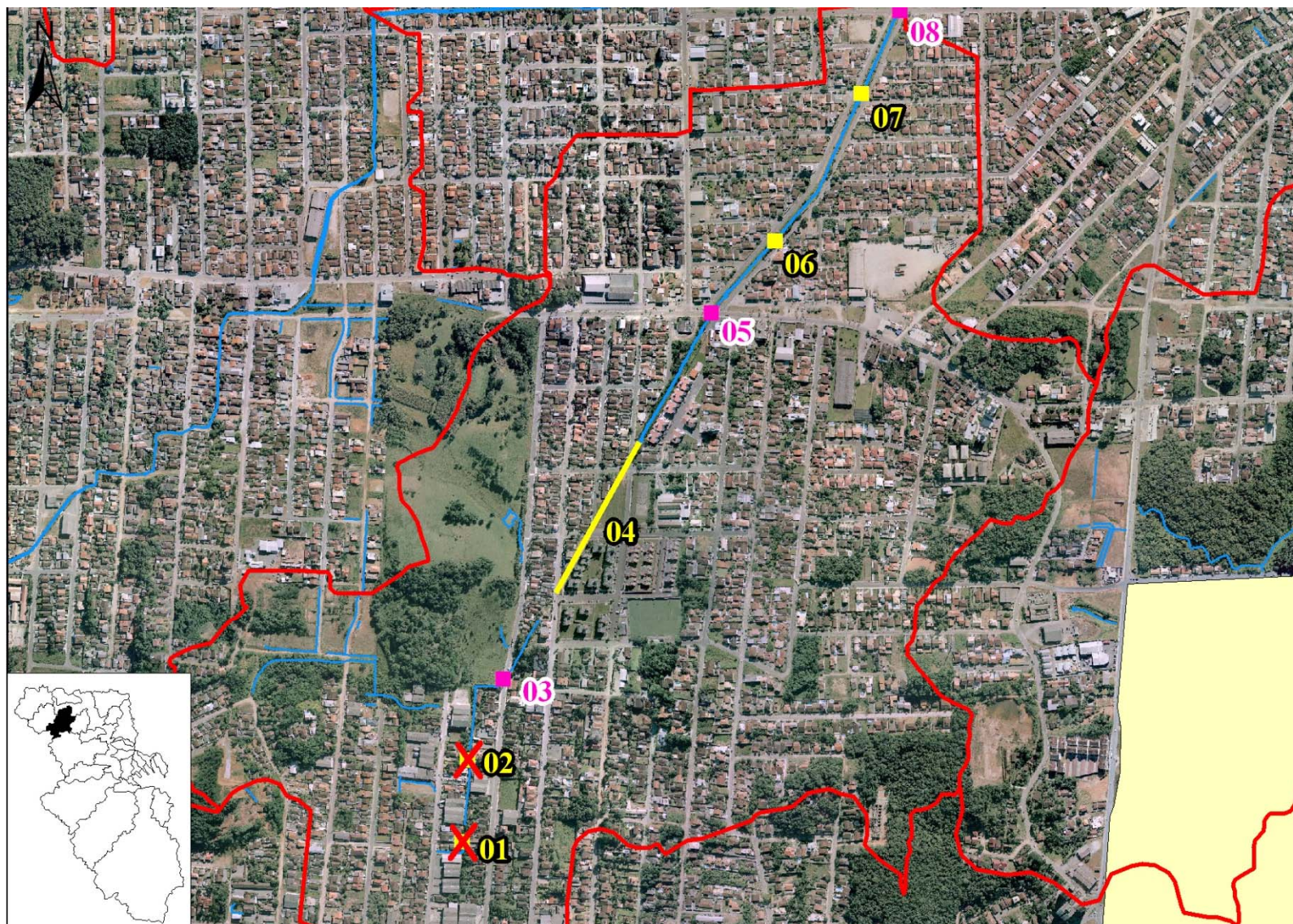


Ilustração 2.1– Sub-Bacia do Rio Walter Brandt – Alternativa A – Concepção Geral.

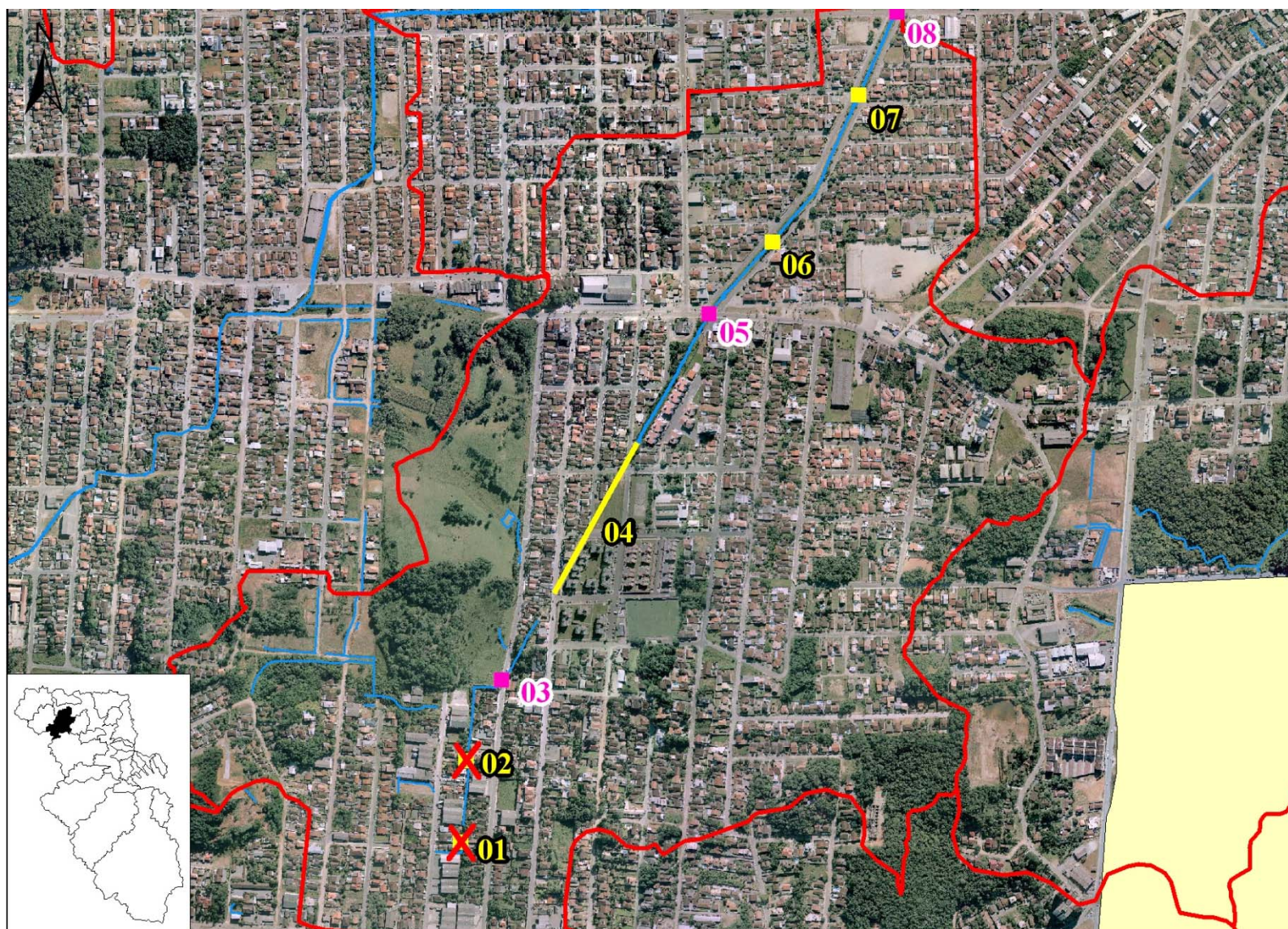


Ilustração 2.2 – Sub-Bacia do Rio Walter Brandt – Alternativa B – Concepção Geral.

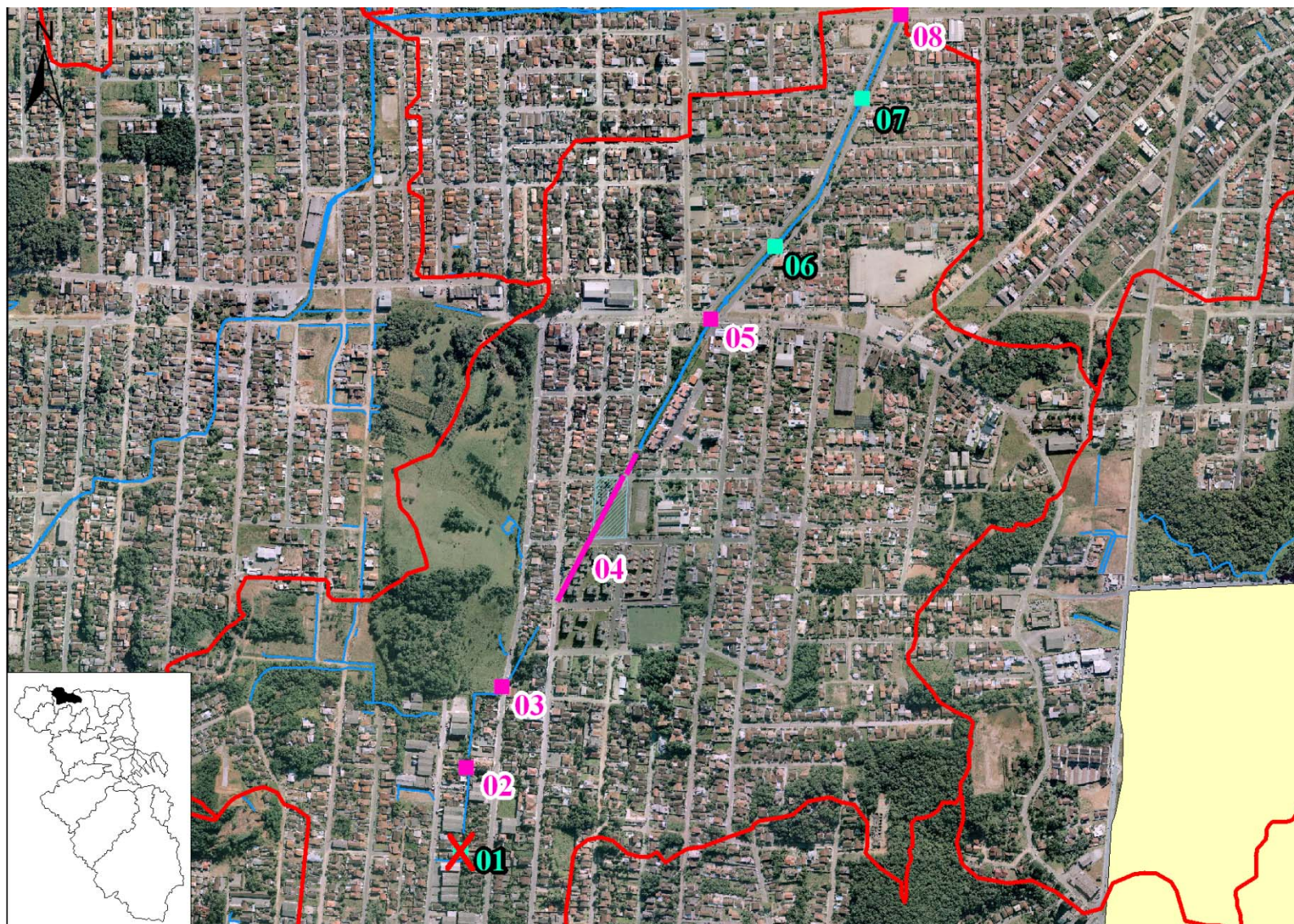


Ilustração 2.3 – Sub-Bacia do Rio Walter Brandt – Alternativa C – Concepção Geral.

Para o BID (Banco Interamericano de Desenvolvimento) uma alternativa torna-se viável, quando a análise da taxa interna de retorno (T.I.R.) resultar em valor igual ou superior a 12%. Ficou consensado com técnicos da PMJ, do Consórcio e do BID que a escolha da população teria preferência desde que a T.I.R. fosse superior ao valor de 12% e que entre a alternativa que apresentasse o menor custo e a alternativa preferida pela população fosse observada uma diferença inferior a 50%, permitindo com isso que a opinião da comunidade fosse amplamente estudada, garantindo uma forte aceitação social para as obras a serem executadas fosse observada, minimizando assim a possibilidade do surgimento de uma inviabilidade social.

Através de uma reunião com participação de 50 pessoas, a população tomou conhecimento das alternativas e através de manifestação e votação aberta, conforme consta no regimento da reunião decidiu-se como prioridade para os estudos a classificação indicada no Quadro 2.2.

QUADRO 2.2
PRIORIDADE DE ESTUDOS

<i>Alternativa</i>	<i>Prioridade</i>
Alternativa C	1º
Alternativa B	2º
Alternativa A	3º

Obs: As alternativas apresentadas na reunião foram aprofundadas nas fases seguintes dos estudos.

2.3 CONCEPÇÃO DAS ALTERNATIVAS

Com o aprofundamento dos estudos elaborados na sub-bacia do rio Walter Brandt, as alternativas propostas inicialmente foram aprimoradas visando otimizar os custos e minimizar os impactos sociais. Os resultados deste aprofundamento são descritos a seguir.

2.3.1 Alternativa A

Nesta alternativa é analisado o incremento de capacidade de todas as obras existentes no trecho em estudo de forma a acomodar adequadamente a cheia de projeto sem ocasionar transbordamentos e/ou inundações nas áreas ribeirinhas. As obras são dimensionadas para as vazões de pico que percorrem os diversos trechos da rede de macrodrenagem.

Para possibilitar o aumento de capacidade de vazão dos diversos elementos que compõem a rede de drenagem, as dimensões dos canais e dos dispositivos devem ser ampliadas, impactando diretamente sobre as construções existentes na beira rio resultando na remoção e relocação de moradores das áreas vizinhas.

2.3.2 Alternativa B

A alternativa B teve por diretriz principal realizar a ampliação da capacidade hidráulica do canal minimizando o impacto dos moradores ribeirinhos. O principal foco é a complementação da capacidade de vazão através de dispositivos conhecidos como galerias “By-Pass”, combinando tal solução com outros tipos de intervenção, onde necessário.

As galerias “By-Pass” são geralmente implantadas sob o pavimento (arruamento) permitindo assim que as construções ribeirinhas não sejam afetadas por obras, não havendo a necessidade de desapropriação e/ou relocação de famílias e conseqüentemente reduzindo os impactos sociais.

A alternativa B, em contrapartida, tem potencial para gerar um maior impacto nas vias locais e na região de entorno da obra. Por serem galerias geralmente de grandes dimensões, causam interrupções no tráfego local e regional durante a implantação da obra.

2.3.3 Alternativa C

A alternativa C considera e privilegia o conceito de contenção dos picos de cheias realizando o abatimento do mesmo em reservatório de detenção, combinando tal solução com outros tipos de intervenção, onde necessário.

Este princípio consiste em não transferir para jusante os picos de vazões ocasionados a montante. Através desta alternativa há uma redução da vazão ao longo do canal possibilitando assim que inúmeros dispositivos que antes não suportavam as vazões de cheia passem agora a suportá-las.

Esta alternativa apresenta um menor impacto à sociedade devido a obra ser mais localizada, concentrando grande parte da intervenção apenas na área de construção do reservatório de detenção. Tal alternativa, no entanto, implica em significativa atenção e cuidados com a manutenção periódica, tendo em vista o elevado potencial de problemas ambientais associados aos reservatórios (assoreamento, vetores, odor, etc.).

2.3.4 Dimensionamento das Alternativas

A fase de dimensionamento foi realizada utilizando as vazões obtidas do modelo HEC-HMS para a situação futura de impermeabilização considerando a ocupação total da bacia, ou seja, a bacia chegando ao seu grau de saturação.

Utilizando da experiência do Consórcio foi realizado um pré-dimensionamento das estruturas e do canal definindo dimensões preliminares das obras de drenagem. O ajuste final foi realizado no modelo HEC-RAS para verificar a influência que o conjunto de obras de cada alternativa gera no escoamento do rio Walter Brandt.

Para simulação de reservatórios foram obtidas as curvas cota-área-volume das áreas onde prevê-se a implantação dos mesmos. Com estas informações foi simulada a operação dos reservatórios buscando a sua otimização, ou seja, o máximo volume acumulado para a menor vazão de descarga.

Através do modelo HEC-RAS com as vazões do cenário futuro de impermeabilização e as vazões geradas com o amortecimento pela utilização de reservatórios são dimensionadas novas estruturas e canais para que suportem a vazão de projeto. Neste estudo foi utilizada a vazão gerada por precipitações associadas a um evento de período de recorrência de 25 anos.

A metodologia adotada para obtenção da chuva de projeto está apresentada no Tomo V do Volume 4 do relatório R3. No Quadro 2.3 são apresentadas as precipitações para a sub-bacia do rio Walter Brandt com duração de 1 hora.

QUADRO 2.3

SUB-BACIA DO RIO WALTER BRANDT – PRECIPITAÇÃO DE PROJETO (DURAÇÃO DE 1 HORA)

<i>Período de Recorrência</i>	<i>5 anos</i>	<i>10 anos</i>	<i>25 anos</i>	<i>50 anos</i>
P (mm)	49,8	59,2	70,5	78,7

No Quadro 2.4 apresenta-se a relação de dispositivos existentes com suas dimensões atuais para o rio Walter Brandt as quais foram utilizadas para os estudos de diagnóstico e prognóstico referenciados no item 1 deste documento.

O dimensionamento de cada alternativa estudada é apresentado em volume anexo nas memórias de cálculo específicas. Os dispositivos e o canal foram dimensionados considerando uma borda livre de aproximadamente 20 centímetros.

QUADRO 2.4

SUB-BACIA DO RIO WALTER BRANDT – DISPOSITIVOS ATUAIS

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (m)</i>	<i>Comprimento (m)</i>
1	Entre Ruas Landmannm e Adriano Schondermark	Tubulação	1,20	15,80
2	Entre Ruas Landmannm e Adriano Schondermark	Galeria	M: 3,26x1,69 J: 3,17x1,79	15,26
3	Rua Adriano Schondermark	Ponte	M: 3,93x2,26 J: 3,92x2,47	43,00
4	Rua Adriano Schondermark até a Rua Guilherme	Galeria	M: 2,59x2,50 J: 2,60x2,50	392,47
5	Rua Guilherme	Ponte	M: 4,68x3,17 J: 4,85x3,29	20,45
6	Passarela 2 entre Promotor Arys e Vereador Conrado	Passarela	9,48x3,37	1,78
7	Passarela 1 entre Promotor Arys e Vereador Conrado	Passarela	9,07x3,15	1,61
8	Rua Vice Prefeito Luiz Carlos Garcia	Ponte	M: 5,13x3,15 J: 5,11x3,15	17,54

Para estimar a produção de sedimentos na bacia do rio Walter Brandt utilizou-se o método simplificado de Colby (1957) para o cálculo da descarga sólida total no leito, cujo embasamento teórico e formulação para quantificação são apresentados no Volume 1 do relatório R5/R6/R8. Para obtenção dessa grandeza, foram necessários os parâmetros: morfométrico, hidráulicos e de qualidade das águas. No que se refere ao parâmetro morfométrico, fez necessária a obtenção da largura do leito menor. Os parâmetros hidráulicos fazem menção à altura da lâmina d'água, velocidade do fluxo e, por consequência da multiplicação dessas duas medidas com a largura do leito, a vazão. O parâmetro de qualidade das águas trata da quantidade de sedimentos em suspensão, dadas em ml/L ou ppm.

Quanto maior o número de levantamentos desses parâmetros em escala temporal e espacial, melhor será a consistência dos resultados obtidos no método de Colby.

Especificamente, na bacia do rio Cachoeira, existem poucos dados que contemplam a hidrometria e a qualidade das águas. Segundo o CCJ (Comitê das Bacias dos Rios Cubatão e Cachoeira), existem três estações onde foram medidas vazões e coletadas amostras de água para análises de qualidade. Dessas estações, em apenas duas ("Ponto 5" e "Ponto 6") todos os parâmetros necessários para o levantamento da descarga sólida total no leito foram contemplados simultaneamente nas datas de 06/11/2009 e 14/12/2009. Como apenas uma dessas estações localiza-se fora dos limites de influência das marés ("Ponto 5"), mais precisamente próxima à ponte da rua Aracaju, utilizou-se a média dos dados dessa estação (vide Quadro 2.5) para obtenção da taxa de sedimentos carregados no rio Cachoeira.

QUADRO 2.5
DADOS DA ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA 5

	<i>Data</i>	<i>Largura (m)</i>	<i>Profundidade (m)</i>	<i>Velocidade (m/s)</i>	<i>Vazão (m³/s)</i>	<i>Sedimentos (mg/L)</i>
Estação 5	14/7/2009	-	-	-	-	198,00
	5/8/2009	-	-	-	-	262,00
	25/9/2009	-	-	-	-	275,00
	27/10/2009	-	-	-	-	271,00
	6/11/2009	4	0,20	0,25	0,48	361,00
	14/12/2009	4	0,23	0,25	0,48	290,00
	2/2/2010	-	-	0,36	0,63	284,00
	17/3/2010	-	-	0,25	0,61	-
	14/4/2010	-	0,25	0,21	0,50	-
	21/5/2010	-	-	0,23	0,56	-
Média		4,00	0,215	0,25	0,48	325,50

Devido à escassez de dados hidrossedimentométricos na região da bacia e, dadas às características semelhantes de ocupação do solo, da geomorfologia e do clima, adotou-se a taxa de sedimentos medida no rio Cachoeira (vide Quadro 2.6) para todos os seus afluentes.

QUADRO 2.6
TAXA MÉDIA DE PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS EM ARRASTE E SUSPENSÃO (ESTAÇÃO 5)

	<i>Data</i>	<i>Arraste (t/ano)</i>	<i>Suspensão (t/ano)</i>	<i>km²</i>	<i>Arraste (t /ano/km²)</i>	<i>Suspensão (t/ano/km²)</i>
Estação 5	6/11/2009	799,35	5464,05	13,51	59,17	404,44
	14/12/2009	762,85	4390,95	13,51	56,47	325,01
Taxa média		781,10	4927,50	13,51	57,82	364,73

Para avaliar a questão de sedimentos na alternativa C, que contempla reservatórios de detenção das águas do rio, a sub-bacia do rio Walter Brandt foi subdividida em setores, obtendo as áreas a montante de cada reservatório. A taxa adotada de 57,82 t/ano/km² para os sedimentos em arraste e 364,73 t/ano/km² para os em suspensão foi multiplicada pelas áreas em km² desses setores, obtendo-se assim, a estimativa de sedimentos produzidos no período de um ano. Em nenhum momento houve a distinção das fontes dos suprimentos de sedimentos, ou seja, se são das cabeceiras ou do próprio leito.

O método de Colby distingue os sedimentos carregados por arrasto ou saltação dos em suspensão. Deste modo, adotou-se uma taxa de acúmulo de 90% nos reservatórios dos sedimentos arrastados. Como os reservatórios transformam artificialmente o rio num corpo receptor com fluxo lento, parte dos sedimentos em suspensão com granulometria maior tende a decantar. Por isso, adotou-se a taxa de 50% dos sedimentos em suspensão retidos nos reservatórios.

Nos canais fluviais onde não há influência de dispositivos de retenção estimou-se taxas de acúmulos de 50% e 10% para os sedimentos arrastados e em suspensão, respectivamente.

Os Quadros 2.7 e 2.8 apresentam a produção e retenção de sedimentos nos dispositivos e canais para as alternativas A, B e C.

QUADRO 2.7
PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS NOS CANAIS FLUVIAIS (ALTERNATIVAS A E B)

Trecho do Rio	Área da Bacia (km ²)	Taxa Média (t/ano/km ²)		Produção de Sedimentos (t/ano)		Total (t/ano)
		Arraste	Suspensão	Arraste	Suspensão	
Walter Brandt	1,79	57,82	364,73	103,58	653,41	117,13

QUADRO 2.8
PRODUÇÃO E RETENÇÃO DE SEDIMENTOS NOS DISPOSITIVOS E CANAIS FLUVIAIS (ALTERNATIVA C)

Trecho do Rio	Área da Bacia (km ²)	Taxa Média (t/ano/km ²)		Produção de Sedimentos (t/ano)		Total (t/ano)
		Arraste	Suspensão	Arraste	Suspensão	
Walter Brandt	1,79	57,82	364,73	103,58	653,41	117,13
Reservatórios	0,77	57,82	364,73	44,79	282,54	68,56

2.4 DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS

2.4.1 Alternativa A

A alternativa A, conforme já mencionado, privilegiou a ampliação da capacidade hidráulica do canal e dos dispositivos que causam restrições de vazões, seguindo seu curso atual.

O Quadro 2.9 apresenta as obras propostas na alternativa A indicando os locais onde devem ocorrer as intervenções, assim como aqueles que apresentam capacidade hidráulica satisfatória, não sendo, portanto, necessária qualquer intervenção complementar.

QUADRO 2.9
SUB-BACIA DO RIO WALTER BRANDT – OBRAS – ALTERNATIVA A

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>	<i>Situação</i>
1	Entre Ruas Landmannm e Adriano Schondermark	Tubulação	1,20x16,77	Remoção
2	Entre Ruas Landmannm e Adriano Schondermark	Galeria	3,17x1,79x15,35	Remoção
3	Rua Adriano Schondermark	Galeria	4,00x2,20x43,00	Implantação
4	Rua Dona Elza Meinert	Galeria	5,00x2,60x18,00	Implantação
5	Rua Afonso Kieper	Galeria	5,00x2,60x37,00	Implantação
6	Rua Geny Peixer	Galeria	5,00x2,60x45,00	Implantação
7	Rua Guilherme	Galeria	6,00x3,50x20,45	Implantação
8	Passarela 2 entre Promotor Arys e Vereador Conrado	Passarela	9,48x3,37x1,61	Remoção
9	Passarela 1 entre Promotor Arys e Vereador Conrado	Passarela	9,07x3,15x1,78	Remoção
10	Rua Vice Prefeito Luiz Carlos Garcia	Ponte	9,00x3,50x17,54	Implantação
Implantação do Canal				
Canal Walter Brandt Trecho 1		Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x1261,67	Implantação
Canal Walter Brandt Trecho 2		Canal Trapezoidal	6,00x(var.)x689,68	Implantação

O desenho 951-PMJ-PDC-A3-P778 (vide Anexo I) apresenta as obras previstas na sub-bacia do rio Walter Brandt para a alternativa A.

As Figuras 2.1, 2.2 e 2.3 apresentam, respectivamente, as vazões, as velocidades do escoamento e os níveis d'água ao longo do rio Walter Brandt para a alternativa A.

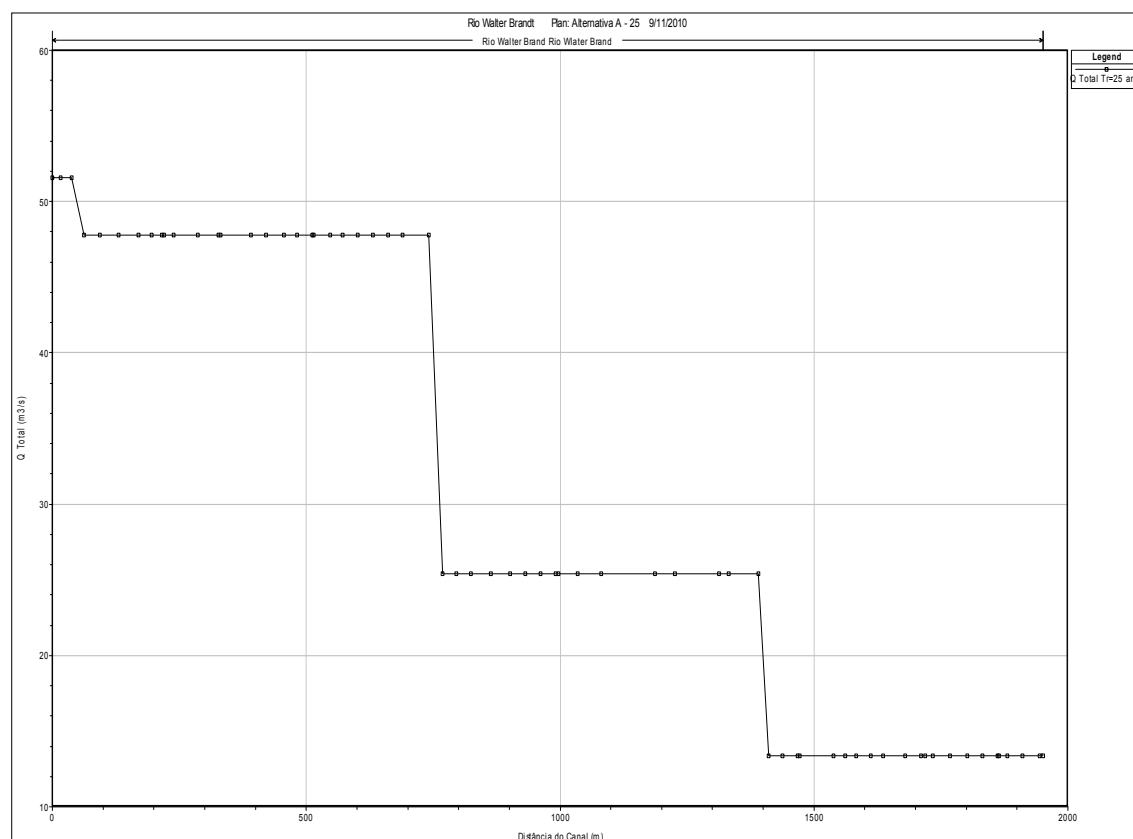


Figura 2.1 – Vazões no Rio Walter Brandt – Alternativa A.

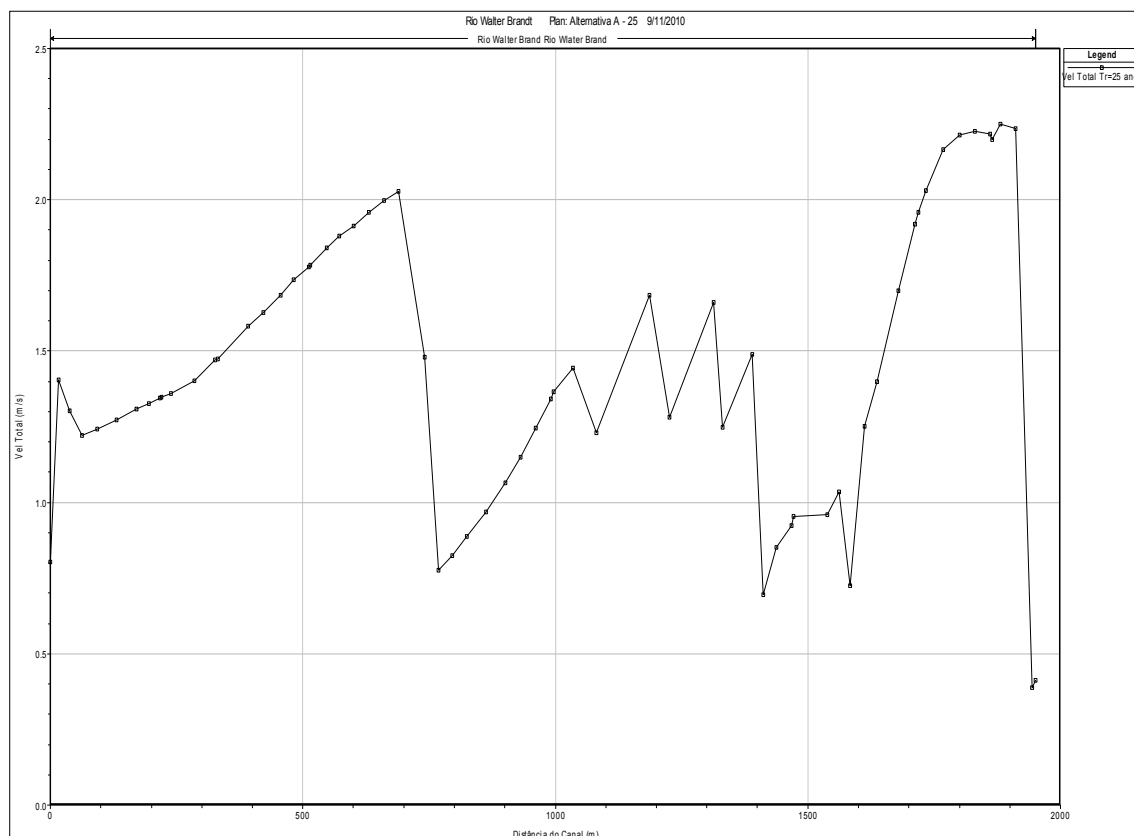


Figura 2.2 – Velocidades no Rio Walter Brandt – Alternativa A.

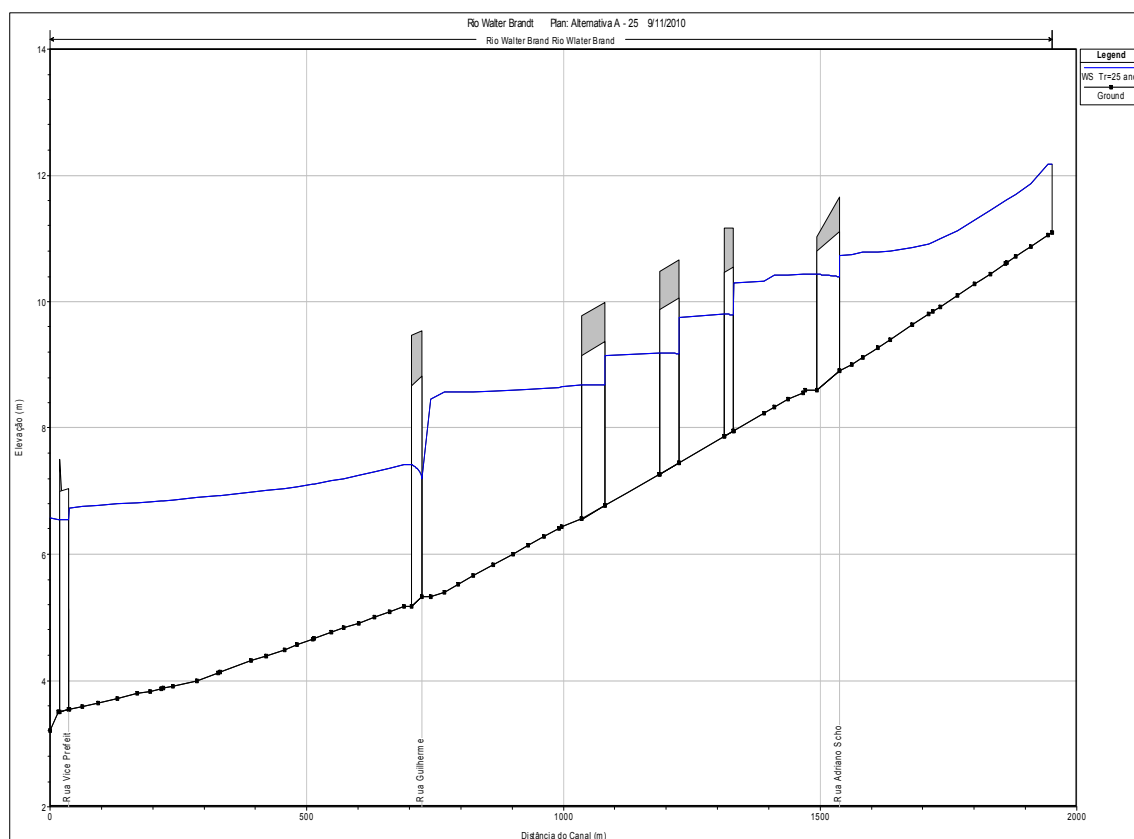


Figura 2.3 – Níveis d'água no Rio Walter Brandt – Alternativa A.

As obras previstas para implantação da alternativa A foram pré-dimensionadas determinando seu custo de implantação através de curvas paramétricas, conforme metodologia apresentada no Volume 1.

Na alternativa A foram considerados custos de manutenção para remoção dos volumes anuais de sedimentos depositados ao longo do canal.

Utilizando a metodologia apresentada no Volume 1 deste relatório e nos aspectos descritos no item 2.3.4 deste documento, a bacia do rio Walter Brandt foi subdividida em setores obtendo suas áreas a montante de cada dispositivo de reservatório. A taxa adotada de 57,82 t/ano para os sedimentos em arraste e 364,73 t/ano para os em suspensão foi multiplicada pelas áreas em km² desses setores obtendo-se assim a estimativa de sedimentos produzidos no período de um ano, conforme apresentado no Quadro 2.10. No Quadro 2.11 estão apresentados os custos de manutenção dos canais da alternativa A.

QUADRO 2.10

SUB-BACIA DO RIO WALTER BRANDT – PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS – ALTERNATIVA A

Rio	Área da Bacia (km ²)	Taxa Média (t/ano/km ²)		Produção de Sedimentos (t/ano)		Total	
		Arraste	Suspensão	Arraste	Suspensão	Peso (t/ano)	Volume (m ³ /ano)
Walter Brandt	1,79	57,82	364,73	103,58	653,41	117,13	78,09

QUADRO 2.11

SUB-BACIA DO RIO WALTER BRANDT – CUSTOS DE MANUTENÇÃO – ALTERNATIVA A

Item	Comprimento (m)	Relativo (%)	Volume de Sedimentos (m ³)	Custo Unitário de Manutenção (R\$/m ³)	Custo Total de Manutenção (R\$/ano)
Canais	1.770,36	91,0	70,84	333,19	23.604,66
Pontes e Galerias	180,99	9,0	7,24	695,75	5.039,09
Total (R\$/ano)					28.643,75

2.4.2 Alternativa B

A alternativa B, conforme já mencionado, busca complementar a capacidade de vazão através do emprego de dispositivos “By-Pass”, utilizando principalmente as vias públicas para a implantação de novas galerias e dispositivos.

O Quadro 2.12 apresenta as obras propostas na alternativa B para a sub-bacia do Walter Brandt indicando os locais onde devem ocorrer as intervenções, assim como aqueles que apresentam capacidade hidráulica satisfatória, não sendo, portanto, necessária qualquer intervenção complementar.

QUADRO 2.12
SUB-BACIA DO RIO WALTER BRANDT – OBRAS – ALTERNATIVA B

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>	<i>Situação</i>
1	Entre Ruas Landmannm e Adriano Schondermark	Tubulação	1,20X16,77	Remoção
2	Entre Ruas Landmannm e Adriano Schondermark	Galeria	3,17X1,79X15,35	Remoção
3	Rua Adriano Schondermark	Galeria	4,00x2,20x43,00	Implantação
4	Rua Adriano Schondermark até a Rua Guilherme	Galeria	2,60x2,50x392,48	Permaneça
5	Rua Guilherme	Ponte	4,85x3,29x19,87	Permaneça
6	Passarela 2 entre Promotor Arys e Vereador Conrado	Passarela	9,48x3,37x1,61	Permaneça
7	Passarela 1 entre Promotor Arys e Vereador Conrado	Passarela	9,07x3,15x1,78	Permaneça
8	Rua Vice Prefeito Luiz Carlos Garcia	Ponte	5,13x3,15x17,33	Permaneça
Galerias By-Pass				
9	Galeria By-Pass Walter Brandt Trecho 1	Galeria	3,00x2,00x855,39	Implantação
10	Galeria By-Pass Walter Brandt Trecho 2	Galeria	5,00x2,50x320,00	Implantação
11	Galeria By-Pass Walter Brandt Trecho 3	Galeria	5,00x2,60x360,00	Implantação
Implantação do Canal				
Canal Walter Brandt		Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x561,19	Implantação

O desenho 951-PMJ-PDC-A3-P779 (vide Anexo I) apresenta as obras previstas na sub-bacia do rio Walter Brandt para a alternativa B.

As Figuras 2.2, 2.3 e 2.4 apresentam, respectivamente, as vazões, as velocidades do escoamento e os níveis d'água ao longo do rio Walter Brandt para a alternativa B. As galerias By-Pass 1, 2 e 3 foram dimensionadas para vazões de projeto de 19,05, 35,85 e 38,67 m³/s, respectivamente.

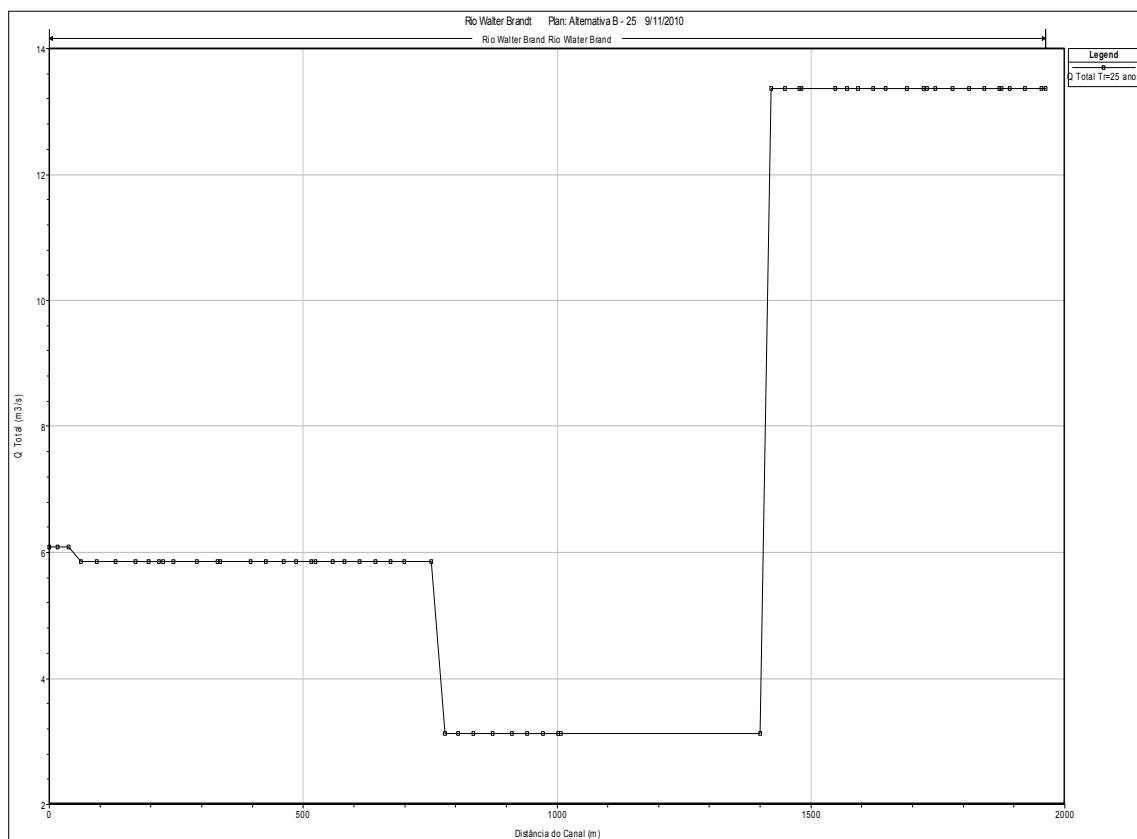


Figura 2.4 – Vazões no Rio Walter Brandt – Alternativa B.

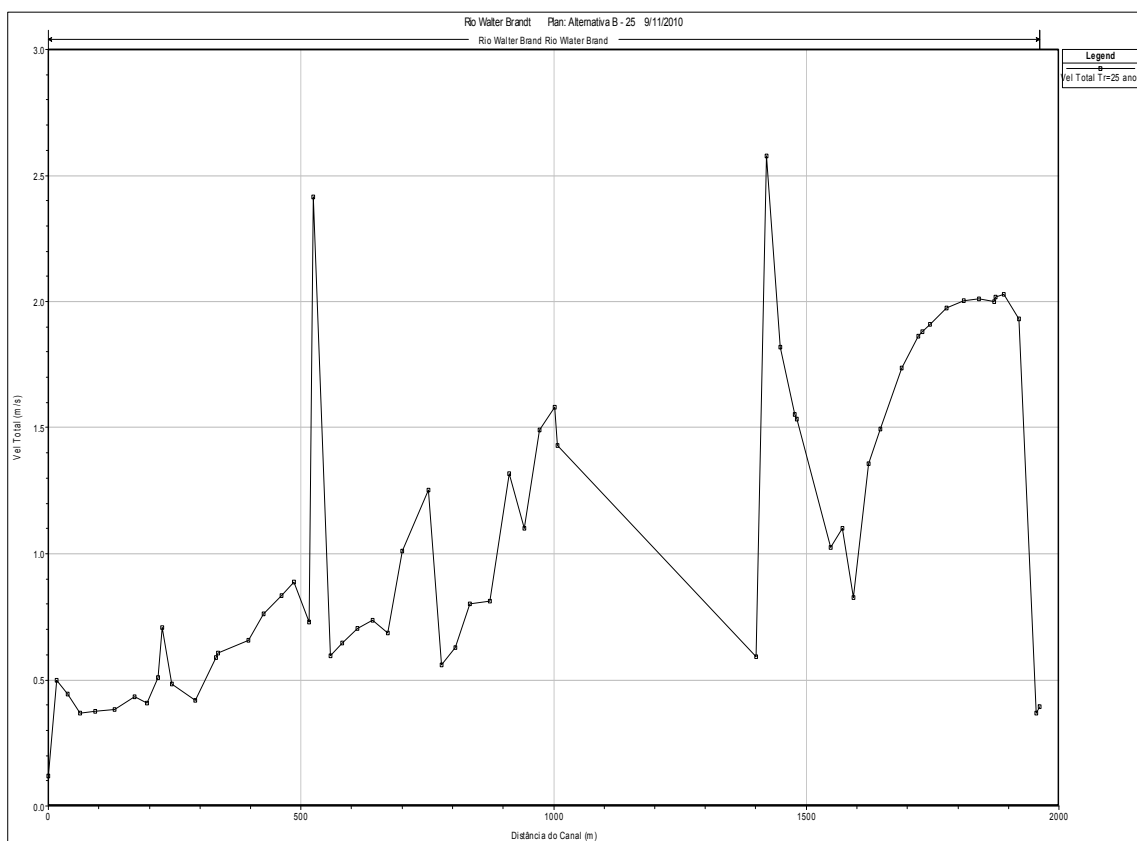


Figura 2.5 – Velocidades no Rio Walter Brandt – Alternativa B.

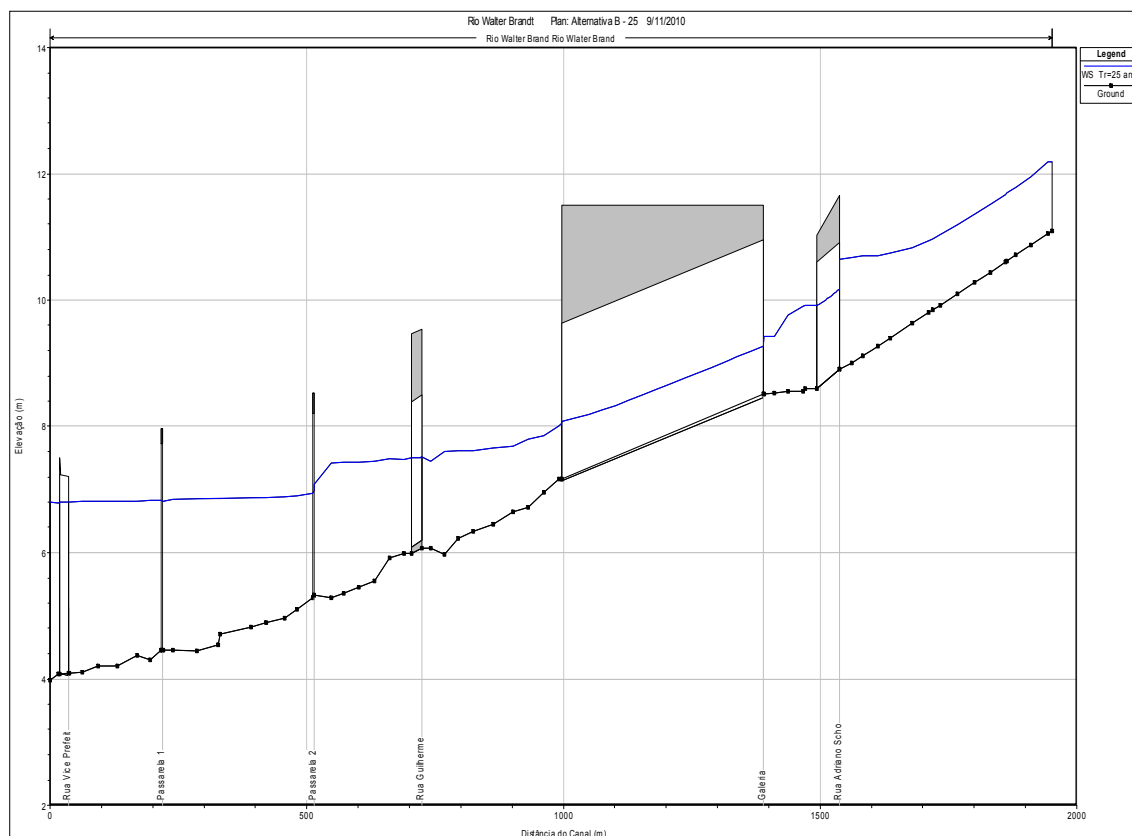


Figura 2.6 – Níveis d'água no Rio Walter Brandt – Alternativa B.

As obras previstas para implantação da Alternativa B foram pré-dimensionadas determinando seu custo de implantação através de curvas paramétricas, conforme metodologia apresentada no Volume 1.

Com base nas mesmas considerações adotadas para a alternativa A, foram calculados os volumes anuais de sedimentação em cada segmento da bacia e obtidos os custos anuais para remoção desses sedimentos. Estes valores estão apresentados nos Quadros 2.13 e 2.14.

QUADRO 2.13

SUB-BACIA DO RIO WALTER BRANDT – PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS – ALTERNATIVA B

Rio	Área da Bacia (km ²)	Taxa Média (t/ano/km ²)		Produção de Sedimentos (t/ano)		Total	
		Arraste	Suspensão	Arraste	Suspensão	Peso (t/ano)	Volume (m ³ /ano)
Walter Brandt	1,79	57,82	364,73	103,58	653,41	117,13	78,09

QUADRO 2.14

SUB-BACIA DO RIO WALTER BRANDT – CUSTOS DE MANUTENÇÃO – ALTERNATIVA B

Item	Comprimento (m)	Relativo (%)	Volume de Sedimentos (m ³)	Custo Unitário de Manutenção (R\$/m ³)	Custo Total de Manutenção (R\$/ano)
Canais	1.475,28	42,0	33,04	333,19	11.008,45
Pontes e Galerias	2.011,46	58,0	45,05	695,75	31.341,84
Total (R\$/ano)					42.350,29

2.4.3 Alternativa C

A alternativa C considera, em combinação com outras intervenções, a utilização de reservatórios de detenção com o intuito de amortecer a vazão de cheia e defasar o pico gerado em relação aos picos das bacias de jusante, evitando assim que eles sejam somados.

Os Quadros 2.15 e 2.16 apresentam as obras propostas na alternativa C para a sub-bacia do rio Walter Brandt indicando os locais onde devem ocorrer as intervenções, assim como aqueles que apresentam capacidade hidráulica satisfatória, não sendo, portanto, necessária qualquer intervenção complementar.

QUADRO 2.15
SUB-BACIA DO RIO WALTER BRANDT – OBRAS – ALTERNATIVA C

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>	<i>Situação</i>
1	Entre Ruas Landmannm e Adriano Schondermark	Tubulação	1,20x16,77	Remoção
2	Entre Ruas Landmannm e Adriano Schondermark	Galeria	3,17x1,79x15,35	Remoção
3	Rua Adriano Schondermark	Galeria	4,00x2,00x43,00	Implantação
4	Rua Adriano Schondermark até a Rua Guilherme	Galeria	6,00x3,00x195,00	Implantação
5	Rua Guilherme	Galeria	4,70x3,50x20,45	Implantação
6	Passarela 2 entre Promotor Arys e Vereador Conrado	Passarela	9,48x3,37x1,61	Remoção
7	Passarela 1 entre Promotor Arys e Vereador Conrado	Passarela	9,07x3,15x1,78	Remoção
8	Rua Vice Prefeito Luiz Carlos Garcia	Galeria	6,00x3,50x17,54	Implantação
Implantação do Canal				
Canal Walter Brandt Trecho 1		Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x1261,67	Implantação
Canal Walter Brandt Trecho 2		Canal Trapezoidal	5,00x(var.)x689,68	Implantação

QUADRO 2.16
SUB-BACIA DO RIO WALTER BRANDT – RESERVATÓRIOS – ALTERNATIVA C

<i>Tipo</i>	<i>Volume de Acumulação (m³)</i>	<i>Vazão (m³/s)</i>		<i>Situação</i>
		<i>Afluente</i>	<i>Efluente</i>	
Reservatório R5.1	11.900,18	25,39	15,46	Implantação

A Figura 2.7 apresenta detalhes da localização do reservatório de detenção para a sub-bacia hidrográfica do rio Walter Brandt, bem como suas curvas características cota-área-volume.

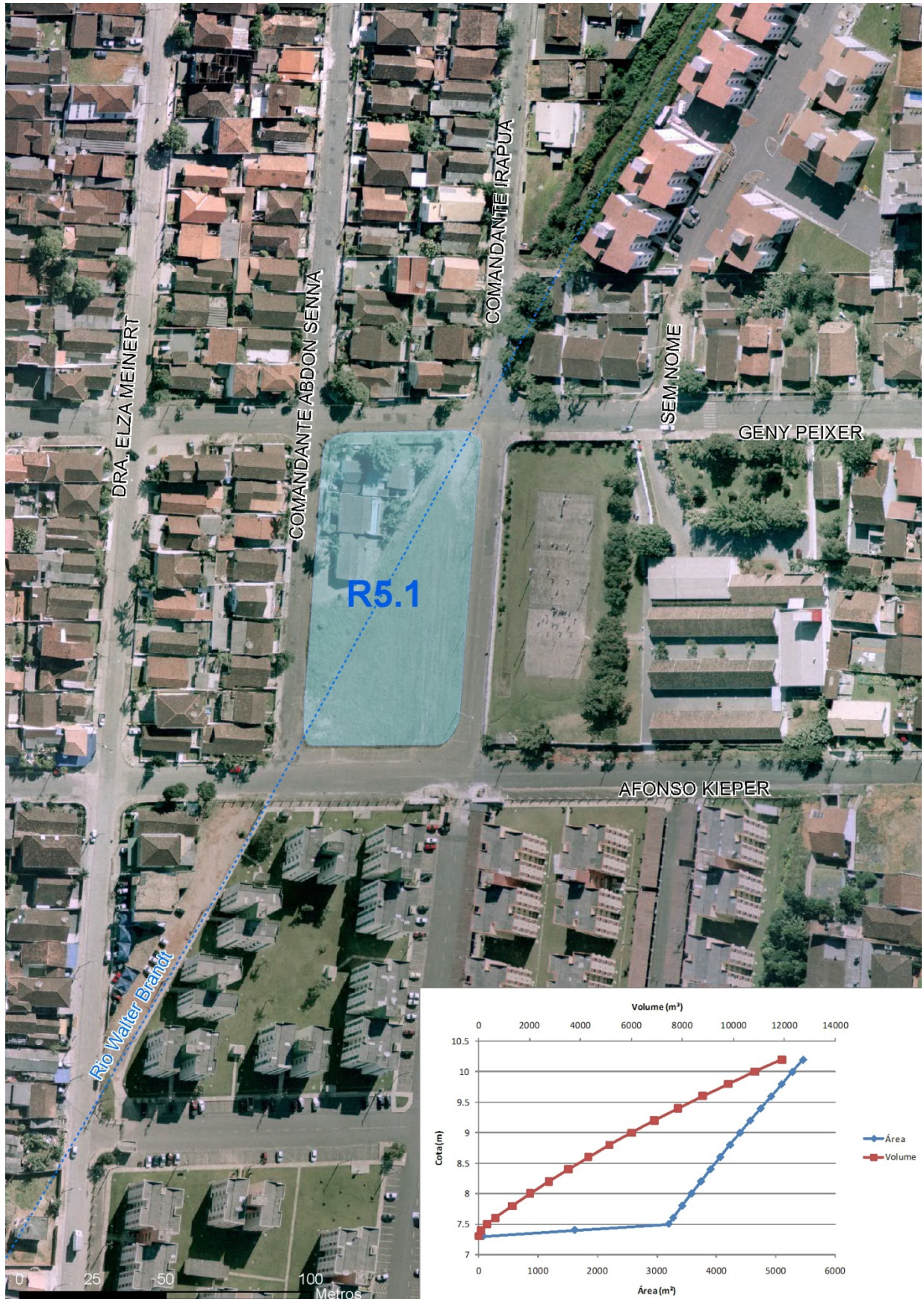


Figura 2.7 – Localização do Reservatório R5.1.

O reservatório foi denominado R5.1 e está localizado na rua Geny Peixer, entre as ruas Comandante Abdon Senna e Comandante Irapua, conforme ilustrado na Figura 2.5.

O desenho 951-PMJ-PDC-A3-P780 (vide Anexo I) apresenta as obras previstas na sub-bacia do rio Walter Brandt para a alternativa C.

As Figuras 2.8, 2.9 e 2.10 apresentam, respectivamente, as vazões, as velocidades e os níveis d'água ao longo do rio Walter Brandt para a alternativa C.

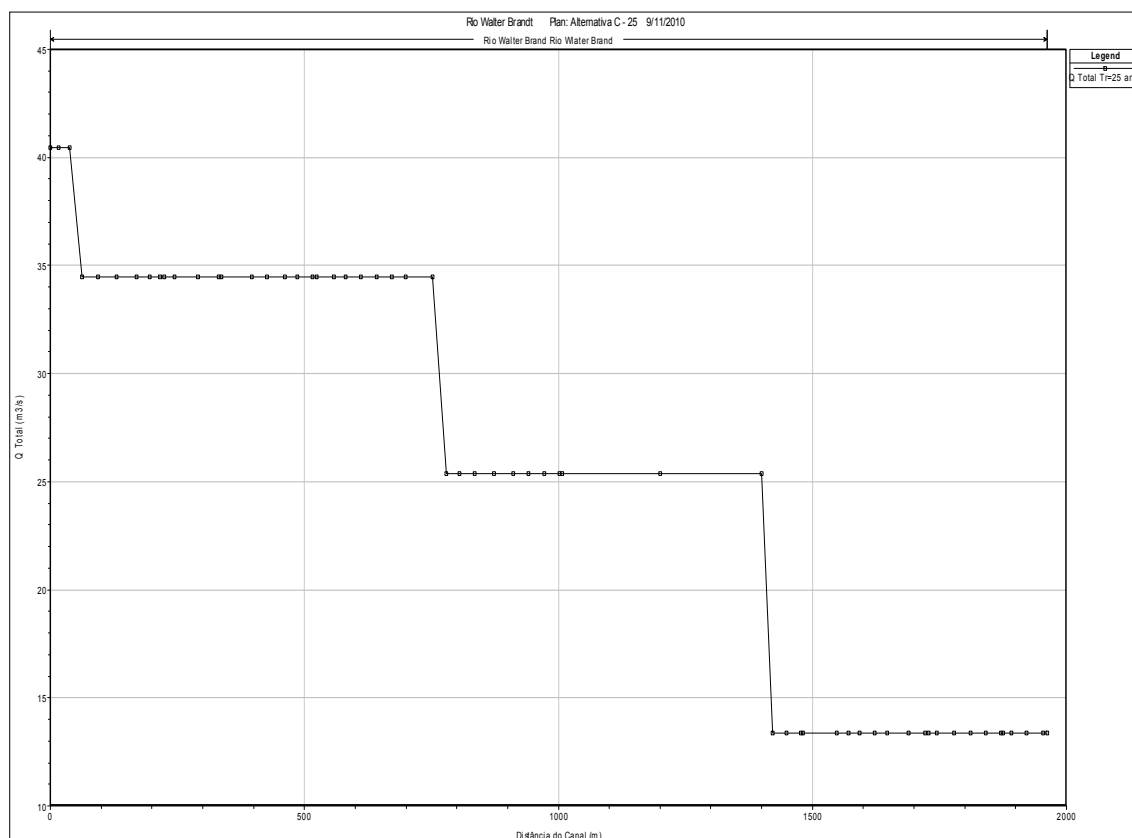


Figura 2.8 – Vazões no Rio Walter Brandt – Alternativa C.

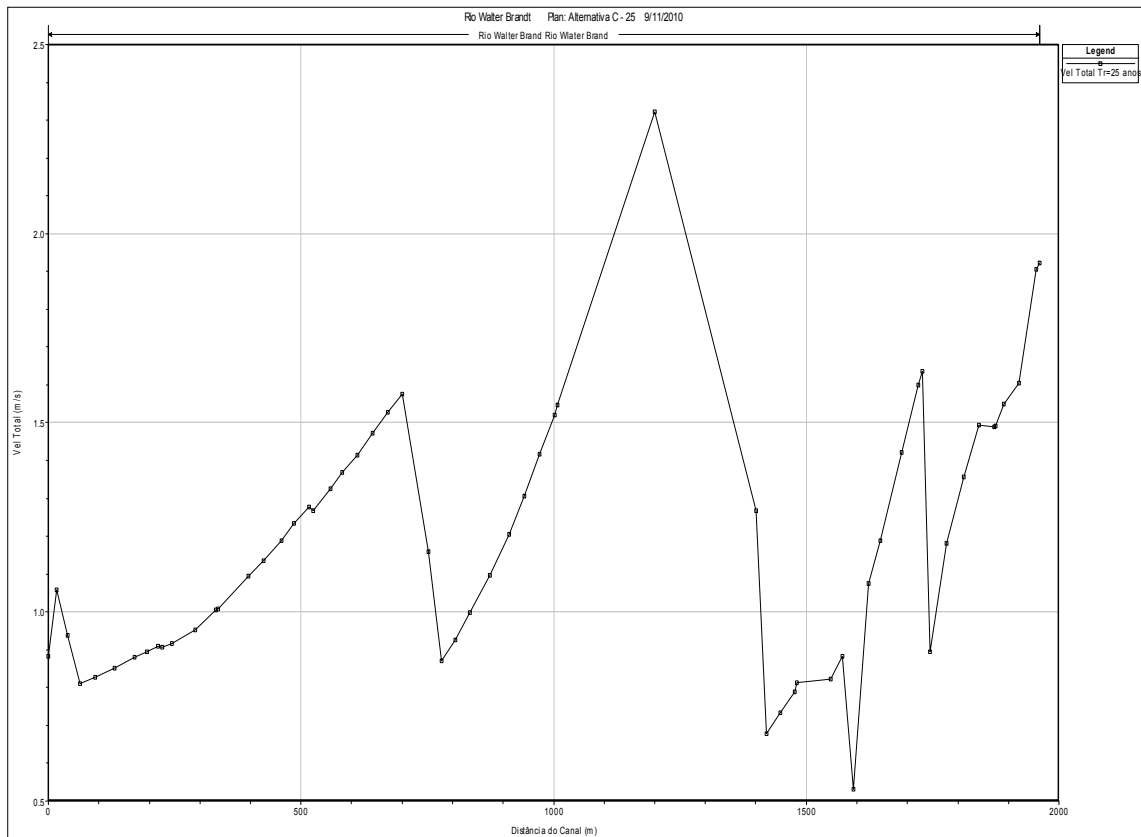


Figura 2.9 – Velocidades no Rio Walter Brandt – Alternativa C.

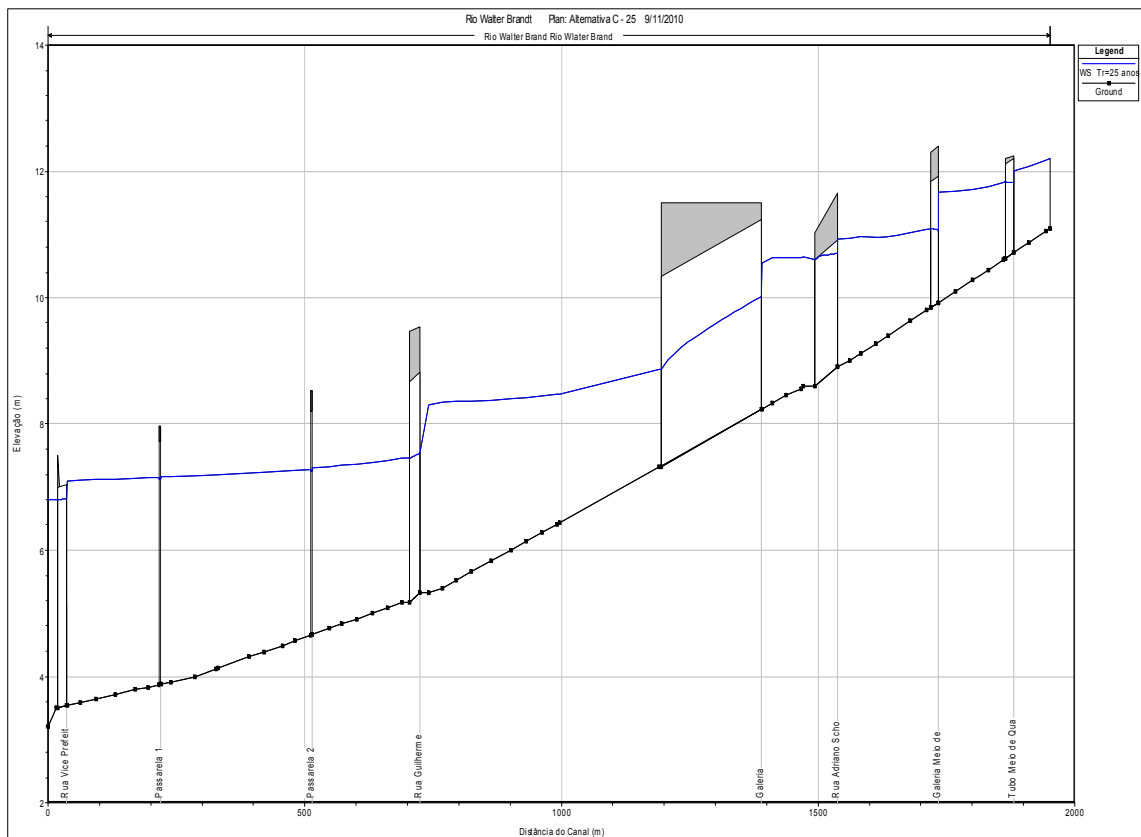


Figura 2.10 – Níveis d'água no Rio Walter Brandt – Alternativa C.

As obras previstas para implantação da alternativa C foram pré-dimensionadas determinando seu custo de implantação através de curvas paramétricas, conforme metodologia apresentada no Volume 1.

Com base nas mesmas considerações adotadas para a alternativa A, foram calculados os volumes anuais de sedimentação em cada segmento da bacia e obtidos os custos anuais para remoção desses sedimentos. Estes valores estão apresentados nos Quadros 2.17 e 2.18.

No caso dos reservatórios, o método empregado para estimativa do volume sedimentado (método de Colby) distingue parcialmente os sedimentos carregados por arrasto ou saltação dos em suspensão. Deste modo, adotou-se uma taxa de acúmulo de 90% nos reservatórios dos sedimentos arrastados. Como os reservatórios transformam artificialmente o rio num corpo receptor com fluxo lento, parte dos sedimentos em suspensão com granulometria maior tende a decantar. Por isso adotou-se a taxa de 50% dos sedimentos em suspensão retidos nos reservatórios. No item 2.3.4 deste documento são indicados os totais de sedimentos por área de contribuição envolvida.

QUADRO 2.17

SUB-BACIA DO RIO WALTER BRANDT – PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS – ALTERNATIVA C

Rio	Área da Bacia (km ²)	Taxa Média (t/ano/km ²)		Produção de Sedimentos (t/ano)		Total	
		Arraste	Suspensão	Arraste	Suspensão	Peso (t/ano)	Volume (m ³ /ano)
Walter Brandt	1,79	57,82	364,73	103,58	653,41	117,13	78,09
Reservatórios	0,77	57,82	364,73	44,79	282,54	68,56	45,71

QUADRO 2.18

SUB-BACIA DO RIO WALTER BRANDT – CUSTOS DE MANUTENÇÃO – ALTERNATIVA C

Item	Comprimento (m)	Relativo (%)	Volume de Sedimentos (m ³)	Custo Unitário de Manutenção (R\$/m ³)	Custo Total de Manutenção (R\$/ano)
Canais	1.675,36	86,0	67,04	333,19	22.338,00
Pontes e Galerias	275,99	14,0	11,04	695,75	7.684,06
Reservatórios	-	-	45,71	333,19	15.229,61
				Total (R\$/ano)	45.251,67

3. SELEÇÃO DA ALTERNATIVA PARA TR 25 ANOS

Para identificação da melhor alternativa de projeto do ponto de vista de viabilidade econômica são realizadas as análises de viabilidade econômica do tipo benefício/custo através de um fluxo de caixa descontado. Como estabelecido nos critérios dos estudos (vide Volume 1), na primeira etapa do estudo são avaliadas as alternativas de projeto no tempo de recorrência de 25 anos, considerando:

- a) Custos de investimento;

- b) Custos de operação e manutenção,
- c) Benefícios resultantes;
- d) Fluxo de caixa de um período de 25 anos; e
- e) Taxa de Desconto de 12% ao ano.

O fluxo de caixa simboliza as estimativas de custos e benefícios ao longo do tempo, os quais são ajustados a valor presente (geralmente o ano 1 do fluxo) através da taxa de desconto que representa a taxa mínima de atratividade do capital. Neste caso utilizou-se a taxa de desconto de 12% ao ano, tradicionalmente utilizado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento para projetos dessa natureza. A diferença entre os benefícios e os custos representa o resultado líquido do fluxo de caixa descontado.

Para conhecer a rentabilidade do projeto são estimados os indicadores de rentabilidade: (i) Taxa Interna de Retorno (TIR) e (ii) Valor Presente Líquido (VPL).

O Valor Presente Líquido (VPL) é um indicador que busca dimensionar o valor de um dado projeto. Em linhas gerais, pode-se dizer que este é aquele resultante da subtração dos fluxos futuros de caixa atualizados em função do custo de oportunidade do capital, das inversões realizadas no momento inicial do projeto.

Matematicamente, a equação que expressa o VPL é a que segue:

$$VPL = \{ \sum [FC_n / (1 + K)^n] \} - \{ I_0 + \sum [I_n / (1 + K)^n] \}$$

onde,

I_0 = montante investido no momento zero;

I_n = montantes de investimentos previstos em cada momento subsequente;

K = custo de oportunidade do capital;

FC = fluxos previstos de entradas de caixa em cada período do projeto;

n = último período do fluxo de caixa do projeto em análise.

Em consequência de sua formulação, o critério elementar para a tomada de decisão lastreada neste indicador é a aceitação de todos os projetos com VPL maior ou igual a zero.

A Taxa Interna de Retorno é a taxa de desconto que iguala o valor atual dos benefícios (futuros) ao valor atual dos custos (futuros) do projeto, ou seja, é a taxa na qual o VPL é igual a zero.

Matematicamente,

$$I_0 + \sum [I_n / (1 + K)^n] = \sum [FC_n / (1 + K)^n]$$

onde:

I_0 = montante investido no momento zero;

I_n = montantes de investimentos previstos em cada momento subsequente;

K = TIR;

FC = fluxos previstos de entradas de caixa em cada período do projeto.

n = último período do fluxo de caixa do projeto em análise.

Segundo Brealey e Myers (1992, p.82), “o critério para a decisão de investimento com base na TIR é aceitar um projeto de investimento se o custo de oportunidade do capital for menor do que a TIR”.

Após a identificação da alternativa com TR de 25 anos que maximiza o retorno do investimento, será realizada a hierarquização das alternativas pelos indicadores TIR e VPL, selecionando-se, do ponto de vista econômico, aquela que deve ser objeto de análise para os tempos de retorno de 5,10 e 50 anos, repetindo-se o processo de análise de viabilidade econômica já realizado na fase de seleção da alternativa, calculando-se novamente a TIR e o VPL para cada tempo de recorrência. Em seguida, são realizadas análises de sensibilidade para diversos parâmetros da modelagem econômica, com o objetivo de identificar as variáveis que mais impactam os indicadores de viabilidade econômica.

3.1 CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS

3.1.1 Alternativa A

O Quadro 3.1 apresenta a descrição e as características principais das obras existentes que serão mantidas e das propostas de obras, por local de intervenção, para a alternativa A.

QUADRO 3.1
SUB-BACIA DO RIO WALTER BRANDT – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA A

OBRAS A REMOVER			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
1	Entre Ruas Landmannm e Adriano Schondermark	Tubulação	1,20x16,77
2	Entre Ruas Landmannm e Adriano Schondermark	Galeria	3,17x1,79x15,35
8	Passarela 2 entre Promotor Arys e Vereador Conrado	Passarela	9,48x3,37x1,61
9	Passarela 1 entre Promotor Arys e Vereador Conrado	Passarela	9,07x3,15x1,78
OBRAS PROPOSTAS			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
3	Rua Adriano Schondermark	Galeria	4,00x2,20x43,00
4	Rua Dona Elza Meinert	Galeria	5,00x2,60x18,00
5	Rua Afonso Kieper	Galeria	5,00x2,60x37,00
6	Rua Geny Peixer	Galeria	5,00x2,60x45,00

continua...

QUADRO 3.1
SUB-BACIA DO RIO WALTER BRANDT – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA A

OBRAS PROPOSTAS			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
Implantação do Canal			
7	Rua Guilherme	Galeria	6,00x3,50x20,45
10	Rua Vice Prefeito Luiz Carlos Garcia	Ponte	9,00x3,50x17,54
Canal Walter Brandt Trecho 1		Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x1261,67
Canal Walter Brandt Trecho 2		Canal Trapezoidal	6,00x(var.)x689,68

3.1.2 Alternativa B

O Quadro 3.2 apresenta a descrição e as características principais das obras existentes que serão mantidas e das propostas de obras, por local de intervenção, para a alternativa B.

QUADRO 3.1
SUB-BACIA DO RIO WALTER BRANDT – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA B

OBRAS EXISTENTES			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
3	Rua Adriano Schondermark até a Rua Guilherme	Galeria	2,60x2,50x392,48
4	Rua Guilherme	Ponte	4,85x3,29x19,87
5	Passarela 2 entre Promotor Arys e Vereador Conrado	Passarela	9,48x3,37x1,61
6	Passarela 1 entre Promotor Arys e Vereador Conrado	Passarela	9,07x3,15x1,78
7	Rua Vice Prefeito Luiz Carlos Garcia	Ponte	5,13x3,15x17,33
OBRAS A REMOVER			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
1	Entre Ruas Landmannm e Adriano Schondermark	Tubulação	1,20x16,77
2	Entre Ruas Landmannm e Adriano Schondermark	Galeria	3,17x1,79x15,35
OBRAS PROPOSTAS			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
8	Rua Adriano Schondermark	Galeria	4,00x2,20x43,00
Galerias By-Pass			
9	Galeria By-Pass Walter Brandt Trecho 1	Galeria	3,00x2,00x855,39
10	Galeria By-Pass Walter Brandt Trecho 2	Galeria	5,00x2,50x320,00
11	Galeria By-Pass Walter Brandt Trecho 3	Galeria	5,00x2,60x360,00
Implantação do Canal			
Canal Walter Brandt		Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x561,19

3.1.3 Alternativa C

Os Quadros 3.3 e 3.4 apresentam a descrição e as características principais das obras existentes que serão mantidas e das propostas de obras, por local de intervenção, para a alternativa C.

QUADRO 3.2

SUB-BACIA DO RIO WALTER BRANDT – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA C

OBRAS A REMOVER			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
1	Entre Ruas Landmannm e Adriano Schondermark	Tubulação	1,20X16,77
2	Entre Ruas Landmannm e Adriano Schondermark	Galeria	3,17X1,79X15,35
6	Passarela 2 entre Promotor Arys e Vereador Conrado	Passarela	9,48x3,37x1,61
7	Passarela 1 entre Promotor Arys e Vereador Conrado	Passarela	9,07x3,15x1,78
OBRAS PROPOSTAS			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
3	Rua Adriano Schondermark	Galeria	4,00x2,00x43,00
4	Rua Adriano Schondermark até a Rua Guilherme	Galeria	6,00x3,00x195,00
5	Rua Guilherme	Galeria	4,70x3,50x20,45
8	Rua Vice Prefeito Luiz Carlos Garcia	Galeria	6,00x3,50x17,54
Implantação do Canal			
Canal Walter Brandt Trecho 1		Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x1261,67
Canal Walter Brandt Trecho 2		Canal Trapezoidal	5,00x(var.)x689,68
Obs: As obras existentes indicadas são mantidas na solução proposta.			

QUADRO 3.3

SUB-BACIA DO RIO WALTER BRANDT – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS DE RESERVAÇÃO – ALTERNATIVA C

Tipo	Volume de Acumulação (m³)
Reservatório de Detenção R5.1	11.900,18

3.2 CUSTOS

Conforme descrito no Volume 1 – Critérios de Dimensionamento e Metodologia – 951-PMJ-PDF-RT-P751, os custos das alternativas foram definidos com base em curvas paramétricas desenvolvidas especificamente para o presente trabalho. Na sequência são apresentados os custos assim obtidos para as alternativas estudadas.

Registre-se que para as soluções em canal de menor dimensão foi utilizada curva paramétrica complementar, definida pelas equações apresentadas no Quadro 3.5, as quais possibilitam representar com maior acuidade a variação de custos em função das geométricas envolvidas.

QUADRO 3.4
SUB-BACIA DO RIO WALTER BRANDT – CARACTERÍSTICAS DA CURVA PARAMÉTRICA
COMPLEMENTAR

	Canal Revestido		
	$Y1 = (a \times h^b) \times L$		$Y2 = c \times V$
Base (m)	a	b	c
2,0	1589,0811386449700	0,5540030254312960	35,812
3,0	1666,0899958736400	0,5388270338801010	35,812
4,0	1821,5687796241400	0,5108976142815430	35,812
10,0	2372,2792225918600	0,4334960414243910	35,812
15,0	2728,6498636172200	0,3957259385162530	35,812
	Canal Não Revestido		
	$Y1 = (a \times h^b) \times L$		$Y2 = c \times V$
Base (m)	a	b	c
Todas	482,898697067782000	0,425247266249654	35,812

Obs: Para obtenção dos custos dos canais com bases distintas das indicadas deverá ser utilizado processo de interpolação de custos.

Onde,

a, b e c: coeficientes das curvas paramétricas;

h: altura da seção (m);

L: extensão do trecho (m);

V: volume escavado (m³).

3.2.1 Custos da Alternativa A

Os custos associados às intervenções propostas para a alternativa A estão detalhados no Quadro 3.6.

QUADRO 3.5
SUB-BACIA DO RIO WALTER BRANDT – CUSTOS DE INVESTIMENTOS – PREÇOS FINANCEIROS –
ALTERNATIVA A

CUSTOS FINAIS (R\$)	
Remoção	242.101,56
Construção de Canais	7.560.190,34
Construção de Pontes	487.042,84
Construção de Galerias	2.173.229,59
Construção de Reservatórios	-
Total Construção	10.462.564,32
BDI (30%)	3.138.769,30
Total Custos Diretos	13.601.333,62
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	1.088.106,69
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	408.040,01
Contingência (25%)	3.400.333,41
Total Outros Custos	4.896.480,10
Desapropriações	25.748.893,15
TOTAL	44.246.706,87

3.2.2 Custos da Alternativa B

Os custos associados às intervenções propostas para a alternativa B estão detalhados no Quadro 3.7.

QUADRO 3.6

**SUB-BACIA DO RIO WALTER BRANDT – CUSTOS DE INVESTIMENTOS – PREÇOS FINANCEIROS –
ALTERNATIVA B**

CUSTOS FINAIS (R\$)	
Remoção	32.292,42
Construção de Canais	3.193.333,42
Construção de Pontes	-
Construção de Galerias	14.502.974,29
Construção de Reservatórios	-
Total Construção	17.728.600,13
BDI (30%)	5.318.580,04
Total Custos Diretos	23.047.180,17
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	1.843.774,41
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	691.415,41
Contingência (25%)	5.761.795,04
Total Outros Custos	8.296.984,86
Desapropriações	9.401.698,93
TOTAL	40.745.863,96

3.2.3 Custos da Alternativa C

Os custos associados às intervenções propostas para a alternativa C estão detalhados no Quadro 3.8.

QUADRO 3.7

**SUB-BACIA DO RIO WALTER BRANDT – CUSTOS DE INVESTIMENTOS – PREÇOS FINANCEIROS –
ALTERNATIVA C**

CUSTOS FINAIS (R\$)	
Remoção	186.327,51
Construção de Canais	7.835.960,26
Construção de Pontes	-
Construção de Galerias	4.467.121,32
Construção de Reservatórios	1.035.025,36
Total Construção	13.075.025,36
BDI (30%)	3.922.507,61
Total Custos Diretos	16.997.532,97
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	1.359.802,64
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	509.925,99
Contingência (25%)	4.249.383,24
Total Outros Custos	6.119.111,87
Desapropriações	27.191.265,91
TOTAL	50.307.910,75

3.2.4 Desagregação dos Preços Financeiros e Cálculo dos Preços Econômicos

Quando existem imperfeições no mercado os preços financeiros não são preços eficientes (isto é, não serão de concorrência perfeita) e não refletirão os valores dos recursos da economia. O preço-sombra é o preço que vigoraria no mercado se não existissem as distorções. As distorções são as conhecidas falhas de mercado, adicionadas dos impostos e da distribuição de rendimentos, entre outras, como: (i) os monopólios; (ii) o desemprego; (iii) os impostos; e (iv) a desigualdade na distribuição de rendimentos.

A definição de preço-sombra vem da necessidade de se “corrigir” alguns preços no mercado, além de avaliar determinados ganhos ou perdas geradas pelo projeto, mas que não encontram valor no mercado. O termo preço-sombra é utilizado para atribuir preço aos bens, cujos valores o mercado não consegue absorver com eficiência. Para corrigir estas imperfeições faz-se uso de fatores de conversão para transformar os preços de mercado (financeiros) em preços econômicos (eficiência).

Para a conversão dos preços financeiros (de mercado) para preços econômicos (eficiência) foram utilizados os fatores de conversão apresentados no Quadro 3.9.

QUADRO 3.8
FATORES DE CONVERSÃO

<i>Insumos</i>	<i>Fatores de Conversão</i>
Mão-de-Obra Qualificada	0,79
Mão-de-Obra Não Qualificada	0,50
Equipamento Nacional/Importado	0,80
Material Nacional/Importado	0,80
Terreno	1,00
Adm&Sup&Fiscalização	0,94

Fonte: Ampla Análise de Projetos (Programa PASS/BID).

A síntese dos preços econômicos para as alternativas A, B e C está apresentada no Quadro 3.10.

QUADRO 3.9
CUSTOS DE INVESTIMENTOS E MANUTENÇÃO – PREÇOS ECONÔMICOS –
ALTERNATIVAS DE PROJETO

PREÇOS ECONÔMICOS – R\$ 1,00					
<i>Alternativa A</i>		<i>Alternativa B</i>		<i>Alternativa C</i>	
<i>Investimentos Totais</i>	<i>Manutenção Anual</i>	<i>Investimentos Totais</i>	<i>Manutenção Anual</i>	<i>Investimentos Totais</i>	<i>Manutenção Anual</i>
40.726.994,80	26.925,13	35.022.663,87	39.809,27	45.773.556,28	42.536,57

3.3 BENEFÍCIOS ECONÔMICOS

3.3.1 Danos Evitados

De acordo com a metodologia apresentada no Volume 1, foram estimados os parâmetros para área inundada (m²)¹, altura média da lâmina d'água das alternativas (m) e o valor de mercado das edificações na sub-bacia do rio Walter Brandt (R\$/m²) para o TR de 25 anos para todas alternativas de projeto. Estas estimativas permitem calcular o benefício econômico da alternativa associado ao TR de 25 anos. O Quadro 3.11 apresenta os valores de área inundável e lâmina d'água que ocorreriam na sub-bacia do rio Walter Brandt caso não fossem implantadas as obras e os valores resultantes da ocorrência de uma precipitação com TR de 50 anos, admitindo a implantação de obras para o período de retorno de 25 anos.

QUADRO 3.10
PARÂMETROS PARA ESTIMAÇÃO DO PREJUÍZO DIRETO

			PRECIPITAÇÃO			
			TR=5 Anos	TR=10 Anos	TR=25 Anos	TR=50 Anos
GEOMETRIA	Atual	Área Inundável (Km ²)	0,051	0,068	0,118	0,160
		Lâmina d'água (m)	0,756	0,729	0,641	0,598
	25-A	Área Inundável (Km ²)	-	-	-	0,033
		Lâmina d'água (m)	-	-	-	0,571
	25-B	Área Inundável (Km ²)	-	-	-	0,033
		Lâmina d'água (m)	-	-	-	0,648
	25-C	Área Inundável (Km ²)	-	-	-	0,042
		Lâmina d'água (m)	-	-	-	0,648

O valor médio do metro quadrado das edificações na sub-bacia do rio Walter Brandt foi estimado em R\$995,96 a partir de pesquisas realizadas no mercado imobiliário de Joinville. Os benefícios por danos evitados estimados para as alternativas de projeto estão apresentados nos Quadros 3.12, 3.13 e 3.14.

QUADRO 3.11
BENEFÍCIOS ECONÔMICOS PARA ALTERNATIVA A – TR 25 ANOS

Tr Chuva	PROBABILIDADE				R\$	
Obra	0,2	0,1	0,04	0,02	Prejuízo Esperado	Benefícios Incrementais
Atual	5.767.708	7.408.223	11.228.532	14.229.319	2.628.091	-
25-A	-	-	-	2.813.328	56.267	2.571.825

¹ Os cálculos foram feitos em metros quadrados para aumentar a precisão, mas são indicados em quilômetros quadrados para efeito de apresentação.

QUADRO 3.12
BENEFÍCIOS ECONÔMICOS PARA ALTERNATIVA B – TR 25 ANOS

Tr Chuva	PROBABILIDADE				R\$	
Obra	0,2	0,1	0,04	0,02	Prejuízo Esperado	Benefícios Incrementais
Atual	5.767.708	7.408.223	11.228.532	14.229.319	2.628.091	-
25-B	-	-	-	3.188.447	63.769	2.564.323

QUADRO 3.13
BENEFÍCIOS ECONÔMICOS PARA ALTERNATIVA C – TR 25 ANOS

Tr Chuva	PROBABILIDADE				R\$	
Obra	0,2	0,1	0,04	0,02	Prejuízo Esperado	Benefícios Incrementais
Atual	5.767.708	7.408.223	11.228.532	14.229.319	2.628.091	-
25-C	-	-	-	4.036.164	80.723	2.547.368

Os cálculos dos danos evitados associados ao período de recorrência decorrem da multiplicação da área pela altura média, pelo valor do m² do imóvel e finalmente pelo coeficiente de correlação entre danos evitados e valor do imóvel, fixado em 0,15. Os resultados obtidos foram multiplicados pela probabilidade de ocorrência das inundações associadas ao período de retorno, que é dada pelo inverso do número de anos. Somando-se o resultado obtido para o período de recorrência e restando-o do total referente ao sistema existente (situação sem projeto) obtém-se o benefício incremental, ou seja, a redução de danos entre a situação atual e o período de recorrência para o qual o projeto foi dimensionado².

3.3.2 Benefícios por Valorização Imobiliária

O método escolhido buscou estabelecer a função hedônica de preços, na qual o valor do bem de mercado é a variável dependente e as variáveis explicativas são as características que determinam este preço.

A base estatística utilizada para estimar a função hedônica de preços foi o banco de dados contendo o cadastro imobiliário de Joinville, fornecido pela Secretaria de Planejamento Municipal, de onde se extraiu as variáveis que estimam o valor de mercado dos imóveis, sendo estas utilizadas nos diferentes modelos estimados.

O banco de dados foi organizado de forma a representar o mais fidedignamente possível as sub-bacias do rio Cachoeira, entre elas a sub-bacia do rio Walter Brandt. Visando facilitar o entendimento, as variáveis do banco de dados foram renomeadas com nomes do tipo: *apart* (o imóvel é um apartamento) ou *inunda* (variável *dummy*³ que identifica se aquele imóvel está situado em área inundável). O detalhamento destes procedimentos é apresentado em volume anexo de memória de cálculo.

² Conforme Estudo de Viabilidade Técnica-Econômica e Ambiental para Bacia Hidrográfica do Rio Morro Alto – Joinville. PBLM Consultoria Empresarial. Dezembro 2007.

³ Variável que assume apenas os valores 0 (zero) ou 1 (um) após o ajuste das respostas segundo as características da variável.

Após análises preliminares e conseqüentes exclusões de alguns dados discrepantes foi ajustado um primeiro modelo utilizando como resposta a variável **vm2** e como variáveis explicativas as características individuais dos imóveis⁴ resultando nos coeficientes apresentados no Quadro 3.15.

QUADRO 3.14
COEFICIENTES PARA ESTIMATIVA DO MODELO DE VALORIZAÇÃO IMOBILIÁRIA

	Coeficientes não estandarizados		Coeficientes estandarizados	<i>t</i>	Sig	Intervalo de confiança para B a 95%	
	B	Erro típ	Beta			Limite inferior	Limite superior
(Constante)	210,319	36,067	-	5,831	0,000	139,616	281,022
apart	-113,251	39,093	-0,083	-2,897	0,004	-189,886	-36,615
casa	-51,232	35,550	-0,079	-1,441	0,150	-120,920	18,457
loja	-12,263	35,838	-0,012	-0,342	0,732	-82,518	57,991
galpao	-3,202	35,622	-0,003	-0,090	0,928	-73,032	66,628
estrutr1	-49,538	6,836	-0,089	-7,247	0,000	-62,939	-36,137
inunda	-4,610	5,339	-0,011	-0,864	0,388	-15,076	5,855
baciar	-5,211	0,875	-0,074	-5,954	0,000	-6,926	-3,495
usor1	-25,071	13,885	-0,034	-1,806	0,071	-52,290	2,148

a Variável dependente: vm2

As variáveis com nível de significância acima de 10% foram retiradas e um novo modelo foi ajustado utilizando o logaritmo neperiano da variável *vm2* (renomeada para *lnvm2*) como resposta, já que os resíduos do ajuste anterior não pareciam seguir uma distribuição normal, o que é um pressuposto para a utilização da ferramenta estatística de regressão. O modelo final obtido, utilizando como resposta a variável *lnvm2*, foi:

$$Z = 4,956 - 0,648 * estrutura - 0,067 * inunda - 0,037 * bacia - 0,693 * apart - 0,169 * galpão$$

ou seja, o valor do metro quadrado total é valorizado⁵ em 6,92% após a implantação do projeto.

O quadros a seguir apresentam os resultados para o modelo final ajustado e através destas observa-se que o modelo ajustado explica 21% do valor do metro quadrado total sendo o restante explicado por variáveis que não puderam ser mensuradas, interpretação esta que pôde ser obtida devido ao valor da estatística R ajustado.

⁴ As variáveis *alvino*, *bomretiro*, *aracaju*, *salvador*, *leito*, *luiz*, *mathias*, *mirand*, *nascente* e *walter* designam o nome de algumas sub bacias do rio Cachoeira e indicam o a localização do imóvel no contexto da sub bacia. As demais variáveis possuem nomes que indicam o tipo, uso e estrutura dos imóveis e estes estão em áreas inundáveis.

⁵ Para uma função onde a transformação do valor do imóvel (*y*) é logarítmica e a variável de interesse (neste caso, a variável *inunda*) é dicotômica (0 ou 1) a valorização esperada é assim estimada: $\ln(y) = \alpha - \beta I$, considerando $I = 0$ sem inundação e $I = 1$ com inundação. Temos que para (1) $I = 0$, $\ln(y_{si}) = \alpha$ e para (2) $I = 1$, $\ln(y_{ci}) = \alpha - \beta$. A valorização será calculada pela diferença (1-2).

$\ln(y_{si}) - \ln(y_{ci}) = \alpha - (\alpha - \beta) = \beta$

$\ln((y_{si}/y_{ci})) = \beta \Rightarrow (y_{si}/y_{ci}) = \exp(\beta)$ A valorização relativa é $((y_{si}/y_{ci})/y_{ci}) = ((\exp(\beta))-1)*100$.

QUADRO 3.15
ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>N</i>
lnvm2	4,5637	0,62388	6661
apart	0,03	0,156	6661
galpao	0,05	0,224	6661
estrutr1	0,18	0,384	6661
inunda	0,57	0,496	6661
baciar	5,79	3,018	6661
lnvm2	4,5637	0,62388	6661

QUADRO 3.16
ANOVA

	<i>Soma de quadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Media quadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig</i>
Regresión	545,043	5	109,009	354,359	0,000(a)
Residual	2047,224	6655	0,308	-	-
Total	2592,268	6660	-	-	-

a Variáveis preditoras: (Constante), walter, loja, apart, galpao, salvador, luiz, estrutr1, alvino, inunda, nascente, mathias

b Variável dependente: lnvm2

QUADRO 3.17
COEFICIENTES

	<i>Coefficientes não estandarizados</i>		<i>Coefficientes estandarizados</i>	<i>t</i>	<i>Sig</i>	<i>Intervalo de confiança para B al 95%</i>	
	<i>B</i>	<i>Erro típ</i>	<i>Beta</i>			<i>Limite inferior</i>	<i>Limite superior</i>
(Constante)	4,956	0,018	-	270,648	0,000	4,920	4,992
apart	-0,693	0,044	-0,174	-15,889	0,000	-0,779	-0,608
galpao	-0,169	0,030	-0,061	-5,579	0,000	-0,229	-0,110
estrutr1	-0,648	0,018	-0,399	-36,507	0,000	-0,682	-0,613
inunda	-0,067	0,014	-0,053	-4,808	0,000	-0,094	-0,040
baciar	-0,037	0,002	-0,177	-15,985	0,000	-0,041	-0,032

QUADRO 3.18
R AJUSTADO

<i>R</i>	<i>R quadrado</i>	<i>R quadrado corrigida</i>
0,459	0,210	0,210

Ao valor monetário do conjunto de imóveis identificados como pertencentes à sub-bacia do rio Walter Brandt e que encontram-se em áreas alagáveis foi aplicado o percentual de 6,92% de valorização imobiliária, atribuíveis pela implantação do projeto. O procedimento matemático para obter o benefício monetário da área é obtido pela soma total da área edificada em condições de alagamento, multiplicado pelo valor médio do metro quadrado dos imóveis (R\$990,41/m²), obtendo-se assim o valor total dos ativos passíveis de valorização. Em seguida, aplica-se ao valor total destes ativos o percentual de valorização para obter-se o valor monetário do benefício econômico na sub-bacia do rio Walter Brandt.

Finalmente, é feito um último ajuste ao valor encontrado, multiplicando-se ao valor da valorização imobiliária por um índice que representa a proporção entre a zona inundada para um TR de 50 anos e a zona inundada para o TR desejado (5, 10, 25), que é obtido através da

razão entre a área inundada para o TR desejado (5, 10, 25,50) e a área inundada para o TR de 50 anos. Este procedimento serve para ajustar o benefício aos respectivos tempos de retorno, já que se considera o TR de 50 anos como referência para área inundada.

Para efeitos de avaliação econômica, o valor encontrado é multiplicado ainda pelo fator de conversão padrão, fixado em 0,94 e distribuído no fluxo de caixa descontado em parcelas fixas, devidamente ajustadas pela taxa de oportunidade do capital, entre os anos 2 e 6 do projeto. Para a sub-bacia do rio Walter Brandt, o valor do benefício econômico, calculado conforme os procedimentos descritos acima, atingiu a quantia de R\$4,204 milhões para o TR de 25 anos. O detalhamento do modelo de preços hedônicos e os cálculos do benefício econômico estão apresentados na memória de cálculo em volume anexo.

3.3.3 Benefícios de Tráfego

Os benefícios totais de tráfego na bacia hidrográfica do rio Cachoeira foram estimados em R\$ 600.000,00 por ano, já consideradas as probabilidades de ocorrência de inundação para os TR's de 5, 10, 25 e 50 anos. O benefício de tráfego para a sub-bacia do rio Walter Brandt é resultado do rateio do benefício total estimado para a bacia do rio Cachoeira de acordo com a proporção da população que sofre com os efeitos da inundação na sub-bacia do rio Walter Brandt em relação à população que sofre os efeitos da inundação na bacia do rio Cachoeira, do qual é afluente. Além disso, os benefícios são ajustados proporcionalmente ao número de imóveis na mancha de inundação para um TR de 25 anos comparados ao número de imóveis situados na mancha com TR de 50 anos. Os benefícios imputados na análise econômica totalizaram R\$14.280,00/ano a preços econômicos. Os detalhamentos dos benefícios de tráfego estão apresentados na memória de cálculo em volume anexo.

3.3.4 Benefícios Indiretos

Conforme descrito anteriormente, considerou-se que os benefícios indiretos correspondem a 20% dos benefícios diretos estimados. O valor dos benefícios indiretos pode ser observado nas respectivas planilhas de fluxo de caixa das alternativas avaliadas em volume anexo.

3.4 ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO DAS ALTERNATIVAS

Após a identificação dos custos e benefícios elaborou-se o fluxo de caixa individualizado para cada alternativa a fim de verificar aquela que maximiza o retorno econômico. Os Quadros 3.19 a 3.21 sumarizam a análise benefício-custo para as alternativas A, B e C, respectivamente.

Tomando como base os resultados das análises, verificou-se que a alternativa B é aquela que maximiza o retorno econômico, pois apresenta o VPL maior para o tempo de retorno de 25 anos. A alternativa C, escolhida pela população, proporciona o menor VPL entre as três alternativas estudadas, uma vez que os custos associados a esta alternativa são os maiores dentre as alternativas analisadas. No próximo capítulo são apresentados os estudos econômicos para a alternativa B, para os tempos de retorno de 5, 10 e 50 anos

O Quadro 3.22 apresenta a síntese dos resultados para as alternativas A, B e C.

QUADRO 3.19
ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO – ALTERNATIVA A

SUB BACIA WALTER BRANDT

ALTERNATIVA "A" - 25 ANOS

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	CUSTOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		TIRE #NÚM!
1	-	-	-	-	-	40.726.995		-	-	40.726.995	(40.726.995)
2	310.562	1.166.221	14.280	298.213	1.789.276	-		26.925	-	26.925	1.762.351
3	310.562	1.166.221	14.280	298.213	1.789.276	-		26.925	-	26.925	1.762.351
4	310.562	1.166.221	14.280	298.213	1.789.276	-		26.925	-	26.925	1.762.351
5	310.562	1.166.221	14.280	298.213	1.789.276	-		26.925	-	26.925	1.762.351
6	310.562	1.166.221	14.280	298.213	1.789.276	-		26.925	-	26.925	1.762.351
7	310.562		14.280	64.968	389.811	-		26.925	-	26.925	362.885
8	310.562		14.280	64.968	389.811	-		26.925	-	26.925	362.885
9	310.562		14.280	64.968	389.811	-		26.925	-	26.925	362.885
10	310.562		14.280	64.968	389.811	-		26.925	-	26.925	362.885
11	310.562		14.280	64.968	389.811	-		26.925	-	26.925	362.885
12	310.562		14.280	64.968	389.811	-		26.925	-	26.925	362.885
13	310.562		14.280	64.968	389.811	-		26.925	-	26.925	362.885
14	310.562		14.280	64.968	389.811	-		26.925	-	26.925	362.885
15	310.562		14.280	64.968	389.811	-		26.925	-	26.925	362.885
16	310.562		14.280	64.968	389.811	-		26.925	-	26.925	362.885
17	310.562		14.280	64.968	389.811	-		26.925	-	26.925	362.885
18	310.562		14.280	64.968	389.811	-		26.925	-	26.925	362.885
19	310.562		14.280	64.968	389.811	-		26.925	-	26.925	362.885
20	310.562		14.280	64.968	389.811	-		26.925	-	26.925	362.885
21	310.562		14.280	64.968	389.811	-		26.925	-	26.925	362.885
22	310.562		14.280	64.968	389.811	-		26.925	-	26.925	362.885
23	310.562		14.280	64.968	389.811	-		26.925	-	26.925	362.885
24	310.562		14.280	64.968	389.811	-		26.925	-	26.925	362.885
25	310.562		14.280	64.968	389.811	-		26.925	-	26.925	362.885
VPL	2.417.515	4.203.965	111.159	1.346.528	8.079.167	40.726.995	-	209.594	-	40.936.588	(32.857.421)

*Inclui-se imprevistos de obras, administração e supervisão.

#NÚM! - Como a TIR é calculada por tentativa e erro (interpolações sucessivas para verificar qual taxa ZERA o VPL) a função não consegue localizar um resultado.

QUADRO 3.20
ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO – ALTERNATIVA B

SUB BACIA WALTER BRANDT

ALTERNATIVA "B" - 25 ANOS

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	CUSTOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		TIRE #NÚM!
1	-	-			-	35.022.664		-	-	35.022.664	(35.022.664)
2	309.656	1.166.221	14.280	298.031	1.788.189	-		39.809	-	39.809	1.748.379
3	309.656	1.166.221	14.280	298.031	1.788.189	-		39.809	-	39.809	1.748.379
4	309.656	1.166.221	14.280	298.031	1.788.189	-		39.809	-	39.809	1.748.379
5	309.656	1.166.221	14.280	298.031	1.788.189	-		39.809	-	39.809	1.748.379
6	309.656	1.166.221	14.280	298.031	1.788.189	-		39.809	-	39.809	1.748.379
7	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
8	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
9	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
10	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
11	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
12	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
13	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
14	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
15	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
16	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
17	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
18	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
19	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
20	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
21	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
22	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
23	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
24	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
25	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
VPL	2.410.463	4.203.965	111.159	1.345.117	8.070.705	35.022.664	-	309.888	-	35.332.552	(27.261.847)

*Inclui-se imprevistos de obras, administração e supervisão.

#NÚM! - Como a TIR é calculada por tentativa e erro (interpolações sucessivas para verificar qual taxa ZERA o VPL) a função não consegue localizar um resultado.

QUADRO 3.21
ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO – ALTERNATIVA C

SUB BACIA WALTER BRANDT

ALTERNATIVA "C" - 25 ANOS

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	CUSTOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		TIRE #NÚM!
1	-	-			-	45.773.556		-	-	45.773.556	(45.773.556)
2	307.609	1.166.221	14.280	297.622	1.785.732	-		42.537	-	42.537	1.743.195
3	307.609	1.166.221	14.280	297.622	1.785.732	-		42.537	-	42.537	1.743.195
4	307.609	1.166.221	14.280	297.622	1.785.732	-		42.537	-	42.537	1.743.195
5	307.609	1.166.221	14.280	297.622	1.785.732	-		42.537	-	42.537	1.743.195
6	307.609	1.166.221	14.280	297.622	1.785.732	-		42.537	-	42.537	1.743.195
7	307.609		14.280	64.378	386.267	-		42.537	-	42.537	343.730
8	307.609		14.280	64.378	386.267	-		42.537	-	42.537	343.730
9	307.609		14.280	64.378	386.267	-		42.537	-	42.537	343.730
10	307.609		14.280	64.378	386.267	-		42.537	-	42.537	343.730
11	307.609		14.280	64.378	386.267	-		42.537	-	42.537	343.730
12	307.609		14.280	64.378	386.267	-		42.537	-	42.537	343.730
13	307.609		14.280	64.378	386.267	-		42.537	-	42.537	343.730
14	307.609		14.280	64.378	386.267	-		42.537	-	42.537	343.730
15	307.609		14.280	64.378	386.267	-		42.537	-	42.537	343.730
16	307.609		14.280	64.378	386.267	-		42.537	-	42.537	343.730
17	307.609		14.280	64.378	386.267	-		42.537	-	42.537	343.730
18	307.609		14.280	64.378	386.267	-		42.537	-	42.537	343.730
19	307.609		14.280	64.378	386.267	-		42.537	-	42.537	343.730
20	307.609		14.280	64.378	386.267	-		42.537	-	42.537	343.730
21	307.609		14.280	64.378	386.267	-		42.537	-	42.537	343.730
22	307.609		14.280	64.378	386.267	-		42.537	-	42.537	343.730
23	307.609		14.280	64.378	386.267	-		42.537	-	42.537	343.730
24	307.609		14.280	64.378	386.267	-		42.537	-	42.537	343.730
25	307.609		14.280	64.378	386.267	-		42.537	-	42.537	343.730
VPL	2.394.526	4.203.965	111.159	1.341.930	8.051.580	45.773.556	-	331.118	-	46.104.674	(38.053.094)

*Inclui-se imprevistos de obras, administração e supervisão.

#NÚM! - Como a TIR é calculada por tentativa e erro (interpolações sucessivas para verificar qual taxa ZERA o VPL) a função não consegue localizar um resultado.

QUADRO 3.22
SÍNTESE DOS RESULTADOS – SELEÇÃO DA ALTERNATIVA

Alternativa	Benefícios					Custo			Resultados		Índices		
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos	Benefício Total	Investimentos	O&M	Custo Total	VPL	TIR	VPL	Benefícios	Custos
ALTERNATIVA "A" - 25 ANOS	2.417.515,43	4.203.965,42	111.158,51	1.346.527,87	8.079.167,24	40.726.994,80	209.593,68	40.936.588,48	-32.857.421,23	#NÚM!	1,21	1,00	1,16
ALTERNATIVA "B" - 25 ANOS	2.410.463,20	4.203.965,42	111.158,51	1.345.117,43	8.070.704,56	35.022.663,87	309.887,95	35.332.551,82	-27.261.847,26	#NÚM!	1,00	1,00	1,00
ALTERNATIVA "C" - 25 ANOS	2.394.526,10	4.203.965,42	111.158,51	1.341.930,01	8.051.580,04	45.773.556,28	331.118,11	46.104.674,39	-38.053.094,34	#NÚM!	1,40	1,00	1,30
Escolha Econômica													
Escolha População													

#NÚM! - Como a TIR é calculada por tentativa e erro (interpolações sucessivas para verificar qual taxa ZERA o VPL) a função não consegue localizar um resultado.

#DIV/O! - Idem, mas neste caso, a fórmula encontra um divisor zero.

4. ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO POR PERÍODO DE RETORNO

O objetivo da análise benefício-custo por período de retorno é identificar a alternativa de investimento que maximiza o investimento público no contexto do dimensionamento da obra. Evidentemente, uma obra de drenagem realizada com a perspectiva de período de retorno de 5 anos é bastante diferente, em termos de dimensionamento, daquela projetada para um período de retorno de 50 anos.

Neste sentido, é necessário verificar, dadas as condicionantes do dimensionamento de uma obra de drenagem, se é mais vantajoso implantar uma obra dimensionada para um TR de 5 anos ou um TR de 50 anos. A apresentação que se segue avalia, do ponto de vista econômico, qual a alternativa de engenharia é mais vantajosa em termos de retorno do investimento público.

O conceito geral da análise econômica e a metodologia são os mesmos já descritos anteriormente, alterando-se agora essencialmente os custos de investimentos e a abrangência dos benefícios econômicos associados a cada período de retorno.

4.1 DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS

Definida a seleção da alternativa B para as obras da sub-bacia do rio Walter Brandt, foi realizado o dimensionamento das mesmas para os outros períodos de retorno a serem avaliados nos estudos econômicos, ou seja 5, 10 e 50 anos.

O Quadro 4.1 resume as características dos dispositivos existentes, os quais permanecem com suas dimensões atuais, sem modificações, para todos os períodos de retorno. Também são apresentadas as dimensões dos dispositivos e dos canais projetados para esta rede de drenagem em função do período de retorno analisado.

QUADRO 4.1
SUB-BACIA DO RIO WALTER BRANDT – CARACTERÍSTICAS DOS DISPOSITIVOS E CANAIS
EXISTENTES E PROJETADOS

<i>Dimensão (BxhxL) (m) / *Volume (m³)</i>					
<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>TR = 5 Anos</i>	<i>TR = 10 Anos</i>	<i>TR = 25 Anos</i>	<i>TR = 50 Anos</i>
1	Entre Ruas Landmannm e Adriano Schondermark	Removido	Removido	Removido	Removido
2	Entre Ruas Landmannm e Adriano Schondermark	Removido	Removido	Removido	Removido
3	Rua Adriano Schondermark	4,00x2,20x43,00	4,00x2,20x43,00	4,00x2,20x43,00	4,00x2,20x43,00
4	Rua Adriano Schondermark até a Rua Guilherme	2,60x2,50x392,48	2,60x2,50x392,48	2,60x2,50x392,48	2,60x2,50x392,48
5	Rua Guilherme	4,85x3,29x19,87	4,85x3,29x19,87	4,85x3,29x19,87	4,85x3,29x19,87
6	Passarela 2 entre Promotor Arys e Vereador Conrado	Removido	Removido	Removido	Removido
7	Passarela 1 entre Promotor Arys e Vereador Conrado	Removido	Removido	Removido	Removido
8	Rua Vice Prefeito Luiz Carlos Garcia	5,13x3,15x17,33	5,13x3,15x17,33	5,13x3,15x17,33	5,13x3,15x17,33
9	Galeria By-Pass Walter Brandt Trecho 1	2,10x2,00x855,39	2,50x2,00x855,39	3,00x2,00x855,39	3,50x2,00x855,39
10	Galeria By-Pass Walter Brandt Trecho 2	4,00x2,50x320,00	4,50x2,50x320,00	5,00x2,50x320,00	5,50x2,50x320,00
11	Galeria By-Pass Walter Brandt Trecho 3	4,00x2,60x360,00	4,50x2,50x360,00	5,00x2,60x360,00	5,50x2,60x360,00
Canal Walter Brandt Trecho 1		2,00x(var.)x954,44	3,00x(var.)x954,44	4,00x(var.)x954,44	5,00x(var.)x954,44

Galerias

Pontes

Reservatórios

Canais

4.2 CUSTOS POR PERÍODO DE RETORNO

O Quadro 4.2 apresenta os custos da alternativa B para os tempos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos.

QUADRO 4.2
SUB-BACIA DO RIO WALTER BRANDT – CUSTOS POR PERÍODO DE RETORNO – PREÇOS
FINANCEIROS

<i>Custos Finais (R\$)</i>	<i>TR = 5 Anos</i>	<i>TR = 10 Anos</i>	<i>TR = 25 Anos</i>	<i>TR = 50 Anos</i>
Remoção	9.003,63	9.003,63	32.292,42	32.292,42
Construção de Canais	2.804.752,64	2.922.922,29	3.193.333,42	3.166.792,66
Construção de Pontes	-	-	-	-
Construção de Galerias	11.112.799,37	12.525.671,92	14.502.974,29	16.123.613,37
Construção de Reservatórios	-	-	-	-
Total Construção	13.926.555,64	15.457.597,84	17.728.600,13	19.322.698,46
BDI (30%)	4.177.966,69	4.637.279,35	5.318.580,04	5.796.809,54
Total Custos Diretos	18.104.522,33	20.094.877,19	23.047.180,17	25.119.508,00

continua...

QUADRO 4.3
SUB-BACIA DO RIO WALTER BRANDT – CUSTOS POR PERÍODO DE RETORNO – PREÇOS
FINANCEIROS

<i>Custos Finais (R\$)</i>	<i>TR = 5 Anos</i>	<i>TR = 10 Anos</i>	<i>TR = 25 Anos</i>	<i>TR = 50 Anos</i>
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	1.448.361,79	1.607.590,18	1.843.774,41	2.009.560,64
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	543.135,67	602.846,32	691.415,41	753.585,24
Contingência (25%)	4.526.130,58	5.023.719,30	5.761.795,04	6.279.877,00
Total Outros Custos	6.517.628,04	7.234.155,79	8.296.984,86	9.043.022,88
Desapropriações	9.401.698,63	9.401.698,63	9.401.698,63	9.401.698,63
TOTAL	34.023.849,30	36.730.731,91	40.745.863,96	43.564.299,81

Para elaboração do fluxo de caixa das alternativas de dimensionamento os valores foram convertidos a preços econômicos seguindo a mesma metodologia já descrita anteriormente, através dos fatores de conversão apresentados no Quadro 3.9. Os cálculos efetuados estão apresentados em memórias de cálculo em volume anexo.

4.3 BENEFÍCIOS POR PERÍODO DE RETORNO

4.3.1 Benefícios por Danos Evitados

De acordo com a metodologia apresentada anteriormente, foram estimados os parâmetros para área inundada (m^2)⁶, altura média da lâmina d'água das alternativas (m) e o valor de mercado das edificações na sub-bacia do rio Walter Brandt (R\$/ m^2) para os TR's de 5, 10, 25 e 50 anos. Estas estimativas, apresentadas no Quadro 4.3, permitem calcular o benefício econômico da alternativa associado ao respectivo período de retorno.

QUADRO 4.4
PARÂMETROS PARA ESTIMAÇÃO DO PREJUÍZO DIRETO POR PERÍODO DE RETORNO

<i>Tr Chuva</i>	<i>5 Anos</i>		<i>10 Anos</i>		<i>25 Anos</i>		<i>50 Anos</i>	
<i>Obra</i>	<i>Área (km²)</i>	<i>h (m)</i>	<i>Área (km²)</i>	<i>h (m)</i>	<i>Área (km²)</i>	<i>h (m)</i>	<i>Área (km²)</i>	<i>h (m)</i>
Atual	0,051	0,756	0,068	0,729	0,118	0,641	0,160	0,598
5-B	-	-	0,035	0,636	0,043	0,697	0,080	0,673
10-B	-	-	-	-	0,033	0,571	0,038	0,600
25-B	-	-	-	-	-	-	0,033	0,648
50-B	-	-	-	-	-	-	-	-

O valor médio do metro quadrado das edificações na sub-bacia do rio Walter Brandt foi estimado em R\$990,41 a partir de pesquisas realizadas no mercado imobiliário de Joinville. Os benefícios estimados para cada período de retorno estão apresentados no Quadro 4.4.

⁶ Os cálculos foram feitos em metros quadrados para aumentar a precisão, mas são indicados em quilômetros quadrados somente para efeito de apresentação.

QUADRO 4.5
BENEFÍCIOS ECONÔMICOS PARA ALTERNATIVA B

<i>Tr Chuva</i>	<i>PROBABILIDADE</i>				<i>R\$</i>	
<i>Obra</i>	<i>0,2</i>	<i>0,1</i>	<i>0,04</i>	<i>0,02</i>	<i>Prejuízo Esperado</i>	<i>Benefícios Incrementais</i>
Atual	5.767.708	7.408.223	11.228.532	14.229.319	2.628.091	
5-B	-	3.300.418	4.498.429	8.005.552	670.090	1.958.001
10-B	-	-	2.724.784	3.363.196	176.255	2.451.836
25-B	-	-	-	3.188.447	63.769	2.564.323
50-B	-	-	-	-	-	2.628.091

O procedimento metodológico para o cálculo dos danos evitados em cada período de recorrência são os mesmos já descritos anteriormente no item 3.3.1.

4.3.2 Benefícios de Valorização Imobiliária por Período de Retorno

A metodologia para estimativa da valorização imobiliária para os TR's de 5, 10 e 50 anos é idêntica àquela já apresentada no item 3.3.2, devidamente ajustada às áreas inundadas relacionadas aos respectivos tempos de retorno.

A síntese dos benefícios econômicos totais devidos à valorização imobiliária por período de retorno é apresentada no Quadro 4.5. O detalhamento do modelo de preços hedônicos e os cálculos do benefício econômico estão disponíveis na memória de cálculo em volume anexo.

QUADRO 4.6
BENEFÍCIOS ECONÔMICOS POR VALORIZAÇÃO IMOBILIÁRIA POR TEMPO
DE RETORNO – VALORES ECONÔMICOS

<i>Período de Retorno</i>	<i>Benefícios por Valorização Imobiliária (R\$)</i>
5	1.830.048
10	2.436.818
25	4.203.965
50	5.709.015

4.3.3 Benefícios de Tráfego

Conforme metodologia já apresentada anteriormente, o benefício de tráfego para a sub-bacia do rio Walter Brandt é resultado do rateio do benefício total estimado para a bacia do rio Cachoeira de acordo com a proporção da população que sofre com os efeitos da inundação na sub-bacia do rio Walter Brandt em relação à população que sofre os efeitos da inundação na bacia do rio Cachoeira, devidamente ajustada aos respectivos tempos de retorno. Os benefícios imputados na análise econômica estão apresentados no Quadro 4.6. Os detalhamentos dos benefícios de tráfego estão apresentados na memória de cálculo em volume anexo.

QUADRO 4.7
BENEFÍCIOS DE TRÁFEGO POR PERÍODO DE RETORNO

<i>Período de Retorno</i>	<i>Benefícios por Tráfego (R\$)</i>
5	48.389
10	64.433
25	111.159
50	150.954

4.3.4 Benefícios Indiretos

Conforme descrito anteriormente, considerou-se que os benefícios indiretos correspondem a 20% dos benefícios diretos estimados. O valor dos benefícios indiretos pode ser observado nas respectivas planilhas de fluxo de caixa.

4.4 RESULTADOS DA ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO

Após a identificação dos custos e benefícios, elaborou-se o fluxo de caixa individualizado para cada período de retorno a fim de verificar aquele que maximiza o retorno do investimento público. Os Quadros 4.7 a 4.10 sumarizam a análise benefício-custo para os tempos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos, respectivamente.

Os estudos de avaliação econômica mostraram não haver retorno econômico para esta obra, com valores decrescentes de VPL em função do período de retorno, resultante do aumento do custo das obras com insuficiência de retorno econômico. A prática brasileira costuma projetar as obras de drenagem para períodos de retorno não inferiores a 10 anos, sendo comum a adoção de valores superiores, como por exemplo a legislação do Estado de São Paulo que não permite ao DAEE (órgão outorgante de obras de drenagem no Estado de São Paulo) aprovar obras de macrodrenagem com período inferior a 25 anos. Assim, o Consórcio optou por dimensionar as obras de macrodrenagem do rio Walter Brandt para um período de retorno de 10 anos.

O Quadro 4.11 apresenta a síntese dos resultados para os tempos de retorno de 5 a 50 anos.

QUADRO 4.8
ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO PARA PERÍODO DE RETORNO DE 5 ANOS

SUB BACIA WALTER BRANDT											
ALTERNATIVA "B" - TR 5 ANOS											
ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA											
Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	CUSTOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		TIRE #DIV/0!
1	-	-	-	-	-	29.521.801		-	-	29.521.801	(29.521.801)
2	236.440	507.673	6.216	150.066	900.395	-		39.809	-	39.809	860.586
3	236.440	507.673	6.216	150.066	900.395	-		39.809	-	39.809	860.586
4	236.440	507.673	6.216	150.066	900.395	-		39.809	-	39.809	860.586
5	236.440	507.673	6.216	150.066	900.395	-		39.809	-	39.809	860.586
6	236.440	507.673	6.216	150.066	900.395	-		39.809	-	39.809	860.586
7	236.440		6.216	48.531	291.187	-		39.809	-	39.809	251.378
8	236.440		6.216	48.531	291.187	-		39.809	-	39.809	251.378
9	236.440		6.216	48.531	291.187	-		39.809	-	39.809	251.378
10	236.440		6.216	48.531	291.187	-		39.809	-	39.809	251.378
11	236.440		6.216	48.531	291.187	-		39.809	-	39.809	251.378
12	236.440		6.216	48.531	291.187	-		39.809	-	39.809	251.378
13	236.440		6.216	48.531	291.187	-		39.809	-	39.809	251.378
14	236.440		6.216	48.531	291.187	-		39.809	-	39.809	251.378
15	236.440		6.216	48.531	291.187	-		39.809	-	39.809	251.378
16	236.440		6.216	48.531	291.187	-		39.809	-	39.809	251.378
17	236.440		6.216	48.531	291.187	-		39.809	-	39.809	251.378
18	236.440		6.216	48.531	291.187	-		39.809	-	39.809	251.378
19	236.440		6.216	48.531	291.187	-		39.809	-	39.809	251.378
20	236.440		6.216	48.531	291.187	-		39.809	-	39.809	251.378
21	236.440		6.216	48.531	291.187	-		39.809	-	39.809	251.378
22	236.440		6.216	48.531	291.187	-		39.809	-	39.809	251.378
23	236.440		6.216	48.531	291.187	-		39.809	-	39.809	251.378
24	236.440		6.216	48.531	291.187	-		39.809	-	39.809	251.378
25	236.440		6.216	48.531	291.187	-		39.809	-	39.809	251.378
VPL	1.840.521	1.830.048	48.389	743.792	4.462.750	29.521.801	-	309.888	-	29.831.689	(25.368.939)
*Inclui-se imprevistos de obras, administração e supervisão.											

#DIV/O! - Como a TIR é calculada por tentativa e erro (interpolações sucessivas para verificar qual taxa ZERA o VPL) a função encontra um divisor zero

QUADRO 4.9
ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO PARA PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS

SUB BACIA WALTER BRANDT
 ALTERNATIVA "B" - TR 10 ANOS
 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	CUSTOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		TIRE #NÚM!
1	-	-			-	31.738.231		-	-	31.738.231	(31.738.231)
2	296.073	675.997	8.277	196.069	1.176.417	-		39.809	-	39.809	1.136.608
3	296.073	675.997	8.277	196.069	1.176.417	-		39.809	-	39.809	1.136.608
4	296.073	675.997	8.277	196.069	1.176.417	-		39.809	-	39.809	1.136.608
5	296.073	675.997	8.277	196.069	1.176.417	-		39.809	-	39.809	1.136.608
6	296.073	675.997	8.277	196.069	1.176.417	-		39.809	-	39.809	1.136.608
7	296.073		8.277	60.870	365.220	-		39.809	-	39.809	325.411
8	296.073		8.277	60.870	365.220	-		39.809	-	39.809	325.411
9	296.073		8.277	60.870	365.220	-		39.809	-	39.809	325.411
10	296.073		8.277	60.870	365.220	-		39.809	-	39.809	325.411
11	296.073		8.277	60.870	365.220	-		39.809	-	39.809	325.411
12	296.073		8.277	60.870	365.220	-		39.809	-	39.809	325.411
13	296.073		8.277	60.870	365.220	-		39.809	-	39.809	325.411
14	296.073		8.277	60.870	365.220	-		39.809	-	39.809	325.411
15	296.073		8.277	60.870	365.220	-		39.809	-	39.809	325.411
16	296.073		8.277	60.870	365.220	-		39.809	-	39.809	325.411
17	296.073		8.277	60.870	365.220	-		39.809	-	39.809	325.411
18	296.073		8.277	60.870	365.220	-		39.809	-	39.809	325.411
19	296.073		8.277	60.870	365.220	-		39.809	-	39.809	325.411
20	296.073		8.277	60.870	365.220	-		39.809	-	39.809	325.411
21	296.073		8.277	60.870	365.220	-		39.809	-	39.809	325.411
22	296.073		8.277	60.870	365.220	-		39.809	-	39.809	325.411
23	296.073		8.277	60.870	365.220	-		39.809	-	39.809	325.411
24	296.073		8.277	60.870	365.220	-		39.809	-	39.809	325.411
25	296.073		8.277	60.870	365.220	-		39.809	-	39.809	325.411
VPL	2.304.726	2.436.818	64.433	961.195	5.767.172	31.738.231	-	309.888	-	32.048.119	(26.280.947)

*Inclui-se imprevistos de obras, administração e supervisão.

#NÚM! - Como a TIR é calculada por tentativa e erro (interpolações sucessivas para verificar qual taxa ZERA o VPL) a função não consegue localizar um resultado.

QUADRO 4.10
ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO PARA PERÍODO DE RETORNO DE 25 ANOS

SUB BACIA WALTER BRANDT											
ALTERNATIVA "B" - TR 25 ANOS											
ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA											
Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	CUSTOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		TIRE #NÚM!
1	-	-			-	35.022.664		-	-	35.022.664	(35.022.664)
2	309.656	1.166.221	14.280	298.031	1.788.189	-		39.809	-	39.809	1.748.379
3	309.656	1.166.221	14.280	298.031	1.788.189	-		39.809	-	39.809	1.748.379
4	309.656	1.166.221	14.280	298.031	1.788.189	-		39.809	-	39.809	1.748.379
5	309.656	1.166.221	14.280	298.031	1.788.189	-		39.809	-	39.809	1.748.379
6	309.656	1.166.221	14.280	298.031	1.788.189	-		39.809	-	39.809	1.748.379
7	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
8	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
9	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
10	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
11	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
12	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
13	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
14	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
15	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
16	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
17	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
18	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
19	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
20	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
21	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
22	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
23	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
24	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
25	309.656		14.280	64.787	388.723	-		39.809	-	39.809	348.914
VPL	2.410.463	4.203.965	111.159	1.345.117	8.070.705	35.022.664	-	309.888	-	35.332.552	(27.261.847)

*Inclui-se imprevistos de obras, administração e supervisão.

#NÚM! - Como a TIR é calculada por tentativa e erro (interpolações sucessivas para verificar qual taxa ZERA o VPL) a função não consegue localizar um resultado.

QUADRO 4.11
ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO PARA PERÍODO DE RETORNO DE 50 ANOS

SUB BACIA WALTER BRANDT											
ALTERNATIVA "B" - TR 50 ANOS											
ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA											
Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	CUSTOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		TIRE #NÚM!
1	-	-			-	37.333.876		-	-	37.333.876	(37.333.876)
2	317.357	1.583.736	19.392	384.097	2.304.582	-		39.809	-	39.809	2.264.773
3	317.357	1.583.736	19.392	384.097	2.304.582	-		39.809	-	39.809	2.264.773
4	317.357	1.583.736	19.392	384.097	2.304.582	-		39.809	-	39.809	2.264.773
5	317.357	1.583.736	19.392	384.097	2.304.582	-		39.809	-	39.809	2.264.773
6	317.357	1.583.736	19.392	384.097	2.304.582	-		39.809	-	39.809	2.264.773
7	317.357		19.392	67.350	404.099	-		39.809	-	39.809	364.289
8	317.357		19.392	67.350	404.099	-		39.809	-	39.809	364.289
9	317.357		19.392	67.350	404.099	-		39.809	-	39.809	364.289
10	317.357		19.392	67.350	404.099	-		39.809	-	39.809	364.289
11	317.357		19.392	67.350	404.099	-		39.809	-	39.809	364.289
12	317.357		19.392	67.350	404.099	-		39.809	-	39.809	364.289
13	317.357		19.392	67.350	404.099	-		39.809	-	39.809	364.289
14	317.357		19.392	67.350	404.099	-		39.809	-	39.809	364.289
15	317.357		19.392	67.350	404.099	-		39.809	-	39.809	364.289
16	317.357		19.392	67.350	404.099	-		39.809	-	39.809	364.289
17	317.357		19.392	67.350	404.099	-		39.809	-	39.809	364.289
18	317.357		19.392	67.350	404.099	-		39.809	-	39.809	364.289
19	317.357		19.392	67.350	404.099	-		39.809	-	39.809	364.289
20	317.357		19.392	67.350	404.099	-		39.809	-	39.809	364.289
21	317.357		19.392	67.350	404.099	-		39.809	-	39.809	364.289
22	317.357		19.392	67.350	404.099	-		39.809	-	39.809	364.289
23	317.357		19.392	67.350	404.099	-		39.809	-	39.809	364.289
24	317.357		19.392	67.350	404.099	-		39.809	-	39.809	364.289
25	317.357		19.392	67.350	404.099	-		39.809	-	39.809	364.289
VPL	2.470.406	5.709.015	150.954	1.666.075	9.996.450	37.333.876	-	309.888	-	37.643.764	(27.647.314)

*Inclui-se imprevistos de obras, administração e supervisão.

#NÚM! - Como a TIR é calculada por tentativa e erro (interpolações sucessivas para verificar qual taxa ZERA o VPL) a função não consegue localizar um resultado.

QUADRO 4.12
SÍNTESE DOS RESULTADOS – SELEÇÃO DO TEMPO DE RETORNO

TRs	Benefícios					Custo			Resultados		Índices		
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos	Benefício Total	Investimentos	O&M	Custo Total	VPL	TIR	VPL	Benefícios	Custos
5 ANOS	1.840.521,33	1.830.047,99	48.388,94	743.791,65	4.462.749,91	29.521.800,84	309.887,95	29.831.688,79	-25.368.938,88	#DIV/0!	1,00	1,00	1,00
10 ANOS	2.304.726,04	2.436.818,05	64.432,75	961.195,37	5.767.172,22	31.738.231,32	309.887,95	32.048.119,27	-26.280.947,05	#NÚM!	1,04	1,29	1,07
25 ANOS	2.410.463,20	4.203.965,42	111.158,51	1.345.117,43	8.070.704,56	35.022.663,87	309.887,95	35.332.551,82	-27.261.847,26	#NÚM!	1,07	1,81	1,18
50 ANOS	2.470.405,99	5.709.014,78	150.954,05	1.666.074,96	9.996.449,79	37.333.876,07	309.887,95	37.643.764,02	-27.647.314,23	#NÚM!	1,09	2,24	1,26
Escolha Econômica													

#NÚM! - Como a TIR é calculada por tentativa e erro (interpolações sucessivas para verificar qual taxa ZERA o VPL) a função não consegue localizar um resultado.

#DIV/O! - Idem, mas neste caso, a fórmula encontra um divisor zero.

5. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

5.1 MODELAGEM DAS SIMULAÇÕES

As simulações têm por objetivo principal analisar as alternativas de investimento em condições de risco, sendo este um procedimento de cunho probabilístico, ao contrário da metodologia tradicional, em que os valores são determinísticos e não existe a consideração do risco nas projeções. Para isto, o modelo simula valores diferentes nas seguintes variáveis de entrada do modelo base:

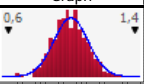

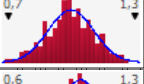
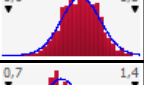
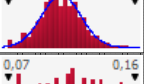
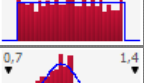
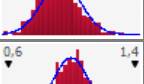
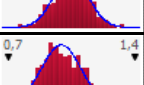

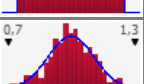
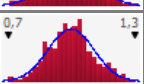
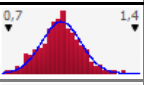
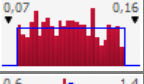

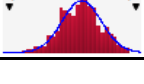
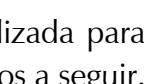
- a) Custos de investimentos;
- b) Taxa de oportunidade do capital;
- c) Benefícios por danos evitados e
- d) Benefícios por valorização imobiliária.

Estes valores foram submetidos à simulação aleatória pelo método Monte Carlo, o qual é um processo que gera numerosos cenários aleatórios alterando o valor das variáveis selecionadas simultaneamente de forma que os valores de saída do VPL e TIR estejam dentro de um intervalo de confiança, segundo probabilidades de ocorrência.

No processo de modelagem foi utilizado o software Palisade @Risk 5.0 for Excel, construído para realizar 500 simulações aleatórias para cada variável de entrada, obtendo-se ao final 500 valores para as variáveis de saída, o que possibilitou a construção de uma distribuição de frequência para cada variável analisada.

O Quadro 5.1 apresenta a síntese dos parâmetros de entrada do modelo utilizado para simulação de acordo com os respectivos tempos de retorno na sub-bacia do rio Walter Brandt.

QUADRO 5.1
SÍNTESE DE PARÂMETROS DA SIMULAÇÃO PARA TRS 5, 10, 25 E 50 ANOS

@RISK Input Results									
Performed By: Luiz Cláudio Faria									
Date: quinta-feira, 18 de novembro de 2010 19:13:56									
	Name	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
TR 5 ANOS	Benefícios Valorizacao Imobiliária	B11		,68084	,99481	1,30909	,83929	1,15147	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		,08000	0,11546	0,149989	,08419	0,1459496	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,71361	,99687	1,25451	,82365	1,15503	0
	Custos de Investimentos	B15		,69695	1,00206	1,27266	,85260	1,15275	0
TR 10 ANOS	Benefícios Valorizacao Imobiliária	B11		,72815	,99977	1,34499	,82375	1,17452	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		,08004	0,1143429	0,1499038	,08271	0,1466045	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,70464	,99549	1,32511	,84461	1,15877	0
	Custos de Investimentos	B15		,69682	1,00321	1,31570	,84175	1,16220	0
TR 25 ANOS	Benefícios Valorizacao Imobiliária	B11		,73440	1,00419	1,33143	,84502	1,16878	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		,08010	0,1143268	0,1499817	,08280	0,1461195	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,73320	1,00432	1,29159	,83002	1,16024	0
	Custos de Investimentos	B15		,72783	1,00411	1,28861	,85573	1,17348	0
TR 50 ANOS	Benefícios Valorizacao Imobiliária	B11		,71760	,99630	1,33291	,82098	1,16241	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		,08009	0,1136548	0,1499912	,08336	0,1450267	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,68833	1,00028	1,31447	,82962	1,16531	0
	Custos de Investimentos	B15		,69559	,99519	1,24816	,82826	1,15945	0

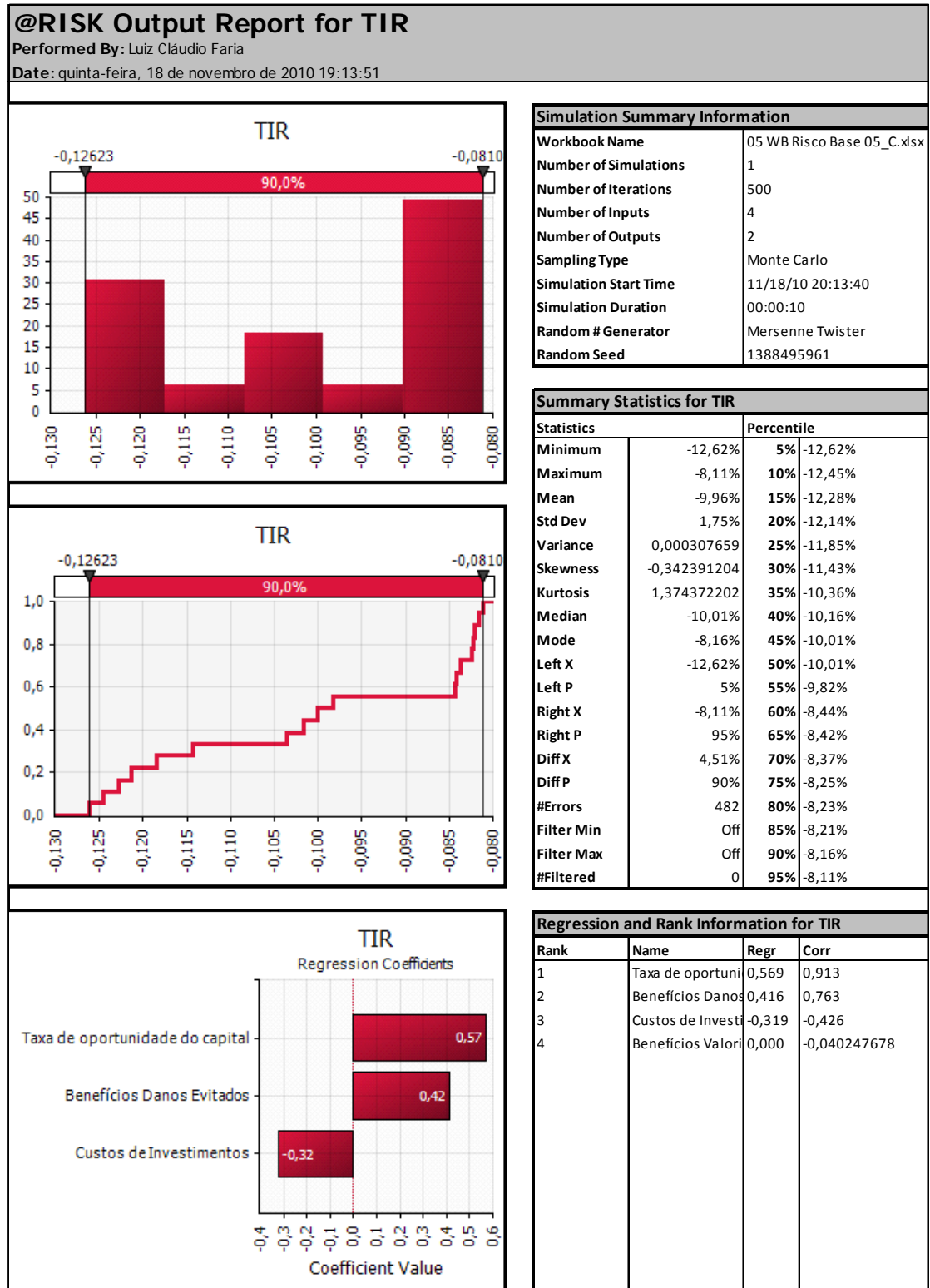
A análise de risco foi realizada para os tempos de recorrência de 5, 10, 25 e 50 anos e seus resultados são apresentados a seguir.

5.1.1 Análise de Risco para Período de Retorno de 5 Anos

Os Quadros 5.2 e 5.3 apresentam os efeitos das simulações realizadas nos resultados da TIR e do VPL para o dimensionamento com período de retorno de 5 anos.

QUADRO 5.2

TIR – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR 5 ANOS



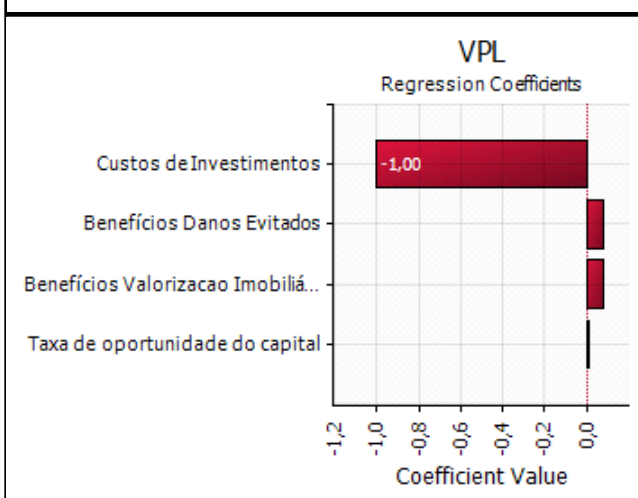
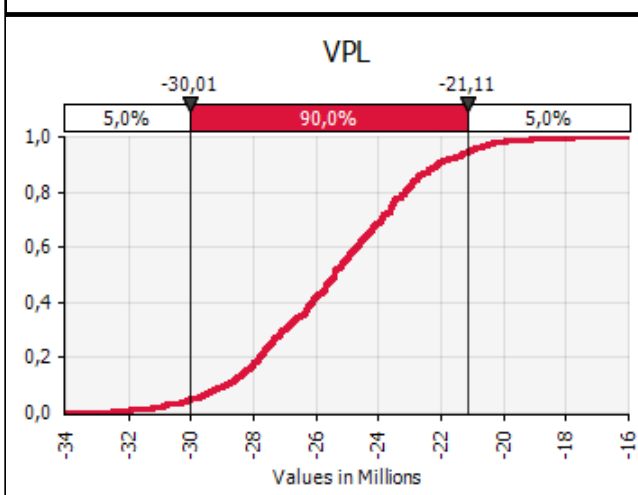
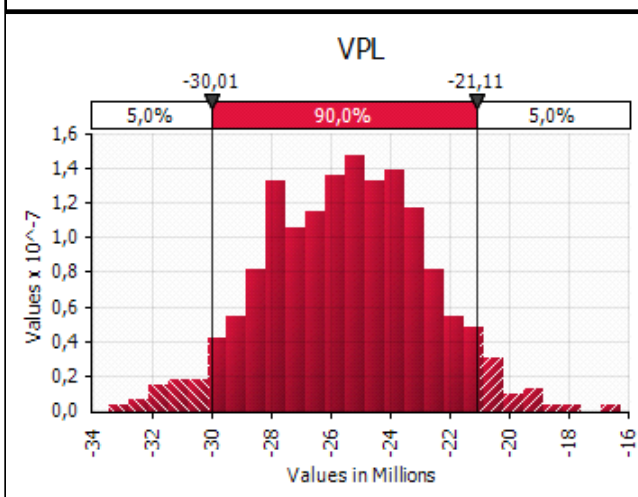
QUADRO 5.3

VPL – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR DE 10 ANOS

@RISK Output Report for VPL

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: quinta-feira, 18 de novembro de 2010 19:13:54



Simulation Summary Information

Workbook Name	05 WB Risco Base 05_C.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	11/18/10 20:13:40
Simulation Duration	00:00:10
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1388495961

Summary Statistics for VPL

Statistics		Percentile	
Minimum	(33.464.628)	5%	(30.012.393)
Maximum	(16.219.208)	10%	(28.913.462)
Mean	(25.460.719)	15%	(28.281.231)
Std Dev	2.711.349	20%	(27.817.464)
Variance	7,35142E+12	25%	(27.441.778)
Skewness	-0,003676432	30%	(27.064.977)
Kurtosis	2,948812284	35%	(26.490.172)
Median	(25.414.260)	40%	(26.123.209)
Mode	(25.404.465)	45%	(25.697.607)
Left X	(30.012.393)	50%	(25.414.260)
Left P	5%	55%	(25.066.141)
Right X	(21.107.407)	60%	(24.716.603)
Right P	95%	65%	(24.296.026)
Diff X	8.904.986	70%	(23.907.049)
Diff P	90%	75%	(23.569.100)
#Errors	0	80%	(23.126.778)
Filter Min	Off	85%	(22.769.326)
Filter Max	Off	90%	(22.109.112)
#Filtered	0	95%	(21.107.407)

Regression and Rank Information for VPL

Rank	Name	Regr	Corr
1	Custos de Investimentos	-1,002	-0,993
2	Benefícios Danos Evitados	0,081	0,029
3	Benefícios Valorização Imobiliária	0,077	0,023
4	Taxa de oportunidade do capital	0,014	-0,075

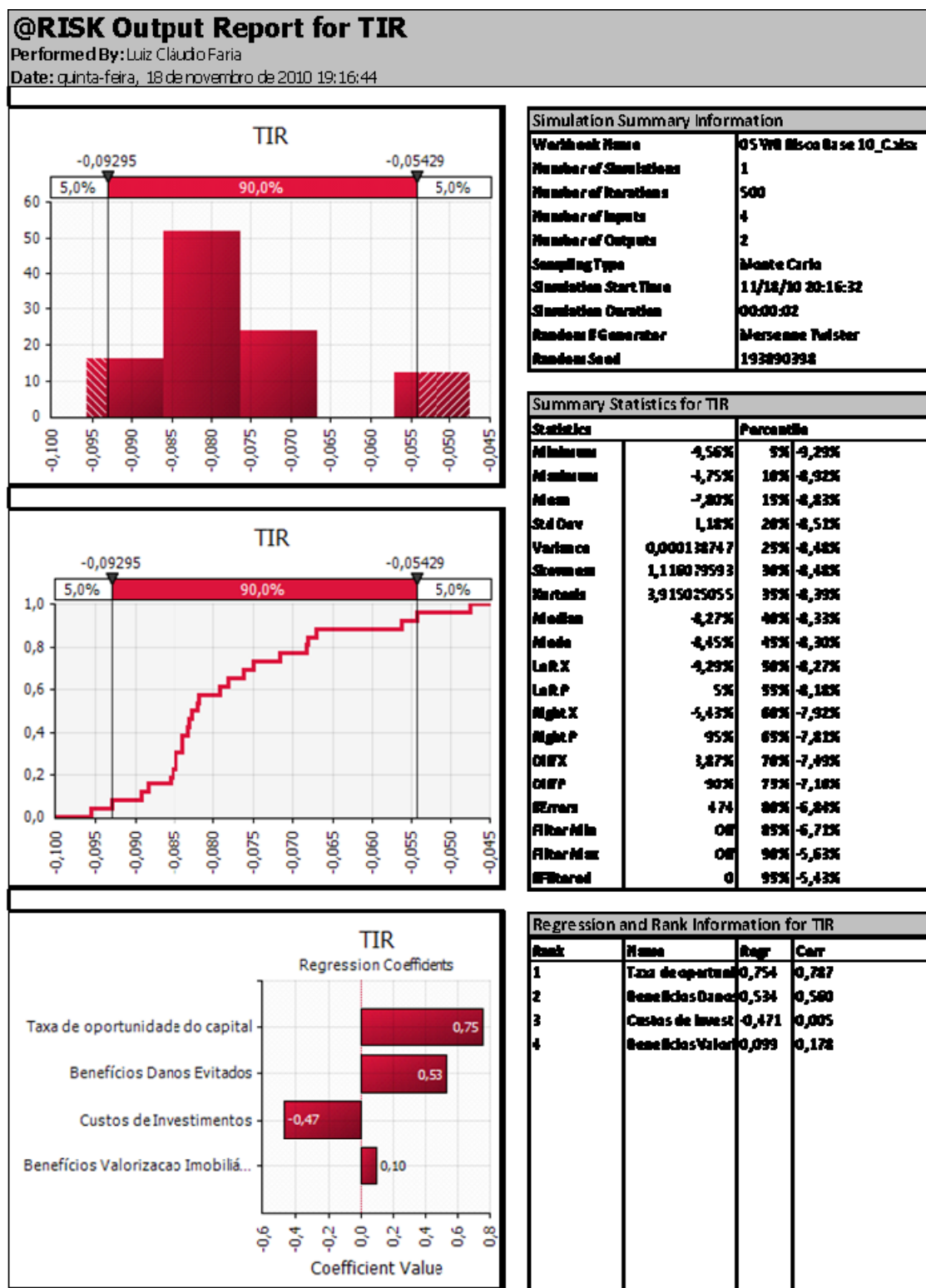
Com base nos quadros acima pode-se afirmar que o modelo é bastante sensível às variações nos custos de investimentos, como pode ser observado nos gráficos de regressões. Observa-se ainda que as variações nos benefícios também apresentam elevado grau de influência nos resultados do VPL e da TIR, enquanto que as variações na taxa de desconto do fluxo de caixa são relevantes apenas no modelo para a TIR.

Os Quadros 5.2 e 5.3 indicam ainda que há uma probabilidade de 90% de ter um VPL positivo entre -30,01 milhões e -21,11 milhões. Para a TIR existe uma probabilidade de 90% de estar entre -12,62% e -8,11%.

5.1.2 Análise de Risco para Período de Retorno de 10 Anos

Os Quadros 5.4 e 5.5 apresentam os resultados das simulações da TIR e do VPL para o dimensionamento com período de retorno de 10 anos.

QUADRO 5.4
TIR – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR 10 ANOS



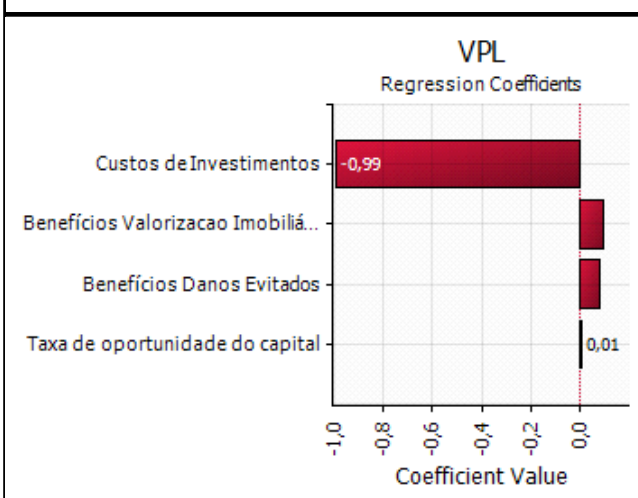
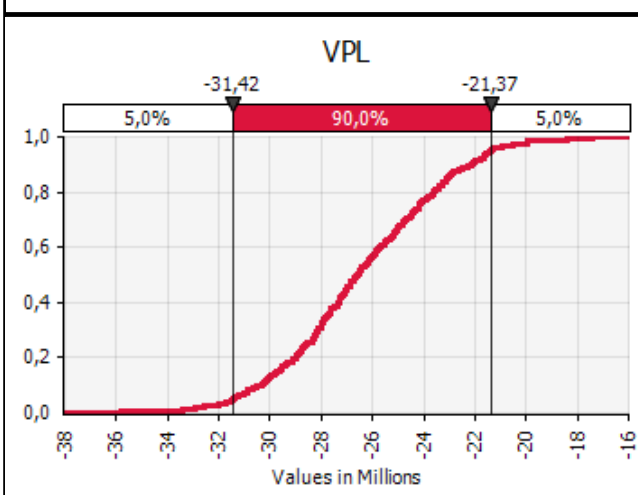
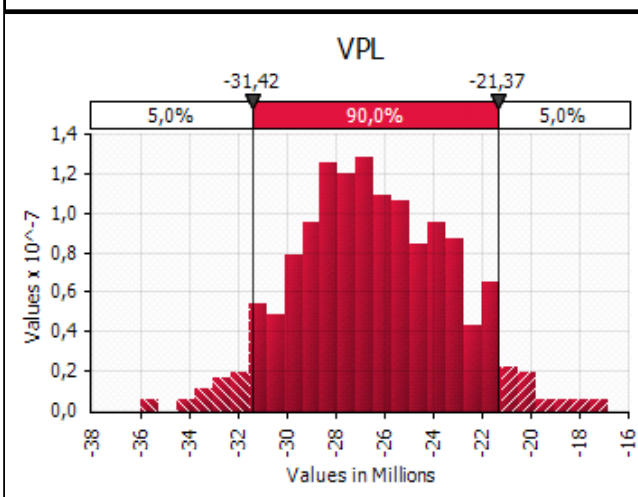
QUADRO 5.5

VPL – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR DE 10 ANOS

@RISK Output Report for VPL

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: quinta-feira, 18 de novembro de 2010 19:16:47



Simulation Summary Information

Workbook Name	05 WB Risco Base 10_C.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	11/18/10 20:16:32
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	193890398

Summary Statistics for VPL

Statistics		Percentile	
Minimum	(35.995.276)	5%	(31.421.582)
Maximum	(16.851.425)	10%	(30.432.060)
Mean	(26.409.210)	15%	(29.708.147)
Std Dev	3.161.979	20%	(29.003.081)
Variance	9,99811E+12	25%	(28.570.744)
Skewness	0,075538331	30%	(28.130.374)
Kurtosis	2,899618551	35%	(27.786.510)
Median	(26.591.296)	40%	(27.316.328)
Mode	(27.304.050)	45%	(26.993.782)
Left X	(31.421.582)	50%	(26.591.296)
Left P	5%	55%	(26.164.554)
Right X	(21.367.273)	60%	(25.697.489)
Right P	95%	65%	(25.165.726)
Diff X	10.054.309	70%	(24.710.323)
Diff P	90%	75%	(24.172.298)
#Errors	0	80%	(23.624.665)
Filter Min	Off	85%	(23.089.307)
Filter Max	Off	90%	(22.124.677)
#Filtered	0	95%	(21.367.273)

Regression and Rank Information for VPL

Rank	Name	Regr	Corr
1	Custos de Investimento	-0,991	-0,991
2	Benefícios Valorização Imobiliária	0,095	0,058
3	Benefícios Danos Evitados	0,084	0,164
4	Taxa de oportunidade do capital	0,011	-0,027

Com base nos quadros acima pode-se afirmar que o modelo da TIR é mais sensível a variações nos custos de investimentos, enquanto o modelo do VPL é mais sensível a variações nos benefícios por valorização imobiliária. A taxa de desconto do fluxo de caixa afeta mais o modelo da TIR do que o modelo do VPL.

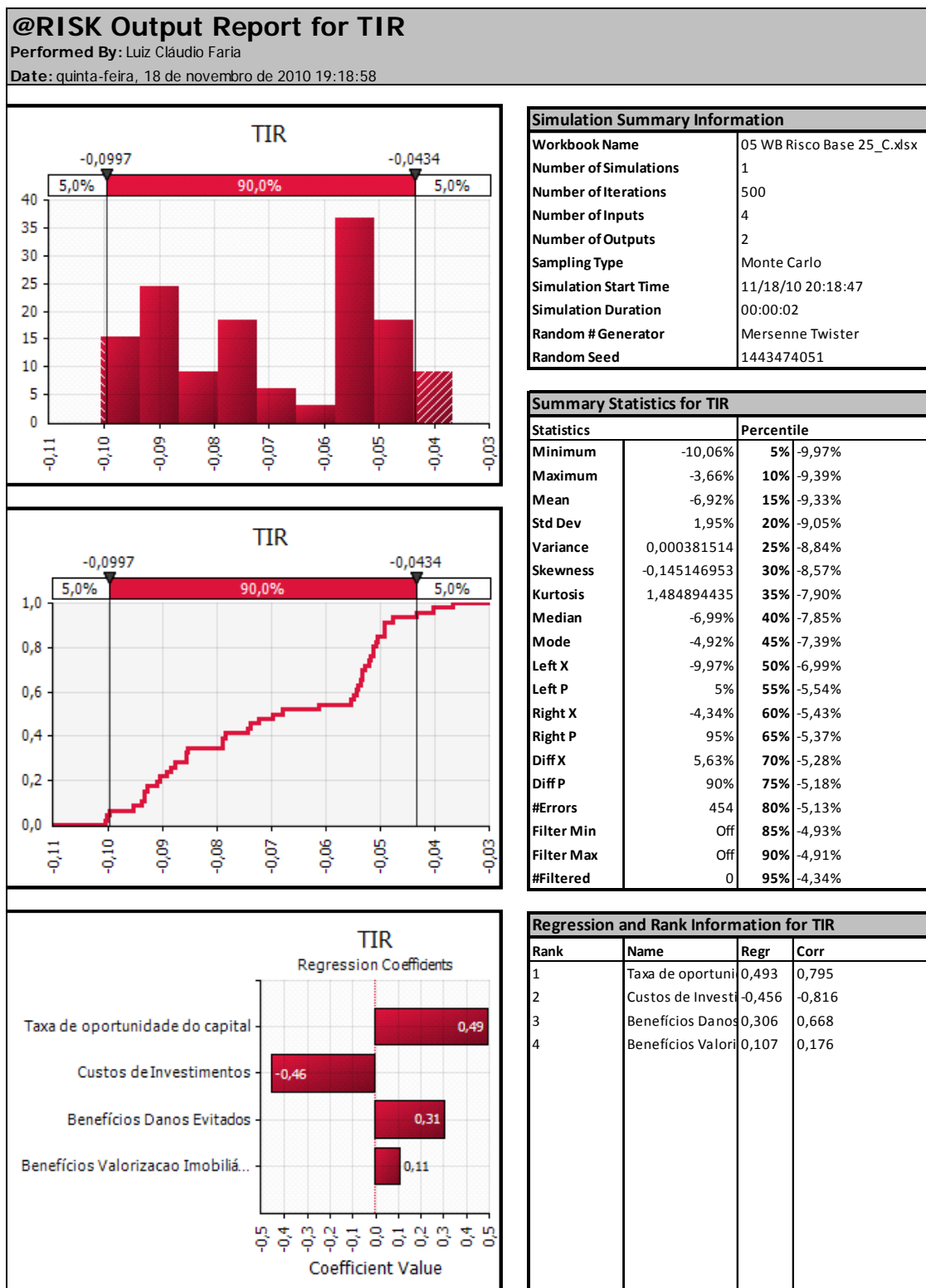
Os Quadros 5.4 e 5.5 indicam ainda que há uma probabilidade de 90% de ter um VPL positivo entre -31,42 milhões e -21,37 milhões. Para a TIR existe uma probabilidade de 90% de estar entre -9,29% e 5,43%.

5.1.3 Análise de Risco para Período de Retorno de 25 Anos

Os Quadros 5.6 e 5.7 apresentam os resultados das simulações da TIR e do VPL para o dimensionamento com período de retorno de 25 anos.

QUADRO 5.6

TIR – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR 25 ANOS



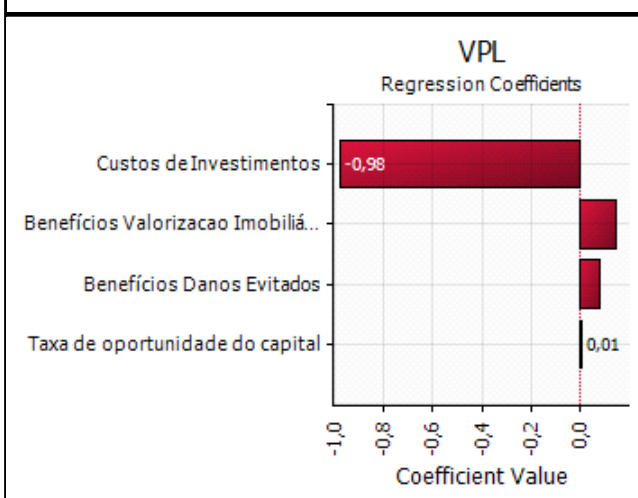
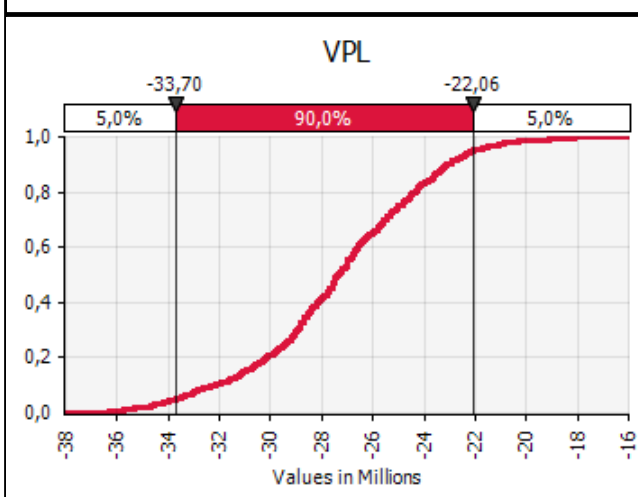
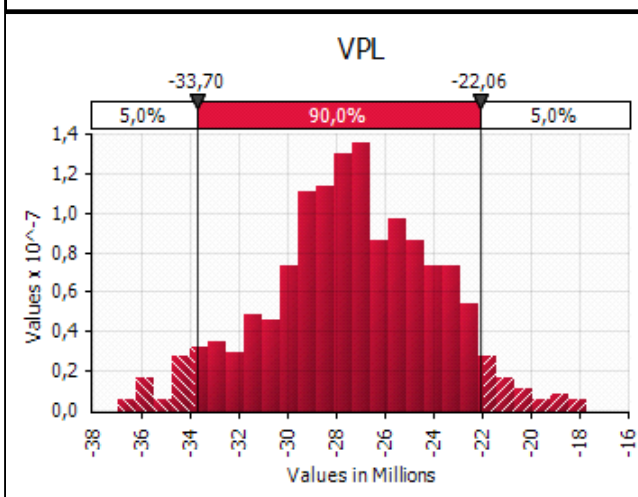
QUADRO 5.7

VPL – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR DE 25 ANOS

@RISK Output Report for VPL

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: quinta-feira, 18 de novembro de 2010 19:19:01



Simulation Summary Information

Workbook Name	05 WB Risco Base 25_C.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	11/18/10 20:18:47
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1443474051

Summary Statistics for VPL

Statistics		Percentile	
Minimum	(36.975.473)	5%	(33.698.786)
Maximum	(17.725.213)	10%	(32.202.855)
Mean	(27.382.167)	15%	(31.020.655)
Std Dev	3.484.675	20%	(30.175.070)
Variance	1,2143E+13	25%	(29.459.497)
Skewness	-0,146960636	30%	(28.967.857)
Kurtosis	2,924839443	35%	(28.582.591)
Median	(27.322.777)	40%	(28.121.377)
Mode	(26.981.187)	45%	(27.702.043)
Left X	(33.698.786)	50%	(27.322.777)
Left P	5%	55%	(26.971.865)
Right X	(22.063.922)	60%	(26.603.479)
Right P	95%	65%	(26.021.671)
Diff X	11.634.863	70%	(25.544.595)
Diff P	90%	75%	(24.997.508)
#Errors	0	80%	(24.383.690)
Filter Min	Off	85%	(23.679.960)
Filter Max	Off	90%	(23.102.254)
#Filtered	0	95%	(22.063.922)

Regression and Rank Information for VPL

Rank	Name	Regr	Corr
1	Custos de Investimento	-0,977	-0,983
2	Benefícios Valorização Imobiliária	0,150	0,192
3	Benefícios Danos Evitados	0,081	0,062
4	Taxa de oportunidade do capital	0,007	0,084

Com base nos quadros apresentados anteriormente acima pode-se observar que o modelo do VPL é mais sensível a variações na taxa de desconto do fluxo de caixa, enquanto o modelo do VPL reage mais acentuadamente a partir de variações nos benefícios.

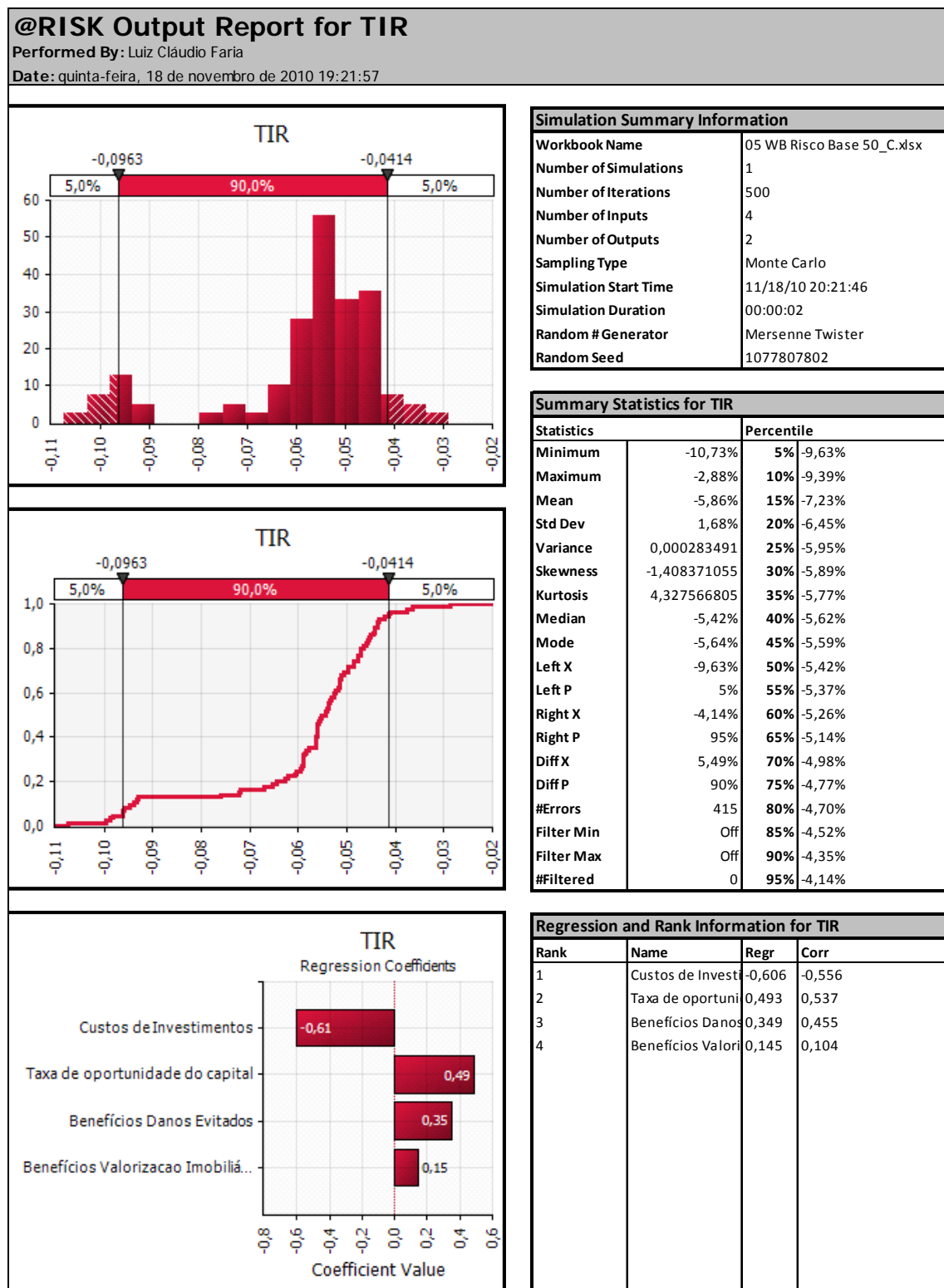
Os Quadros 5.6 e 5.7 indicam ainda que há uma probabilidade de 90% de ter um VPL positivo entre -33,70 milhões e -28,06 milhões. Para a TIR existe uma probabilidade de 90% de estar entre -9,97% e -4,34%.

5.1.4 Análise de Risco para Período de Retorno de 50 Anos

Os Quadros 5.8 e 5.9 apresentam os resultados das simulações da TIR e do VPL para o dimensionamento com período de retorno de 50 anos.

QUADRO 5.8

TIR – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR 50 ANOS



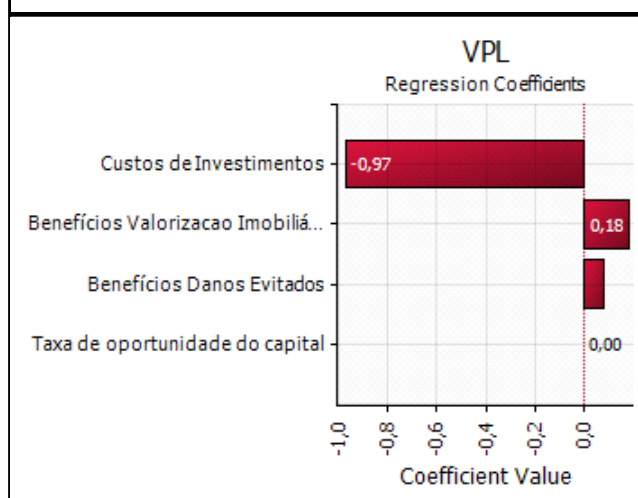
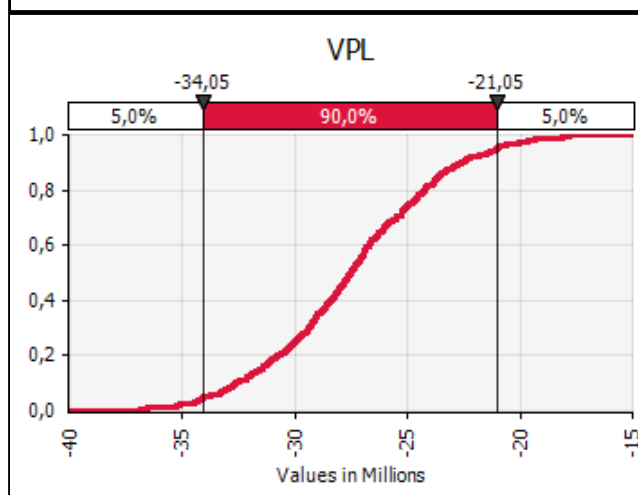
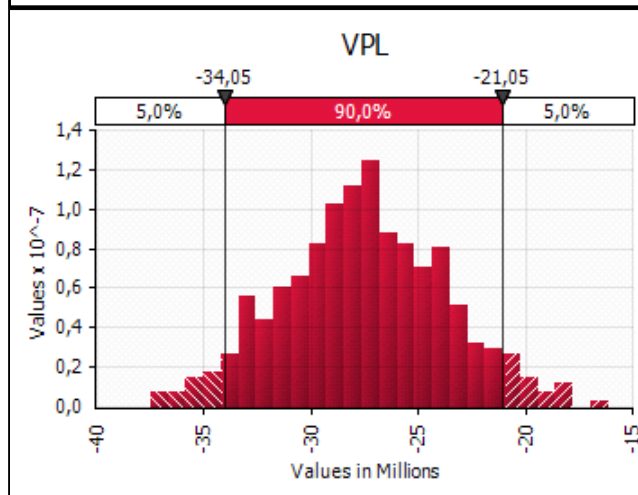
QUADRO 5.9

VPL – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR DE 50 ANOS

@RISK Output Report for VPL

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: quinta-feira, 18 de novembro de 2010 19:22:01



Simulation Summary Information

Workbook Name	05 WB Risco Base 50_C.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	11/18/10 20:21:46
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1077807802

Summary Statistics for VPL

Statistics		Percentile	
Minimum	(37.487.673)	5%	(34.050.741)
Maximum	(16.116.825)	10%	(32.664.427)
Mean	(27.500.267)	15%	(31.590.137)
Std Dev	3.816.465	20%	(30.782.180)
Variance	1,45654E+13	25%	(30.040.478)
Skewness	0,061570698	30%	(29.391.934)
Kurtosis	2,842969956	35%	(28.999.964)
Median	(27.496.750)	40%	(28.418.918)
Mode	(26.675.357)	45%	(27.946.326)
Left X	(34.050.741)	50%	(27.496.750)
Left P	5%	55%	(27.094.685)
Right X	(21.046.059)	60%	(26.720.331)
Right P	95%	65%	(26.156.548)
Diff X	13.004.681	70%	(25.525.129)
Diff P	90%	75%	(24.932.594)
#Errors	0	80%	(24.248.822)
Filter Min	Off	85%	(23.647.894)
Filter Max	Off	90%	(22.614.021)
#Filtered	0	95%	(21.046.059)

Regression and Rank Information for VPL

Rank	Name	Regr	Corr
1	Custos de Investi	-0,973	-0,976
2	Benefícios Valori	0,182	0,204
3	Benefícios Danos	0,079	0,104
4	Taxa de oportuni	0,005	0,075

Com base nos quadros acima pode-se observar que o modelo do VPL é mais sensível a variações nos custos de investimentos, enquanto o modelo do VPL reage melhor com variações nos benefícios por valorização imobiliária.

Os Quadros 5.8 e 5.9 indicam ainda que há uma probabilidade de 90% de ter um VPL positivo entre -34,05 milhões e -21,04 milhões. Para a TIR existe uma probabilidade de 90% de estar entre -9,63% e -4,14%.

5.1.5 Conclusões da Análise de Risco

O Quadro 5.10 apresenta a síntese dos resultados para TIR e VPL para os tempos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos de acordo com as simulações realizadas.

QUADRO 5.10

SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TIR E VPL POR PERÍODO DE RETORNO

SINTESE DA TABELA DE RISCO PARA O PERÍODO DE 5 ANOS


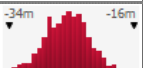






SINTESE DA TABELA DE RISCO PARA O PERÍODO DE 10 ANOS

SINTESE DA TABELA DE RISCO PARA O PERÍODO DE 25 ANOS

SINTESE DA TABELA DE RISCO PARA O PERÍODO DE 50 ANOS

@RISK Output Results

Performed By: Luiz Cláudio Faria
Date: quinta-feira, 18 de novembro de 2010 19:13:58

	Name	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
TR 5 ANOS	TIR	N11		-12,62%	-9,96%	-8,11%	-12,62%	-8,11%	482
	VPL	N37		(33.464.630)	(25.460.720)	(16.219.210)	(30.012.390)	(21.107.410)	0
TR 10 ANOS	TIR	N11		-9,56%	-7,80%	-4,75%	-9,29%	-5,43%	474
	VPL	N37		(35.995.280)	(26.409.210)	(16.851.430)	(31.421.580)	(21.367.270)	0
TR 25 ANOS	TIR	N11		-10,06%	-6,92%	-3,66%	-9,97%	-4,34%	454
	VPL	N37		(36.975.470)	(27.382.170)	(17.725.210)	(33.698.780)	(22.063.920)	0
TR 50 ANOS	TIR	N11		-10,73%	-5,86%	-2,88%	-9,63%	-4,14%	415
	VPL	N37		(37.487.670)	(27.500.270)	(16.116.830)	(34.050.740)	(21.046.060)	0

Pode-se verificar que os resultados das análises de sensibilidade reforçam as fragilidades das alternativas com relação aos indicadores TIR, VPL e Relação Benefício/Custo. Isto ocorre em função dos elevados custos das alternativas aliados a benefícios relativamente baixos, uma vez que há um padrão que fica entre 0,14 e 0,27 unidades de benefícios para cada unidade de custo. A estrutura de custos das alternativas são muito penalizadas pelos gastos com desapropriações, representando mais de 20% dos orçamentos previstos.

6. DETALHAMENTO DA ALTERNATIVA SELECIONADA

6.1 DESCRIÇÃO DA ALTERNATIVA

Conforme apresentado nos itens 2.3.2 e 2.4.2 a alternativa B privilegiou a derivação da vazão através de galerias *By-Pass* com o intuito de minimizar os impactos nas desapropriações no entorno do canal natural.

A alternativa selecionada, conforme descrito nos itens 3 e 4, corresponde a alternativa B para um período de retorno de 10 anos.

O desenho 951-PMJ-PDC-A3-P1005 apresenta as características das obras a serem implantadas na sub-bacia do rio Walter Brandt, as quais estão resumidas no Quadro 6.1.

QUADRO 6.1

SUB-BACIA DO RIO WALTER BRANDT – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS PROPOSTAS

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>
CA-WB-G01	Galeria <i>By-Pass</i> Walter Brandt	Galeria	2,50x2,00x854,00
CA-WB-G02	Rua Adriano Schondermark	Galeria	4,00x2,20x16,00
Canal Walter Brandt		Canal	5,00x2,50x551,00
Canal Walter Brandt em “U”		Canal	5,00x3,50x666,00

Obs: Os dispositivos existentes avaliados serão mantidos na solução proposta, exceto os dispositivos 1 e 2 que serão removidos.

A galeria *By-Pass* tem início na rua da Albatroz e segue sob a rua Dona Elza Meinert, Rua Geny Peixer, Rua Abdon Sena, Rua Martimiano Cercal e Rua Comandante Telles de Mendonça até o rio Walter Brandt a jusante da rua Guilherme.

6.2 DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO

A modelagem hidrológica da sub-bacia do rio Walter Brandt foi realizada durante a elaboração dos estudos de diagnóstico e prognóstico da bacia do rio Cachoeira e apresentada no Relatório R3 - Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico. Para o estudos das alternativas foram realizadas novas simulações incluindo estruturas de reservação.

A Figura 6.1 apresenta os hidrogramas de cheia efluentes das junções do modelo hidrológico para o período de retorno de 10 anos. Os valores máximos dos hidrogramas em cada uma das junções estão apresentados no Quadro 6.2.

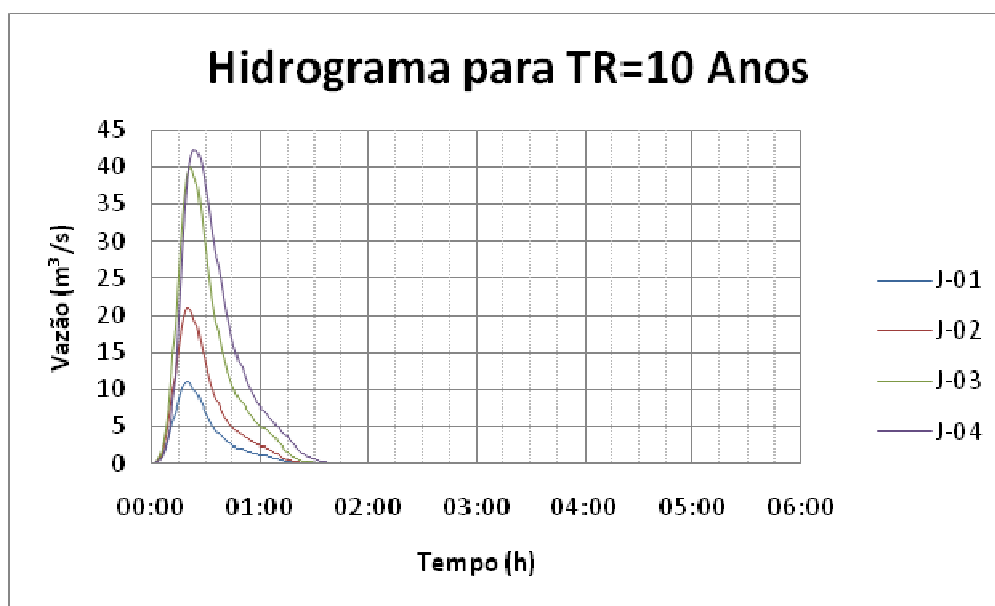


Figura 6.1 – Hidrograma das Junções para Período de Retorno de 10 Anos.

QUADRO 6.1

VAZÕES DE PROJETO EM CADA TRECHO

Propagação/ Trecho	Junção	Área de Drenagem (km²)	TR=25 Anos
			Vazão (m³/s)
P-01	J-01	0,39	11,08
P-02	J-02	0,74	21,07
P-03	J-03	1,43	39,58
Rio Cachoeira	J-04	1,79	43,43

6.3 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

O dimensionamento hidráulico dos canais, galerias e pontes que integram a rede de macrodrenagem da sub-bacia do rio Walter Brandt foi feito utilizando o programa HEC-RAS. O dimensionamento foi realizado conforme metodologia apresentada no Volume 1 do Relatório R5/R6/R8, considerando as vazões de pico definidas a partir do modelo hidrológico para cada trecho de canal.

As Figuras 6.2 e 6.3 apresentam as vazões de pico ao longo do rio Walter Brandt e do By-Pass, respectivamente.

O dimensionamento do sistema de drenagem da alternativa selecionada foi realizado utilizando como condição de contorno o nível de 6,00m (IBGE). As Figuras 6.4 e 6.6 apresentam os níveis da água para a simulação hidráulica, enquanto as Figuras 6.5 e 6.7 apresentam os perfis de velocidades ao longo do rio Walter Bandt e do By-Pass.

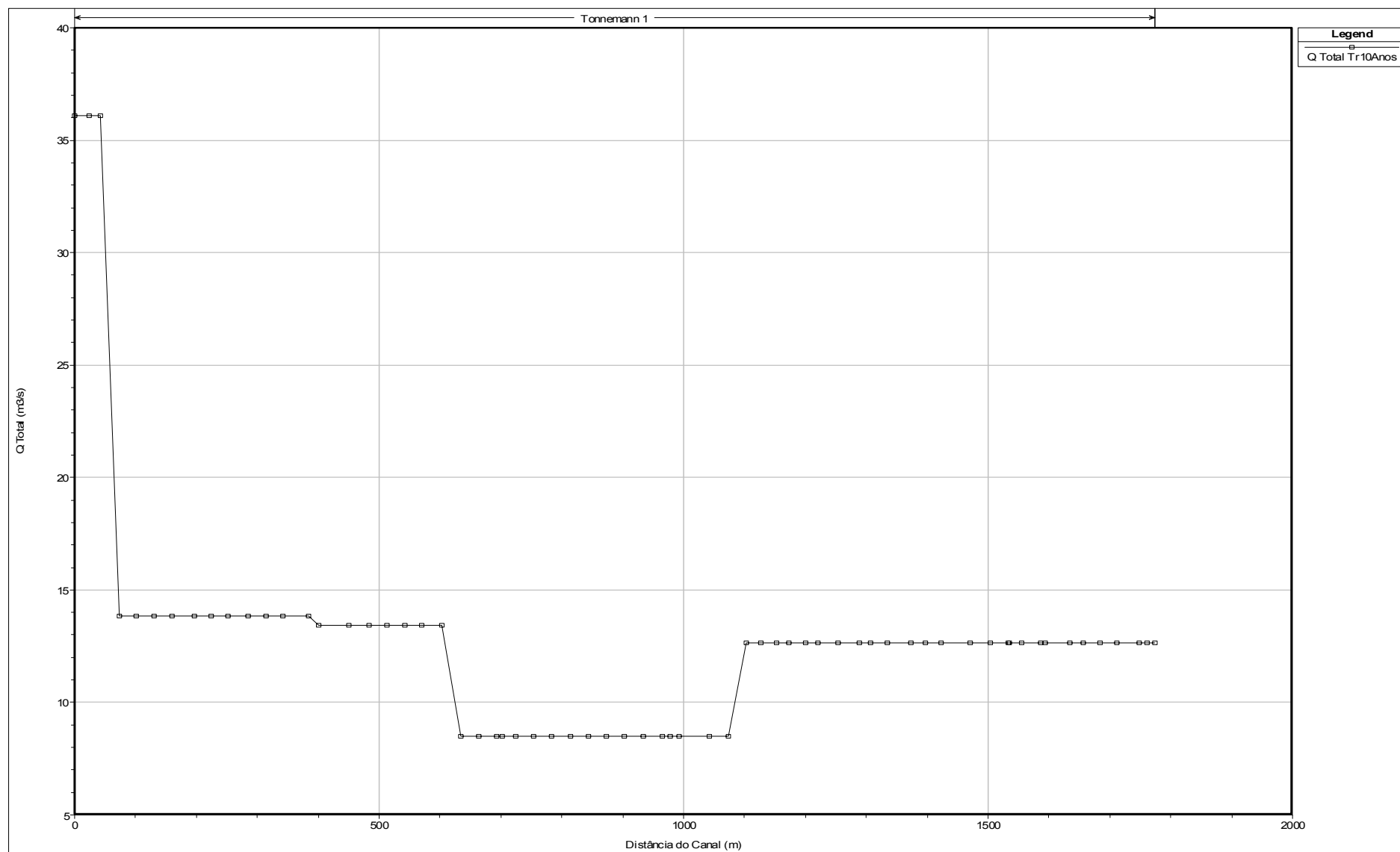


Figura 6.1 – Perfil das Vazões de Dimensionamento do Rio Walter Brandt para o esquema de obras com TR=10 Anos.

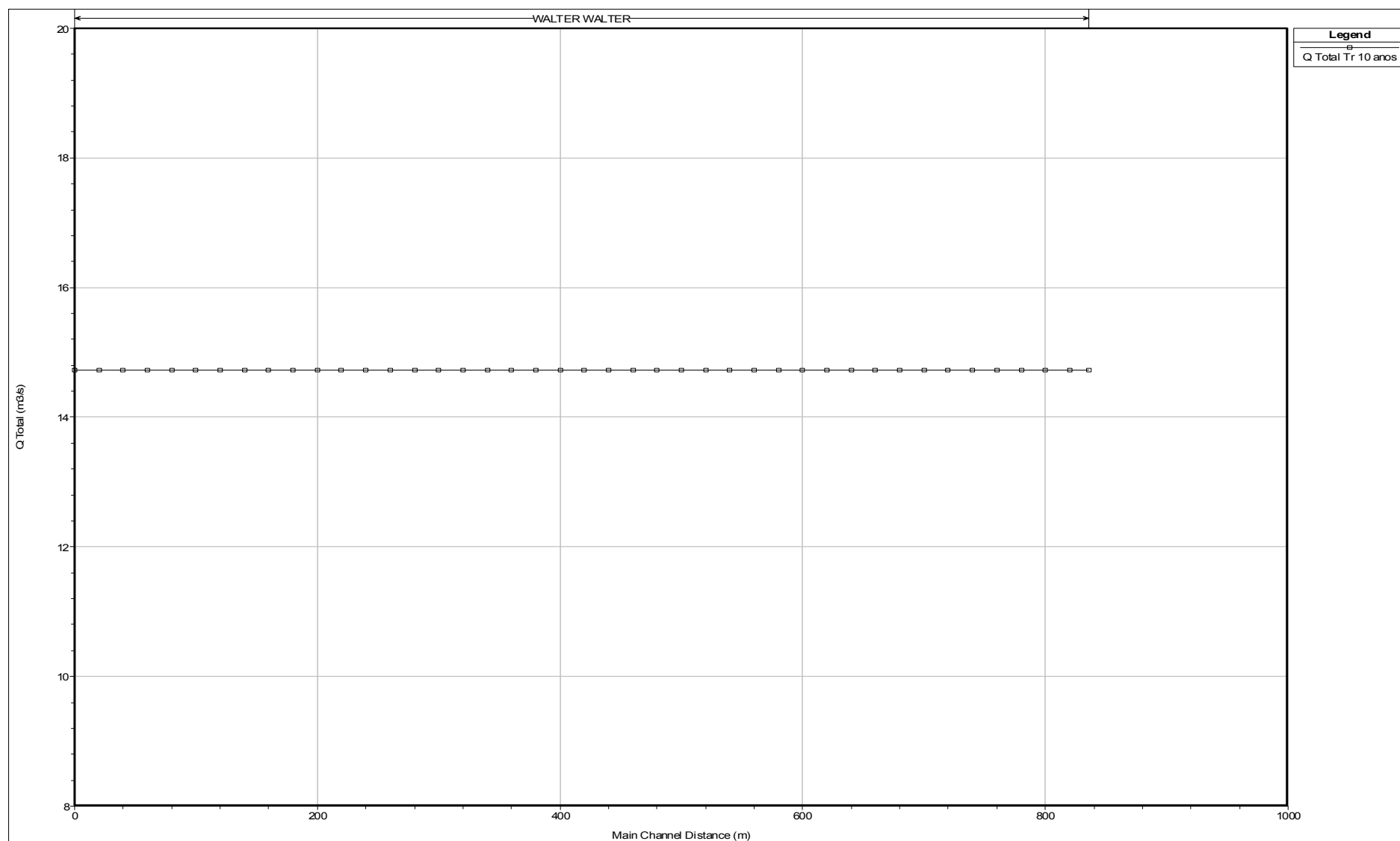


Figura 6.2 – Perfil das Vazões de Dimensionamento do By-Pass para o esquema de obras com TR=10 Anos.

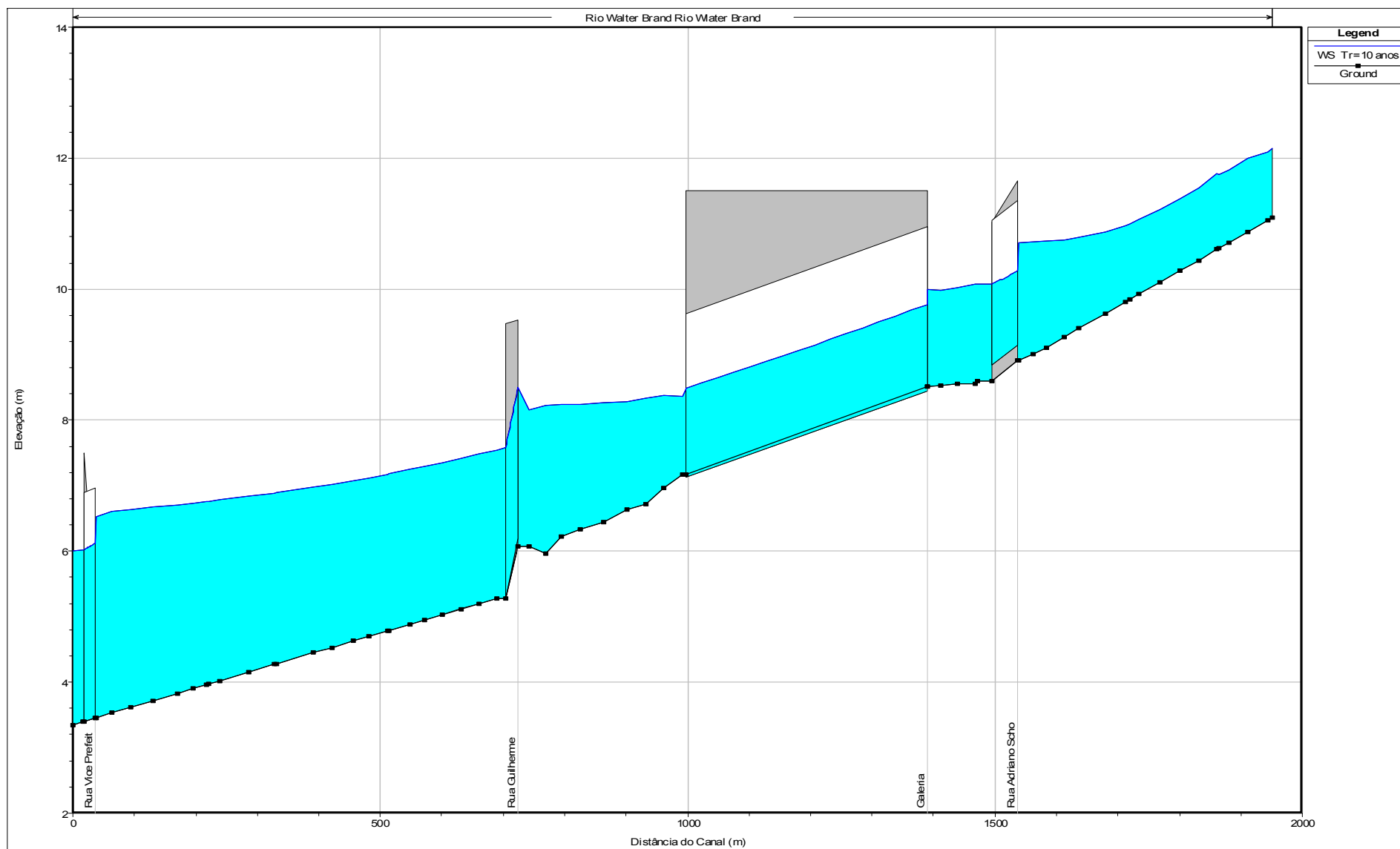


Figura 6.3 – Perfil do N.A. do Rio Walter Brandt para o esquema de obras com TR=10 Anos.

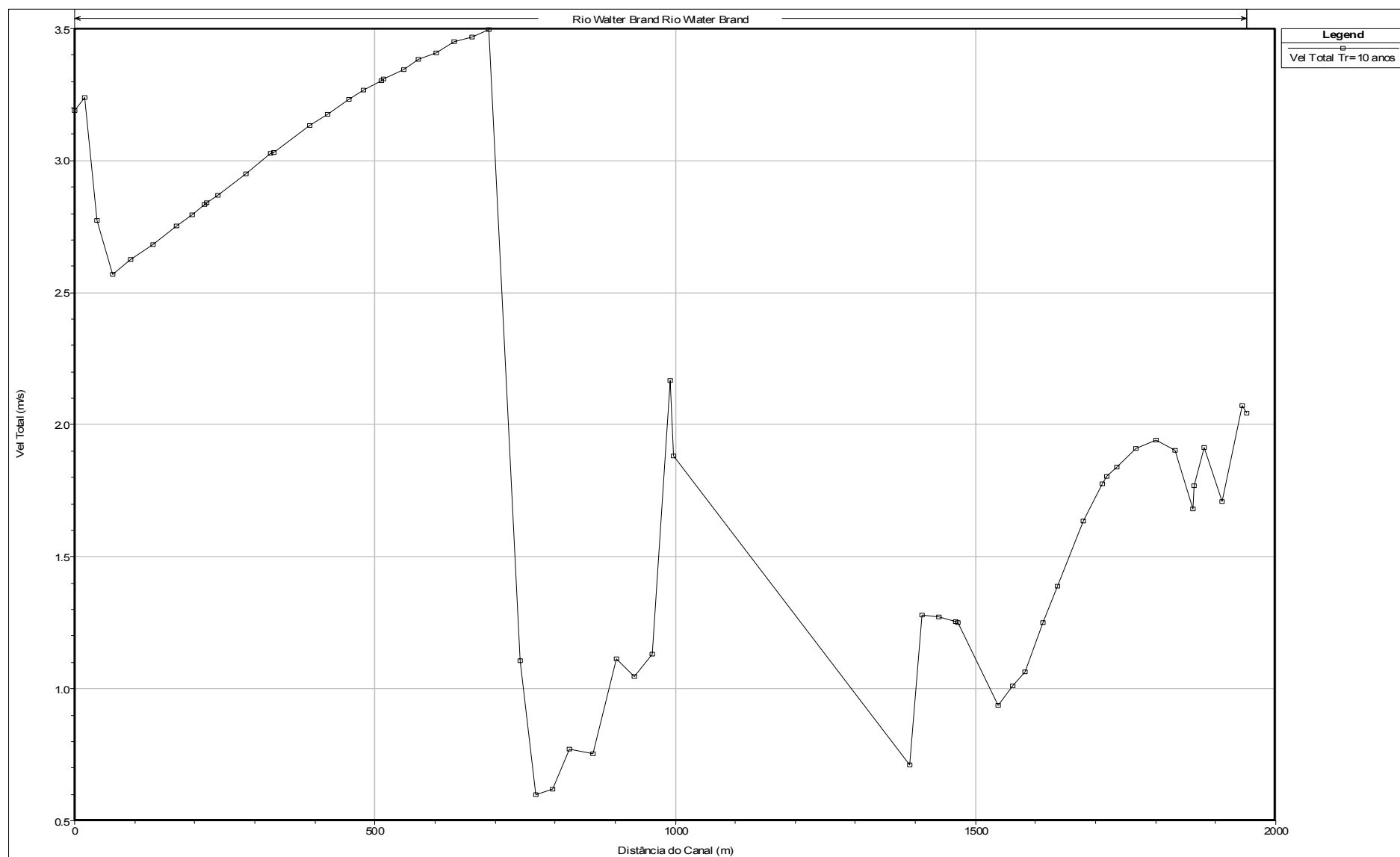


Figura 6.4 – Perfil de Velocidades do Rio Walter Brandt para o esquema de obras com TR=10 Anos.

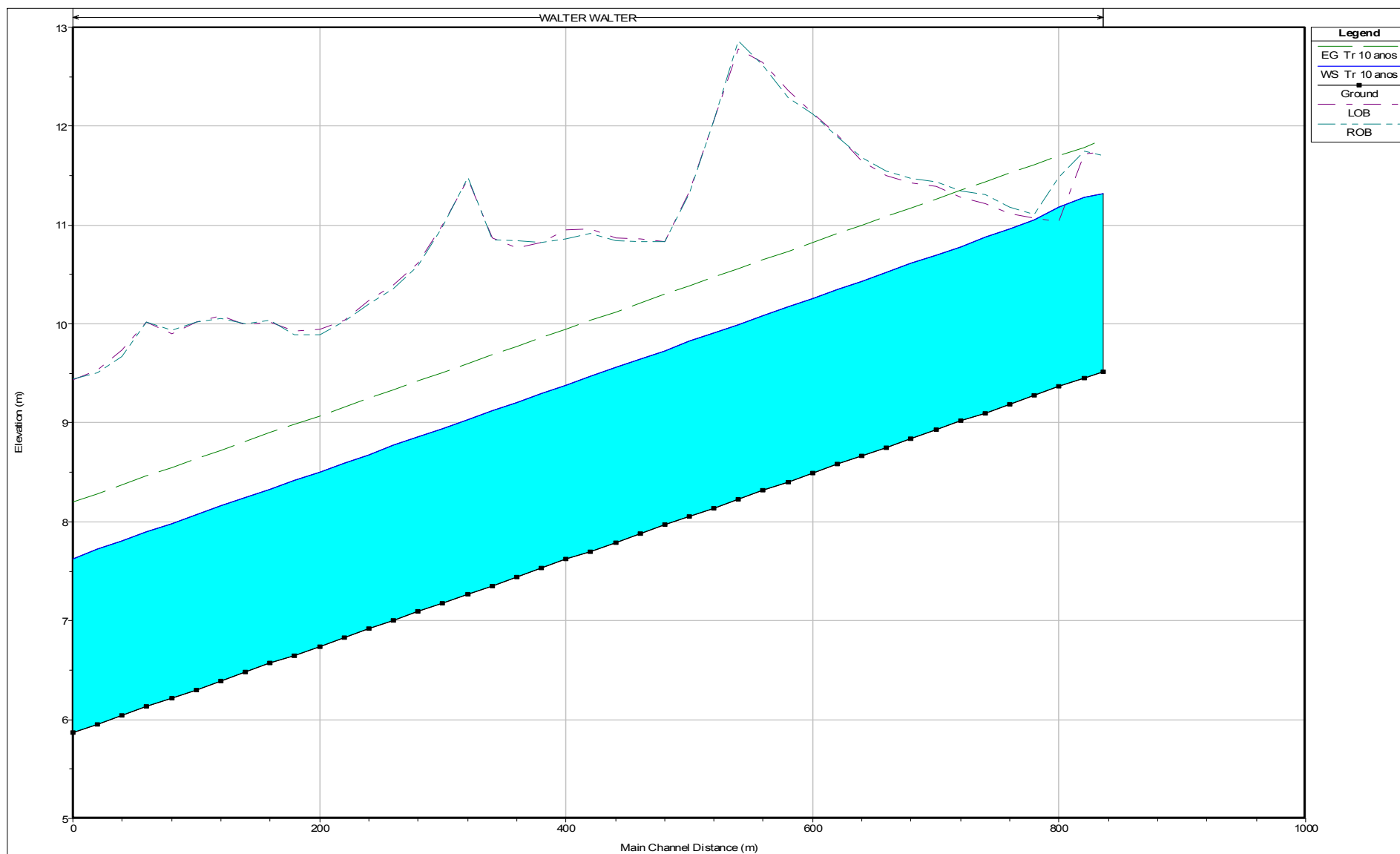


Figura 6.5 – Perfil do N.A. do By-Pass para o esquema de obras com TR=10 Anos.

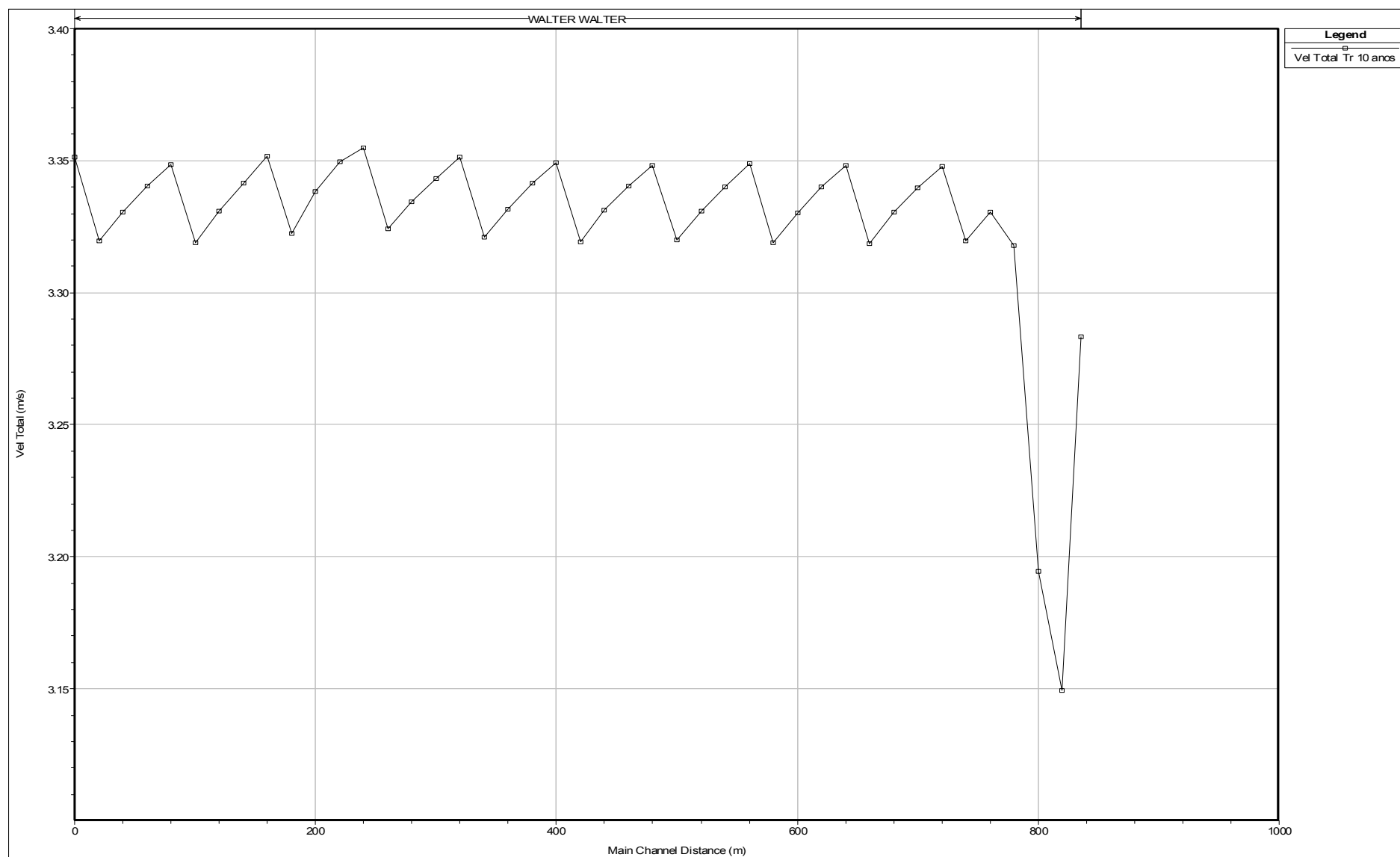


Figura 6.6 – Perfil de Velocidades do By-Pass para o esquema de obras com TR=10 Anos.

6.4 DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS

As obras a serem implantadas na rede de macrodrenagem da sub-bacia do rio Walter Brandt foram definidas tendo em consideração as principais características construtivas de cada solução com destaque para as obras em galerias tipo *By-Pass*. As obras tiveram por base as premissas indicadas no Volume 1 do Relatório R5/R6/R8, buscando sempre que possível otimizar suas dimensões, ajustando-as as particularidades e condições locais. Nas fases seguintes dos estudos, com base em investigações geológicas, posicionamento de interferências e arranjo para readequação do sistema viário, entre outros aspectos, caberá avaliar e confirmar as soluções propostas, bem como cotejá-las com outras possibilidades que possam conduzir a otimizações construtivas e de custo. Tal fase de aprofundamento deverá ser realizada antes da contratação de obras, de maneira que as contingências aqui consideradas possam ser minimizadas e as soluções de engenharia efetivamente confirmadas e/ou ajustadas. Os desenhos relacionados a seguir e inseridos no Anexo I deste documento apresentam as obras a serem implantadas na sub-bacia do rio Walter Brandt.

- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P585 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Diagnóstico - Mancha de Inundação $Tr=05$ anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P586 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Diagnóstico - Mancha de Inundação $Tr=10$ anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P587 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Diagnóstico - Mancha de Inundação $Tr=25$ anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P588 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Diagnóstico - Mancha de Inundação $Tr=50$ anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P662 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Prognóstico - Mancha de Inundação $Tr=05$ anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P663 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Prognóstico - Mancha de Inundação $Tr=10$ anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P664 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Prognóstico - Mancha de Inundação $Tr=25$ anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P665 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Prognóstico - Mancha de Inundação $Tr=50$ anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P778 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Estudo de Alternativas - Alternativa A
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P779 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Estudo de Alternativas - Alternativa B
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P780 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Estudo de Alternativas - Alternativa C
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1005 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Alternativa Selecionada - Alternativa B - $TR=10$ Anos

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1006 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Galeria CA-WB-G02 - Rua Adriano Schondermark - Planta, Perfil e Seção
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1009 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Canal em "U" e Galeria By-Pass - CA-WB-G01 - Planta e Perfil - Folha 1/5
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1010 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Canal em "U" e Galeria By-Pass - CA-WB-G01 - Planta e Perfil - Folha 2/5
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1011 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Canal em "U" e Galeria By-Pass - CA-WB-G01 - Planta e Perfil - Folha 3/5
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1012 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Canal em "U" e Galeria By-Pass - CA-WB-G01 - Planta e Perfil - Folha 4/5
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1013 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Canal em "U" e Galeria By-Pass - CA-WB-G01 - Planta e Perfil - Folha 5/5
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1014 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Detalhamento da Alternativa B - TR=10 Anos - Planta e Perfil - Folha 1/2
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1015 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Detalhamento da Alternativa B - TR=10 Anos - Planta e Perfil - Folha 2/2
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1016 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Galeria By-Pass - CA-WB-G01 e Canal em "U" - Seções Transversais
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1017 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Seções Típicas dos Canais Projetados

6.5 ORÇAMENTO

Utilizando os dados do detalhamento das obras foram levantados os quantitativos de serviços, O orçamento para implantação das obras foi elaborado com base nas premissas e metodologia apresentados no Volume 1.

Os preços unitários utilizados foram obtidos das planilhas de preços unitários publicados pelo IPPUJ - Catálogo de Referências – Serviços e Custos – 2010. Foi adotado no orçamento BDI no valor de 30% dos preços dos serviços orçados,

O Quadro 6.3 apresenta o resumo do orçamento para construção das obras de macrodrenagem da sub-bacia do rio Walter Brandt. As planilhas detalhadas estão apresentadas no Anexo II deste documento.

QUADRO 6.2**ORÇAMENTO****ORÇAMENTO RESUMO - BACIA 05 - RIO WALTER BRANDT - ALTERNATIVA B - TR 10 ANOS****DEMOLIÇÃO - RIO WALTER BRANDT**

Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão ((Bxh)xL)	Custo Direto com BDI	Custo Indireto	Custo Total
1	Entre Ruas Landmannm e Adriano Schondermark	Tubulação	1,20x16,77	R\$ 4.844,81	R\$ 1.744,13	R\$ 6.588,94
2	Entre Ruas Landmannm e Adriano Schondermark	Galeria	3,17x1,79x15,35	R\$ 11.668,97	R\$ 4.200,83	R\$ 15.869,80
Subtotal						R\$ 22.458,74

CONSTRUÇÃO - RIO WALTER BRANDT

Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão ((Bxh)xL)	Custo Direto com BDI	Custo Indireto	Custo Total
05-CA-WB-G01	Galeria By-Pass Walter Brandt	Galeria By-Pass	2,50x2,00x853,70	R\$ 4.509.033,51	R\$ 1.623.252,06	R\$ 6.132.285,57
05-CA-WB-G02	Rua Adriano Schondermark	Galeria	4,00x2,20x16,00	R\$ 287.244,23	R\$ 103.407,92	R\$ 390.652,16
Regularização do Leito do Canal				R\$ 1.966.033,71	R\$ 707.772,14	R\$ 2.673.805,85
Regularização do Leito do Canal - Canal em U				R\$ 12.002.037,52	R\$ 4.320.733,51	R\$ 16.322.771,03
Subtotal						R\$ 25.519.514,61

Custo Total (Obras + Indiretos)**R\$ 25.541.973,34****Custo Total de Desapropriações****R\$ 8.382.890,87****TOTAL****R\$ 33.924.864,22****Manutenção / ano****R\$ 41.760,76**

ANEXO I

DESENHOS DE PROJETO

Lista de Desenhos

Manchas de Inundação

- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P585 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=05 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P586 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P587 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P588 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P662 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=05 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P663 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P664 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P665 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos

Estudo de Alternativas

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P778 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Estudo de Alternativas - Alternativa A
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P779 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Estudo de Alternativas - Alternativa B
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P780 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Estudo de Alternativas - Alternativa C
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1005 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Alternativa Seleccionada - Alternativa B - TR=10 Anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1006 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Galeria CA-WB-G02 - Rua Adriano Schondermark - Planta, Perfil e Seção

Obras Lineares – Planta e Perfil

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1009 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Canal em "U" e Galeria By-Pass - CA-WB-G01 - Planta e Perfil - Folha 1/5
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1010 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Canal em "U" e Galeria By-Pass - CA-WB-G01 - Planta e Perfil - Folha 2/5

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1011 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Canal em "U" e Galeria By-Pass - CA-WB-G01 - Planta e Perfil - Folha 3/5
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1012 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Canal em "U" e Galeria By-Pass - CA-WB-G01 - Planta e Perfil - Folha 4/5
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1013 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Canal em "U" e Galeria By-Pass - CA-WB-G01 - Planta e Perfil - Folha 5/5
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1014 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Detalhamento da Alternativa B - TR=10 Anos - Planta e Perfil - Folha 1/2
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1015 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Detalhamento da Alternativa B - TR=10 Anos - Planta e Perfil - Folha 2/2

Obras Lineares – Seções Transversais Típicas

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1016 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Galeria By-Pass - CA-WB-G01 e Canal em "U" - Seções Transversais
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1017 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Seções Típicas dos Canais Projetados

MANCHAS DE INUNDAÇÃO

1	JAN/2011	M.A.G.	EMIÇÃO FINAL	A.S.M.	A.L.F.
REV.	DATA	DESENHO	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO



PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA - PDDU -
DA BACIA DO RIO CACHOEIRA NO MUNICÍPIO DE JOINVILLE-SC.

TÍTULO:

SUB-BACIA 05-CA-WB - RIO WALTER BRANDT - DIAGNÓSTICO
MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=5 ANOS

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA		Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU
M.A.G.			
PROJETO		APROVADO	APROVADO
A.S.M.		 CREA 06003735/0	 CREA 0600486522

Rº PMU	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Rº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P585	JAN/2011	5.000	01/01

1	JAN/2011	M.A.G.	EMIÇÃO FINAL	A.S.M.	A.L.F.
REV.	DATA	DESENHO	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO



PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA - PDDU -
 DA BACIA DO RIO CACHOEIRA NO MUNICÍPIO DE JOINVILLE-SC.

TÍTULO:

SUB-BACIA 05-CA-WB - RIO WALTER BRANDT - DIAGNÓSTICO
 MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR= 10 ANOS

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA		Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU
M.A.G.			
PROJETO		APROVADO	APROVADO
A.S.M.			
		CREA 06003735/70	CREA 06004865/22

Rº PMJ	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Rº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P586	JAN/2011	5.000	01/01

1	JAN/2011	M.A.G.	EMIÇÃO FINAL	A.S.M.	A.L.F.
REV.	DATA	DESENHO	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO



PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA - PDDU -
 DA BACIA DO RIO CACHOEIRA NO MUNICÍPIO DE JOINVILLE-SC.

TÍTULO:

SUB-BACIA 05-CA-WB - RIO WALTER BRANDT - DIAGNÓSTICO
 MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=25 ANOS

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA		Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU
M.A.G.			
PROJETO		APROVADO	APROVADO
A.S.M.			
		CREA 06003735/70	CREA 06004865/22

Rº PMJ	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Rº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P587	JAN/2011	5.000	01/01

1	JAN/2011	M.A.G.	EMIÇÃO FINAL	A.S.M.	A.L.F.
REV.	DATA	DESENHO	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO



PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA - PDDU -
 DA BACIA DO RIO CACHOEIRA NO MUNICÍPIO DE JOINVILLE-SC.

TÍTULO:

SUB-BACIA 05-CA-WB - RIO WALTER BRANDT - DIAGNÓSTICO
 MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR= 50 ANOS

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA		Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU
M.A.G.			
PROJETO		APROVADO	APROVADO
A.S.M.			
		CREA 06003735/70	CREA 06004865/22

Rº PMJ	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Rº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P588	JAN/2011	5.000	01/01

1	JAN/2011	M.A.G.	EMIÇÃO FINAL	A.S.M.	A.L.F.
REV.	DATA	DESENHO	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO



PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA - PDDU -
 DA BACIA DO RIO CACHOEIRA NO MUNICÍPIO DE JOINVILLE-SC.

TÍTULO:

SUB-BACIA 05-CA-WB - RIO WALTER BRANDT - PROGNÓSTICO
 MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=5 ANOS

ENGEACORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA		Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU
M.A.G.			
PROJETO		APROVADO	APROVADO
A.S.M.			
		CREA 06003735/70	CREA 06004865/22

Rº PMJ	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Rº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P662	JAN/2011	5.000	01/01

1	JAN/2011	M.A.G.	EMIÇÃO FINAL	A.S.M.	A.L.F.
REV.	DATA	DESENHO	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO



PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA - PDDU -
 DA BACIA DO RIO CACHOEIRA NO MUNICÍPIO DE JOINVILLE-SC.

TÍTULO:

SUB-BACIA 05-CA-WB - RIO WALTER BRANDT - PROGNÓSTICO
 MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR= 10 ANOS

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA		Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU
M.A.G.			
PROJETO		APROVADO	APROVADO
A.S.M.		 CREA 06003735/0	 CREA 0600486522

Rº PMJ	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Rº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P663	JAN/2011	5.000	01/01

1	JAN/2011	M.A.G.	EMIÇÃO FINAL	A.S.M.	A.L.F.
REV.	DATA	DESENHO	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO



PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA - PDDU -
DA BACIA DO RIO CACHOEIRA NO MUNICÍPIO DE JOINVILLE-SC.

TÍTULO:

SUB-BACIA 05-CA-WB - RIO WALTER BRANDT - PROGNÓSTICO
MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=25 ANOS

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA		Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU
M.A.G.			
PROJETO			
A.S.M.			
	APROVADO		APROVADO 
		CREA 06003135/70	CREA 0600180522

Rº PMJ	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Rº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P664	JAN/2011	5.000	01/01

1	JAN/2011	M.A.G.	EMIÇÃO FINAL	A.S.M.	A.L.F.
REV.	DATA	DESENHO	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO



PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA - PDDU -
 DA BACIA DO RIO CACHOEIRA NO MUNICÍPIO DE JOINVILLE-SC.

TÍTULO:

SUB-BACIA 05-CA-WB - RIO WALTER BRANDT - PROGNÓSTICO
 MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=50 ANOS

ENGEACORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA	M.A.G.	APROVADO	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	APROVADO	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU
PROJETO	A.S.M.		 CREA 06003135/0		 CREA 06001806/22
Rº PMJ		DATA:		ESCALA:	FOLHA:
Rº EXECUTORA	951-PMJ-PDC-A1-P665	JAN/2011		5.000	01/01

ESTUDO DE ALTERNATIVAS

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P778 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Estudo de Alternativas - Alternativa A
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P779 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Estudo de Alternativas - Alternativa B
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P780 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Estudo de Alternativas - Alternativa C
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1005 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Alternativa Selecionada - Alternativa B - TR=10 Anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1006 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Galeria CA-WB-G02 - Rua Adriano Schondermark - Planta, Perfil e Seção

OBRAS LINEARES – PLANTA E PERFIL

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1009 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Canal em "U" e Galeria By-Pass - CA-WB-G01 - Planta e Perfil - Folha 1/5
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1010 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Canal em "U" e Galeria By-Pass - CA-WB-G01 - Planta e Perfil - Folha 2/5
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1011 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Canal em "U" e Galeria By-Pass - CA-WB-G01 - Planta e Perfil - Folha 3/5
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1012 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Canal em "U" e Galeria By-Pass - CA-WB-G01 - Planta e Perfil - Folha 4/5
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1013 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Canal em "U" e Galeria By-Pass - CA-WB-G01 - Planta e Perfil - Folha 5/5
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1014 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Detalhamento da Alternativa B - TR=10 Anos - Planta e Perfil - Folha 1/2
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1015 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Detalhamento da Alternativa B - TR=10 Anos - Planta e Perfil - Folha 2/2

OBRAS LINEARES – SEÇÕES TRANSVERSAIS TÍPICAS

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1016 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Galeria *By-Pass* - CA-WB-G01 e Canal em “U” - Seções Transversais
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1017 - Sub-Bacia 05-CA-WB - Rio Walter Brandt - Seções Típicas dos Canais Projetados

ANEXO II

ORÇAMENTO

ORÇAMENTO DE OBRA

Obra: Canal da Sub-Bacia Walter Brandt

			Preço Unitário				
Código IPPUJ	Descrição	Unid	Material	Mão de Obra	Preço Total	Quantidade	
C35.20.10.10.005	Desmatamento e limpeza de terreno com remoção de entulho	M2	0,87	0,08	0,95	10.799,60	
						Total Material	R\$ 9.395,65
						Total M.O	R\$ 863,97
						Total	R\$ 10.259,62
C20.05.15.20.025	Demolição mecanizada de muro de pedra com escavadeira hidráulica - carga e transporte - 10KM	M3	15,18	2,40	17,58	1.140,57	
						Total Material	R\$ 17.313,85
						Total M.O	R\$ 2.737,37
						Total	R\$ 20.051,22
C30.37.05.40.020	Entulho (Classe I I) - Obras de Construção Civil	TON	109,80	0,00	109,80	1.824,91	
						Total Material	R\$ 200.375,34
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 200.375,34
C30.80.10.05.005	Transporte local c/ caminhão basculante 5 m3 (peso estimado do material:1,6t/m3)	M3XKM	0,76	0,10	0,86	18.249,12	
						Total Material	R\$ 13.869,33
						Total M.O	R\$ 1.824,91
						Total	R\$ 15.694,24
C35.45.05.15.001	Escavação carga e transporte de mat. 1ª categoria com escavadeira hidráulica - 10 K m	M3	11,06	1,24	12,30	2.917,63	
						Total Material	R\$ 32.269,04
						Total M.O	R\$ 3.617,87
						Total	R\$ 35.886,91
C30.40.40.05.005	Ensecadeira de sacos de areia com fornecimento de areia	M3	81,96	25,72	107,68	479,37	
						Total Material	R\$ 39.289,17
						Total M.O	R\$ 12.329,40
						Total	R\$ 51.618,56
C35.05.25.25.005	Colocação de geotêxtil não-tecido (espessura: 2,30mm / largura: 2,15m / densidade: mínimo 180g/m2 / resistência bidirecional: 20 kn/m)	M²	3,66	0,51	4,17	11.113,23	
						Total Material	R\$ 40.674,41
						Total M.O	R\$ 5.667,75
						Total	R\$ 46.342,15
C35.10.05.10.007	Fornecimento, carga,transporte e compactação de aterro com saibro 100% PN (e=10cm)	M3	43,69	0,42	44,11	440,80	
						Total Material	R\$ 19.258,55
						Total M.O	R\$ 185,14
						Total	R\$ 19.443,69
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	M2	1,61	0,19	1,80	4.408,00	
						Total Material	R\$ 7.096,88
						Total M.O	R\$ 837,52
						Total	R\$ 7.934,40
C35.10.05.15.008	Fornecimento, transporte e execução de reforço, com solo cimento	M2	106,05	4,71	110,75	440,80	
						Total Material	R\$ 46.746,84
						Total M.O	R\$ 2.076,17
						Total	R\$ 48.823,01
C35.25.15.05.021	Escavação carga e transporte de solos moles DMT até 15 Km.	M3	64,11	6,97	71,08	1.945,09	
						Total Material	R\$ 124.699,71
						Total M.O	R\$ 13.557,28
						Total	R\$ 138.256,98
			Preço Unitário				
Código IPPUJ	Descrição	Unid	Material	Mão de Obra	Preço Total	Quantidade	
C10.12.10.05.010	Gabião caixa pvc h=50 cm	M3	304,38	31,82	336,20	275,50	
						Total Material	R\$ 83.856,69
						Total M.O	R\$ 8.766,41
						Total	R\$ 92.623,10
C10.12.10.05.015	Gabião caixa pvc h=100 cm	M3	255,77	30,25	286,02	0,00	
						Total Material	R\$ -
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ -
C35.25.20.08.005	Colchão reno pvc (espessura: 17 cm)	M3	449,21	15,11	464,32	1.776,84	
						Total Material	R\$ 798.176,29
						Total M.O	R\$ 26.848,12
						Total	R\$ 825.024,40
						Total M.O.	R\$ 79.311,89
						Total Material	R\$ 1.433.021,74
						Total	R\$ 1.512.333,62
Construção	BDI (Benefício e Dispesas Indiretas)	%	30				
						BDI	R\$ 453.700,09
						Custo de Construção	R\$ 1.966.033,71
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8				
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3				
Indireto	Contingência	%	25				
						Custo de Implantação	R\$ 707.772,14
						Custo Total	R\$ 2.673.805,85

ORÇAMENTO DE OBRA

Código da Obra: 05-CA-WB-G01
Obra: Galeria By-Pass G01
Comprimento (m): 853,694

Código IPPUJ	Descrição	Unid	Preço Unitário			Quantidade	
			Material	Mão de Obra	Preço Total		
C35.45.05.15.001	Escavação carga e transporte de mat. 1ª categoria com escavadeira hidráulica - 10 K m	M3	11,06	1,24	12,30	17.611,43	
						Total Material	R\$ 194.782,43
						Total M.O	R\$ 21.838,17
						Total	R\$ 216.620,61
C10.12.05.10.005	Fornecimento de argila para aterro, posto obra (sem regularização e compactação)	M3	11,50	0,00	11,50	9.223,85	
						Total Material	R\$ 106.074,23
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 106.074,23
C35.25.15.10.005	Aterro com saibro - compactado	M3	38,94	0,90	39,84	7.374,41	
						Total Material	R\$ 287.159,66
						Total M.O	R\$ 6.636,97
						Total	R\$ 293.796,63
C35.25.30.30.010	Lastro de concreto magro fck= 15 MPA com cimento resistente a sulfatos, para base de galeria (bombeado)	M3	252,32	6,43	258,75	298,79	
						Total Material	R\$ 75.391,42
						Total M.O	R\$ 1.921,24
						Total	R\$ 77.312,66
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	M2	1,61	0,19	1,80	3.926,99	
						Total Material	R\$ 6.322,46
						Total M.O	R\$ 746,13
						Total	R\$ 7.068,59
C35.10.05.17.005	Execução de base estabilizada granulom etricam ente	M3	65,97	1,59	67,56	981,75	
						Total Material	R\$ 64.765,92
						Total M.O	R\$ 1.560,98
						Total	R\$ 66.326,90
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	2.219,60	
						Total Material	R\$ 3.440,39
						Total M.O	R\$ 110,98
						Total	R\$ 3.551,37
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	25,61	
						Total Material	R\$ 8.831,38
						Total M.O	R\$ 179,02
						Total	R\$ 9.010,40
C10.84.15.25.010	Guia em concreto extrusado	M	11,64	1,47	13,11	1.707,39	
						Total Material	R\$ 19.874,00
						Total M.O	R\$ 2.509,86
						Total	R\$ 22.383,86
C35.12.05.05.020	Execução de passeio c/ fornecimento de paver conforme projeto do IPPUJ, sobre base de brita lastro e areia, incl. preparação de cx.	M2	30,14	16,63	46,77	0,00	
						Total Material	R\$ -
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ -
C35.25.35.05.005	Forma de madeira	M2	28,04	15,68	43,72	9.817,48	
						Total Material	R\$ 275.282,17
						Total M.O	R\$ 153.938,10
						Total	R\$ 429.220,27
C35.25.35.10.001	Concreto bombeável dosado em central fck 30,0 mpa - abatimento 10 ± 2cm, brita 0 e 1, com cimento resistente a sulfatos. (lançado e bombeado)	M3	289,19	28,54	317,73	2.244,72	
						Total Material	R\$ 649.150,44
						Total M.O	R\$ 64.064,29
						Total	R\$ 713.214,73
C10.24.30.05.019	Armadura de aço CA-50 média, diâmetro: 12,5mm (1/2"), para macrodrenagem	KG	3,93	1,57	5,50	213.462,17	
						Total Material	R\$ 838.906,33
						Total M.O	R\$ 335.135,61
						Total	R\$ 1.174.041,93
C10.24.20.08.006	Escoramento de vala tipo contínuo empregando pranchas e longarinas de pinus - com reaproveitamento 2x	M2	3,90	30,95	34,85	7.768,62	
						Total Material	R\$ 30.297,60
						Total M.O	R\$ 240.438,65
						Total	R\$ 270.736,25
478	Escora de eucalipto de Ø 200 mm	M	7,75	0,00	7,75	10.210,18	
						Total Material	R\$ 79.128,90
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 79.128,90
C35.45.15.05.005	Escoramento metálico com perfil tipo H W150x22,5, contemplando: perfil tipo H, madeira de itaúba, cravação de estaca metálica e escavação manual	M2	204,70	39,63	244,34	0,00	
						Total Material	R\$ -
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ -
948	Perfil tipo H W150x22,5	M	93,76	0,00	93,76	0,00	
						Total Material	R\$ -
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ -
						Total M.O.	R\$ 829.080,00
						Total Material	R\$ 2.639.407,31
						Total	R\$ 3.468.487,32
Construção	BDI (Benefício e Dispesas Indiretas)	%	30				BDI R\$ 1.040.546,19
						Custo de Construção R\$ 4.509.033,51	
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8				360.722,68
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3				135.271,01
Indireto	Contingência	%	25				1.127.258,38
						Custos Indiretos R\$ 1.623.252,06	
						Custo Total R\$ 6.132.285,57	

ORÇAMENTO DE OBRA

Código da Obra: Canal em U
Obra: Regularização do Leito
Comprimento (m): 680

Código IPPUJ		Descrição	Unid	Material	Mão de Obra	Preço Total	Preço Unitário		
C35.45.05.15.001	Escavação carga e transporte de mat. 1ª categoria com escavadeira hidráulica - 10 K m	M3	11,06	1,24	12,30	6.000,00	Quantidade		
							Total Material	R\$ 66.360,00	
							Total M.O	R\$ 7.440,00	
							Total	R\$ 73.800,00	
C35.25.30.30.010	Lastro de concreto magro fck= 15 MPA com cimento resistente a sulfatos, para base de galeria (bombeado)	M3	252,32	6,43	258,75	408,00			
							Total Material	R\$ 102.946,56	
							Total M.O	R\$ 2.623,44	
							Total	R\$ 105.570,00	
C35.25.35.05.005	Forma de madeira	M2	28,04	15,68	43,72	10.174,52			
							Total Material	R\$ 285.293,41	
							Total M.O	R\$ 159.536,40	
							Total	R\$ 444.829,82	
C35.25.35.10.001	Concreto bombeável dosado em central fck 30,0 mpa - abatimento 10 ± 2cm, brita 0 e 1, com cimento resistente a sulfatos. (lançado e bombeado)	M3	289,19	28,54	317,73	5.097,88			
							Total Material	R\$ 1.474.256,04	
							Total M.O	R\$ 145.493,51	
							Total	R\$ 1.619.749,54	
C10.24.30.05.019	Armadura de aço CA-50 média, diâmetro: 12,5mm (1/2"), para macrodrenagem	KG	3,93	1,57	5,50	509.788,04			
							Total Material	R\$ 2.003.467,00	
							Total M.O	R\$ 800.367,22	
							Total	R\$ 2.803.834,23	
C10.24.20.08.006	Escoramento de vala tipo contínuo empregando pranchas e longarinas de pinus - com reaproveitamento 2x	M2	3,90	30,95	34,85	0,00			
							Total Material	R\$ -	
							Total M.O	R\$ -	
							Total	R\$ -	
478,00	Escora de eucalipto de Ø 200 mm	M	7,75	0,00	7,75	0,00			
							Total Material	R\$ -	
							Total M.O	R\$ -	
							Total	R\$ -	
C35.45.15.05.005	Escoramento metálico com perfil tipo H W150x22,5, contemplando: perfil tipo H, madeira de itaúba, cravação de estaca metálica e escavação manual	M2	204,70	39,63	244,34	7.072,00			
							Total Material	R\$ 1.447.638,40	
							Total M.O	R\$ 280.263,36	
							Total	R\$ 1.727.901,76	
948,00	Perfil tipo H W150x22,5	M	93,76	0,00	93,76	26.166,40			
							Total Material	R\$ 2.453.361,66	
							Total M.O	R\$ -	
							Total	R\$ 2.453.361,66	
C35.45.05.15.001	Escavação carga e transporte de mat. 1ª categoria com escavadeira hidráulica - 10 K m	M3	11,06	1,24	12,30	38,41			
							Total Material	R\$ 424,82	
							Total M.O	R\$ 47,63	
							Total	R\$ 472,44	
C35.25.15.10.005	Aterro com saibro - compactado	M3	38,94	0,90	39,84	54,87			
							Total Material	R\$ 2.136,70	
							Total M.O	R\$ 49,38	
							Total	R\$ 2.186,08	
C10.12.05.10.005	Fornecimento de argila para aterro, posto obra (sem regularização e compactação)	M3	11,50	0,00	11,50	54,87			
							Total Material	R\$ 631,02	
							Total M.O	R\$ -	
							Total	R\$ 631,02	
							Total M.O.	R\$ 1.395.820,95	
							Total Material	R\$ 7.836.515,61	
Construção	BDI (Benefício e Dispesas Indiretas)	%	30					Total	R\$ 9.232.336,56
							BDI	R\$ 2.769.700,97	
							Custo de Construção		R\$ 12.002.037,52
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8						960.163,00
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3						360.061,13
Indireto	Contingência	%	25						3.000.509,38
							Custos Indiretos		R\$ 4.320.733,51
							Custo Total		R\$ 16.322.771,03