

Plano Diretor de Drenagem Urbana da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira

Estudo de Alternativas e Anteprojeto

Volume 2 | Estudos

Tomo IX • Sub-Bacia 9 • Rio Mirandinha



BID



Fevereiro / 2011

951-PMJ-PDC-RT-P720 | REV.1

REV.	DATA	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
1	01/11	Emissão Final	ASM / FG / LDLF	
		<p align="center">PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE</p> <p align="center">SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO</p>		
<p align="center">ENGECORPS ♦ HIDROSTUDIO ♦ BRLi</p>				
<p align="center">PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA – PDDU</p> <p align="center">BACIA HIDROGRAFICA DO RIO CACHOEIRA NO MUNICIPIO DE JOINVILLE - SC</p>				
<p align="center">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</p> <p align="center">VOLUME 2 – TOMO IX – SUB-BACIA SB-09 – RIO MIRANDINHA</p>				
ELABORADO:			APROVADO:	
ASM / FG / LDLF / MSTC			 Alberto Lang Filho	
VERIFICADO			COORDENADOR GERAL:	
Alberto Lang Filho			 Danny Dalberson Oliveira	
Nº PMJ:		DATA:	Jan/11	FOLHA:
Nº ENGEORPS:	951-PMJ-PDC-RT-P720			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 IX – SUB-BACIA SB-09
RIO MIRANDINHA***

CONSÓRCIO ENGECORPS♦HIDROSTUDIO♦BRLi

951-PMJ-PDC-RT-P720

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 Brandt	1,79
SB-06	CA-AV	Rio Alvino Vöhl	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	11
2.4.1 Alternativa A	11
2.4.2 Alternativa B	15
2.4.3 Alternativa C	18
3. SELEÇÃO DA ALTERNATIVA PARA TR 25 ANOS.....	23
3.1 CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS.....	25
3.1.1 Alternativa A	25
3.1.2 Alternativa B	26
3.1.3 Alternativa C	27
3.2 CUSTOS	28
3.2.1 Custos da Alternativa A	29
3.2.2 Custos da Alternativa B.....	30
3.2.3 Custos da Alternativa C	30
3.2.4 Desagregação dos Preços Financeiros e Cálculo dos Preços Econômicos	31
3.3 BENEFÍCIOS ECONÔMICOS	32
3.3.1 Danos Evitados.....	32
3.3.2 Benefícios por Valorização Imobiliária.....	33
3.3.3 Benefícios de Tráfego.....	36
3.3.4 Benefícios Indiretos	36
3.4 ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO DAS ALTERNATIVAS	36

4.	<i>ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO POR PERÍODO DE RETORNO</i>	41
4.1	DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS	41
4.2	CUSTOS POR PERÍODO DE RETORNO	43
4.3	BENEFÍCIOS POR PERÍODO DE RETORNO	43
4.3.1	<i>Benefícios por Danos Evitados</i>	43
4.3.2	<i>Benefícios de Valorização Imobiliária por Período de retorno</i>	44
4.3.3	<i>Benefícios de Tráfego</i>	45
4.3.4	<i>Benefícios Indiretos</i>	45
4.4	RESULTADOS DA ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO.....	45
5.	<i>ANÁLISE DE SENSIBILIDADE</i>	51
5.1	MODELAGEM DAS SIMULAÇÕES	51
5.1.1	<i>Análise de Risco para Período de Retorno de 5 anos</i>	53
5.1.2	<i>Análise de Risco para Período de Retorno de 10 anos</i>	56
5.1.3	<i>Análise de Risco para Período de Retorno de 25 anos</i>	59
5.1.4	<i>Análise de Risco para Período de Retorno de 50 anos</i>	61
5.1.5	<i>Conclusões da Análise de Risco</i>	64
6.	<i>DETALHAMENTO DA ALTERNATIVA SELECIONADA</i>	65
6.1	DESCRIÇÃO DA ALTERNATIVA	65
6.2	DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO	65
6.3	DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO	66
6.4	DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS	73
6.5	ORÇAMENTO.....	74

ANEXO I - DESENHOS DE PROJETO

ANEXO II - ORÇAMENTO

ÍNDICE DE FIGURAS

PÁG.

<i>Ilustração 2.1 – Sub-Bacia do Rio Mirandinha – Alternativa A – Concepção Geral.....</i>	<i>3</i>
<i>Ilustração 2.2 – Sub-Bacia do Rio Mirandinha – Alternativa B – Concepção Geral.....</i>	<i>4</i>
<i>Ilustração 2.3 – Sub-Bacia do Rio Mirandinha – Alternativa C – Concepção Geral.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2.1 – Vazões no Rio Mirandinha – Alternativa A.</i>	<i>13</i>
<i>Figura 2.2 – Velocidades no Rio Mirandinha – Alternativa A.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 2.3 – Níveis d’água no Mirandinha – Alternativa A.</i>	<i>14</i>
<i>Figura 2.4 – Vazões no Rio Mirandinha – Alternativa B.</i>	<i>16</i>
<i>Figura 2.5 – Velocidades no Rio Mirandinha – Alternativa B.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 2.6 – Níveis d’água no Rio Mirandinha – Alternativa B.</i>	<i>17</i>
<i>Figura 2.7 – Localização do Reservatório R9.1.</i>	<i>20</i>
<i>Figura 2.8 – Vazões no Rio Mirandinha – Alternativa C.</i>	<i>21</i>
<i>Figura 2.9 – Velocidades no Rio Mirandinha – Alternativa C.</i>	<i>21</i>
<i>Figura 2.10 – Níveis d’água no Rio Mirandinha – Alternativa C.</i>	<i>22</i>
<i>Figura 6.1 – Hidrograma das Junções para Período de Retorno de 50 Anos.....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 6.2 – Perfil das Vazões de Dimensionamento do Rio Mirandinha para o esquema de obras com TR=50 anos.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 6.3 – Perfil das Vazões de Dimensionamento do By-Pass para o esquema de obras com TR=50 anos.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 6.4 – Perfil do N.A. do Rio Mirandinha para o esquema de obras com TR=50 anos.....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 6.5 – Perfil de Velocidades do Rio Mirandinha para o esquema de obras com TR=50 anos.....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 6.6 – Perfil do N.A. do By-Pass para o esquema de obras com TR=50 anos.....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 6.7 – Perfil de Velocidades do By-Pass para o esquema de obras com TR=50 anos.....</i>	<i>72</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 Mirandinha – Precipitação de Projeto (Duração de 1 Hora)	8
Quadro 2.4 - Sub-Bacia do Rio Mirandinha – Dispositivos Atuais.....	8
Quadro 2.5 - Dados da Estação Fluviométrica 5.....	10
Quadro 2.6 - Taxa Média de Produção de Sedimentos em Arraste e Suspensão (Estação 5).....	10
Quadro 2.7 - Produção de Sedimentos Nos Canais Fluviais (Alternativas A e B).....	11
Quadro 2.8 - Produção e Retenção de Sedimentos Nos Dispositivos e Canais Fluviais (Alternativa C) ...	11
Quadro 2.9 - Sub-Bacia do Rio Mirandinha – Obras – Alternativa A	11
Quadro 2.10 - Sub-Bacia do Rio Mirandinha – Produção de Sedimentos – Alternativa A.....	14
Quadro 2.11 - Sub-Bacia do Rio Mirandinha – Custos de Manutenção – Alternativa A.....	15
Quadro 2.12 - Sub-Bacia do Rio Mirandinha – Obras – Alternativa B	15
Quadro 2.13 - Sub-Bacia do Rio Mirandinha – Produção de Sedimentos – Alternativa B.....	18
Quadro 2.14 - Sub-Bacia do Rio Mirandinha – Custos de Manutenção – Alternativa B.....	18
Quadro 2.15 - Sub-Bacia do Rio Mirandinha – Obras – Alternativa C	18
Quadro 2.15 - Sub-Bacia do Rio Mirandinha – Obras – Alternativa C	19
Quadro 2.16 - Sub-Bacia do Rio Mirandinha – Reservatórios – Alternativa C.....	19
Quadro 2.17 - Sub-Bacia do Rio Mirandinha – Produção de Sedimentos – Alternativa C.....	23
Quadro 2.18 - Sub-Bacia do Rio Mirandinha – Custos de Manutenção – Alternativa C.....	23
Quadro 3.1 - Sub-Bacia do Rio Mirandinha – Características das Obras – Alternativa A.....	25
Quadro 3.2 - Sub-Bacia do Rio Mirandinha – Características das Obras – Alternativa B.....	26
Quadro 3.3 - Sub-Bacia do Rio Walter Brandt – Características das Obras – Alternativa C.....	27
Quadro 3.4 - Sub-Bacia do Rio Mirandinha – Características das Obras de Reservação – Alternativa C...	28
Quadro 3.5 - Sub-Bacia do Rio Mirandinha – Características da Curva Paramétrica Complementar.....	29
Quadro 3.6 - Sub-Bacia do Rio Mirandinha – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa A.....	29
Quadro 3.7 - Sub-Bacia do Rio Mirandinha – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa B.....	30
Quadro 3.8 - Sub-Bacia do Rio Mirandinha – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa C	30
Quadro 3.9 - Fatores de Conversão	31
Quadro 3.10 - Custos de Investimentos e Manutenção – Preços Econômicos – Alternativas de Projeto	31

Quadro 3.11 - Parâmetros para Estimação do Prejuízo Direto	32
Quadro 3.12 - Benefícios Econômicos para Alternativa A – Tr 25 Anos	32
Quadro 3.13 - Benefícios Econômicos para Alternativa B – Tr 25 Anos	32
Quadro 3.14 - Benefícios Econômicos para Alternativa C – Tr 25 Anos	33
Quadro 3.15 - Coeficientes para Estimativa do Modelo de Valorização Imobiliária.....	34
Quadro 3.16 - Estatísticas Descritivas.....	34
Quadro 3.17 - Anova	35
Quadro 3.18 - Coeficientes	35
Quadro 3.19 - R Ajustado.....	35
Quadro 3.20 - Análise Benefício Custo – Alternativa A	37
Quadro 3.21 - Análise Benefício Custo – Alternativa B	38
Quadro 3.22 - Análise Benefício Custo – Alternativa C	39
Quadro 3.23 - Síntese dos Resultados – Seleção da Alternativa	40
Quadro 4.1 - Sub-Bacia do Rio Mirandinha – Características dos Dispositivos e Canais Existentes e Projetados	42
Quadro 4.2 - Sub-Bacia do Rio Mirandinha – Custos por Período de Retorno – Preços Financeiros	43
Quadro 4.3 - Parâmetros para Estimação do Prejuízo Direto por Período de Retorno.....	44
Quadro 4.4 - Benefícios Econômicos para Alternativa B	44
Quadro 4.5 - Benefícios Econômicos por Valorização Imobiliária por Tempo de Retorno – Valores Econômicos.....	44
Quadro 4.6 - Benefícios de Tráfego por Período de Retorno	45
Quadro 4.7 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 5 Anos.....	46
Quadro 4.8 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 10 Anos.....	47
Quadro 4.9 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 25 Anos.....	48
Quadro 4.10 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 50 Anos.....	49
Quadro 4.11 - Síntese dos Resultados – Seleção do Tempo de Retorno	50
Quadro 5.1 - Síntese de Parâmetros da Simulação para Trs 5, 10, 25 e 50 Anos.....	52
Quadro 5.2 - Tir – Síntese da Análise de Risco para Tr 5 Anos	53
Quadro 5.3 - Vpl – Síntese da Análise de Risco para Tr de 5 Anos	54
Quadro 5.4 - Tir – Síntese da Análise de Risco para Tr 10 Anos	56
Quadro 5.5 - Vpl – Síntese da Análise de Risco para Tr de 10 Anos	57
Quadro 5.6 - Tir – Síntese da Análise de Risco para Tr 25 Anos	59
Quadro 5.7 - Vpl – Síntese da Análise de Risco para Tr de 25 Anos	60
Quadro 5.8 - Tir – Síntese da Análise de Risco para Tr 50 Anos	62
Quadro 5.9 - Vpl – Síntese da Análise de Risco para Tr de 50 Anos	63

Quadro 5.10 - Síntese da Análise de Risco para Tir e Vpl por Período de Retorno	64
Quadro 6.1 - Sub-Bacia do Rio Mirandinha – Características das Obras Propostas	65
Quadro 6.2 - Vazões de Projeto em cada Trecho	66
Quadro 6.5 - Orçamento	75

1. INTRODUÇÃO

O presente Tomo IX 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 Mirandinha, 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 Mirandinha.

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 Mirandinha nos seguintes documentos:

- ✓ 951-PMJ-PDC-RT-P114 – R3 – Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico – Volume 3 – Diagnóstico – Tomo IX – Sub-bacia 09 – Rio Mirandinha;
- ✓ 951-PMJ-PDC-RT-P140 – R3 – Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico – Volume 4 – Prognóstico – Tomo IX – Sub-bacia 09 – Rio Mirandinha.

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 Mirandinha 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, Dispositivos com Substituição dos Ineficientes e Desapropriação/Remoção de Construções.	46,119 milhões
Alternativa B: Alargamento e Adequação Hidráulica do Canal, Remoção de Dispositivos Desnecessários e Complementação de Vazão (By-Pass).	44,331 milhões
Alternativa C: Alargamento e Adequação Hidráulica do Canal, Remoção dos Dispositivos Desnecessários, Complementação de Vazão (By-Pass) e Reservatório de Detenção.	33,636 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 Mirandinha foi realizada na data de 8 de Outubro 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 Mirandinha, 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.

Plano Diretor de Drenagem Urbana – PDDU – da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira no Município de Joinville
Relatório PII – Volume 2 – Tomo IX – Rio Mirandinha

Plano Diretor de Drenagem Urbana – PDDU – da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira no Município de Joinville
Relatório PII – Volume 2 – Tomo IX – Rio Mirandinha

Plano Diretor de Drenagem Urbana – PDDU – da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira no Município de Joinville
Relatório PII – Volume 2 – Tomo IX – Rio Mirandinha

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 45 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 Mirandinha, 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 Mirandinha.

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 IX do Volume 4 do relatório R3. No Quadro 2.3 são apresentadas as precipitações para a sub-bacia do rio Mirandinha com duração de 1 hora.

QUADRO 2.3

SUB-BACIA DO RIO MIRANDINHA – 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 Mirandinha 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 MIRANDINHA – DISPOSITIVOS ATUAIS

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (m)</i>	<i>Comprimento (m)</i>
1	Entre Rua Francisco Gomes e Rua Turvo	Galeria	M: 1,76x0,89 J: 2,38x2,08	10,40
2	Rua Turvo	Galeria	2,60x1,00	112,25
3	Rua das Américas	Ponte	M: 2,36x1,66 J: 2,25x1,66	3,82
4	Entre Rua das Américas e Rua Corupaiti	Ponte	M: 2,17x1,71 J: 2,17x1,75	5,36
5	Entre Rua Corupaiti e Rua Iriirú	Galeria	M: 3,69x1,83 J: 3,15x1,88	23,66
6	Rua Iriirú	Galeria	M: 3,04x1,25 J: 2,74x1,02	77,49
7	Entre Rua Estados Unidos e Rua São José dos Cedros	Galeria	M: 2,38x1,51 J: 2,02x1,63	8,48
8	Rua São José dos Cedros	Galeria	M: 5,03x1,88 J: 3,60x1,73	131,21
9	Rua Guerra Junqueira	Ponte	M: 3,61x1,46 J: 3,54x1,51	12,47
10	Rua Manaus	Galeria	M: 4,32x1,50 J: 3,55x1,90	36,02
11	Entre Rua Manaus e Rua Seara	Ponte	M: 2,97x1,78 J: 2,99x1,60	4,24
12	Entre Rua Manaus e Rua Seara	Ponte	M: 3,17x1,66 J: 3,45x1,68	3,95
13	Entre Rua Seara e Rua São Carlos	Galeria	M: 4,40x2,02 J: 3,79x1,91	15,03
14	Rua São Carlos	Galeria	M: 3,50x2,51 J: 3,75x2,55	67,24

Continua...

QUADRO 2.4
SUB-BACIA DO RIO MIRANDINHA – DISPOSITIVOS ATUAIS

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (m)</i>	<i>Comprimento (m)</i>
15	Rua Rodeio	Galeria	M: 3,08x1,87 J: 2,68x2,65	31,78
16	Rua Rio Negrinho	Ponte	M: 4,08x2,48 J: 3,75x2,02	12,63
17	Entre Rua Iririú e Rua Carlos Benack	Galeria	M: 4,10x3,22 J: 3,89x2,93	10,80
18	Entre Rua Iririú e Rua Carlos Benack	Galeria	M: 4,02x2,42 J: 5,26x3,06	38,00
19	Rua Ibirama	Galeria	5,15x2,33	105,00
20	Rua Carlos Benack	Galeria	2,60x1,90/2,60x1,90	41,00
21	Rua Dona Francisca	Galeria	M: 4,32x2,59 J: 4,06x1,35	134,00
22	Entre Rua Dona Francisca e Rua Alfredo Marquadt	Galeria	M: 5,21x3,38 J: 5,63x3,37	14,50
23	Av. Beira Rio	Galeria	2,60x1,90/2,60x1,90	20,00

Para estimar a produção de sedimentos na bacia do rio Mirandinha 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 ("Ponto5"), 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	4,00	0,20	0,25	0,48	361,00
	14/12/2009	4,00	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 Mirandinha 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	
Mirandinha	2,16	57,82	364,73	124,88	787,82	141,22

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	
Mirandinha	2,16	57,82	364,73	124,88	787,82	141,22
Reservatórios	1,49	57,82	364,73	86,15	543,45	131,88

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 MIRANDINHA – OBRAS – ALTERNATIVA A

Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)	Situação
1	Entre Rua Francisco Gomes e Rua Turvo	Galeria	2,38x2,08x10,40	Permaneça
2	Rua Turvo	Galeria	2,60x1,00x112,25	Permaneça
3	Rua das Américas	Ponte	2,36x1,66x3,82	Permaneça
4	Entre Rua das Américas e Rua Corupaiti	Ponte	2,17x1,71x5,36	Permaneça
5	Entre Rua Corupaiti e Rua Iriú	Galeria	3,69x1,83x23,66	Remoção
6	Rua Iriú	Galeria	5,00x2,00x73,42	Implantação
7	Entre Rua Estados Unidos e Rua São José dos Cedros	Galeria	2,38x1,51x8,48	Remoção
8	Rua São José dos Cedros	Galeria	5,00x2,00x13,00	Implantação

Continua...

QUADRO 2.9
SUB-BACIA DO RIO MIRANDINHA – OBRAS – ALTERNATIVA A

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>	<i>Situação</i>
9	Rua Guerra Junqueira	Galeria	5,00x2,50x8,00	Implantação
10	Rua Manaus	Galeria	5,00x2,50x13,00	Implantação
11	Entre Rua Manaus e Rua Seara	Ponte	2,97x1,78x4,24	Remoção
12	Entre Rua Manaus e Rua Seara	Ponte	3,45x1,68x3,95	Remoção
13	Rua Seara	Galeria	6,00x3,00x13,00	Implantação
14	Entre Rua Seara e Rua São Carlos	Galeria	4,40x2,02x15,03	Remoção
15	Rua São Carlos	Galeria	6,00x3,00x13,00	Implantação
16	Rua Rodeio	Galeria	6,00x2,50x13,00	Implantação
17	Rua Rio Negrinho	Galeria	7,50x2,50x12,50	Implantação
18	Entre Rua Iririú e Rua Carlos Benack	Galeria	4,10x3,22x10,80	Remoção
19	Entre Rua Iririú e Rua Carlos Benack	Galeria	5,26x3,06x38,00	Remoção
20	Rua Ibirama	Galeria	7,00x2,60x13,00	Implantação
21	Rua Carlos Benack	Galeria	7,00x3,00x13,00	Implantação
22	Rua Dona Francisca	Galeria	7,00x3,00x20,00	Implantação
23	Entre Rua Dona Francisca e Rua Alfredo Marquadt	Galeria	7,00x3,00x14,50	Implantação
24	Av. Beira Rio	Galeria	6,00x3,80x20,00	Implantação
Implantação do Canal				
	Canal Mirandinha Trecho 1	Canal Trapezoidal	3,00x(var.)x461,36	Implantação
	Canal Mirandinha Trecho 2	Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x572,47	Implantação
	Canal Mirandinha Trecho 3	Canal Trapezoidal	5,00x(var.)x221,01	Implantação
	Canal Mirandinha Trecho 4	Canal Trapezoidal	6,00x(var.)x989,01	Implantação

O desenho 951-PMJ-PDC-A3-P790 (vide Anexo I) apresenta as obras previstas na sub-bacia do rio Mirandinha 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 Mirandinha para a alternativa A.

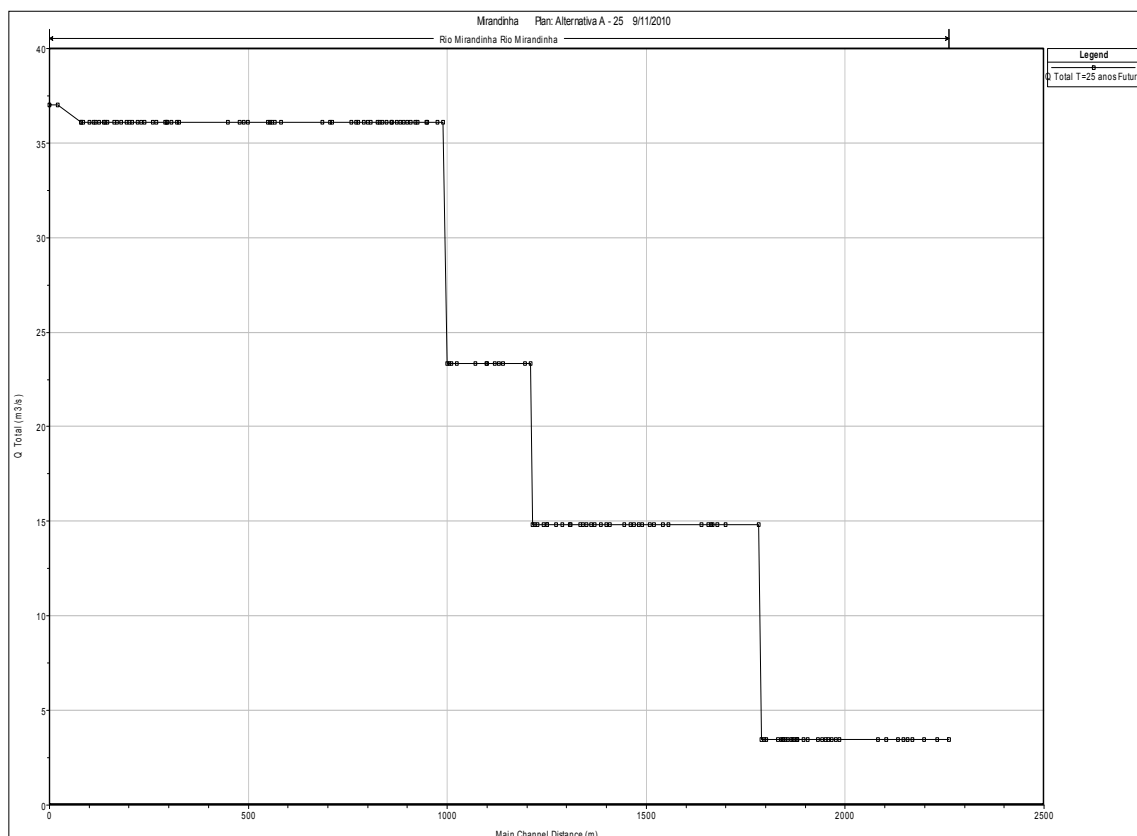


Figura 2.1 – Vazões no Rio Mirandinha – Alternativa A.

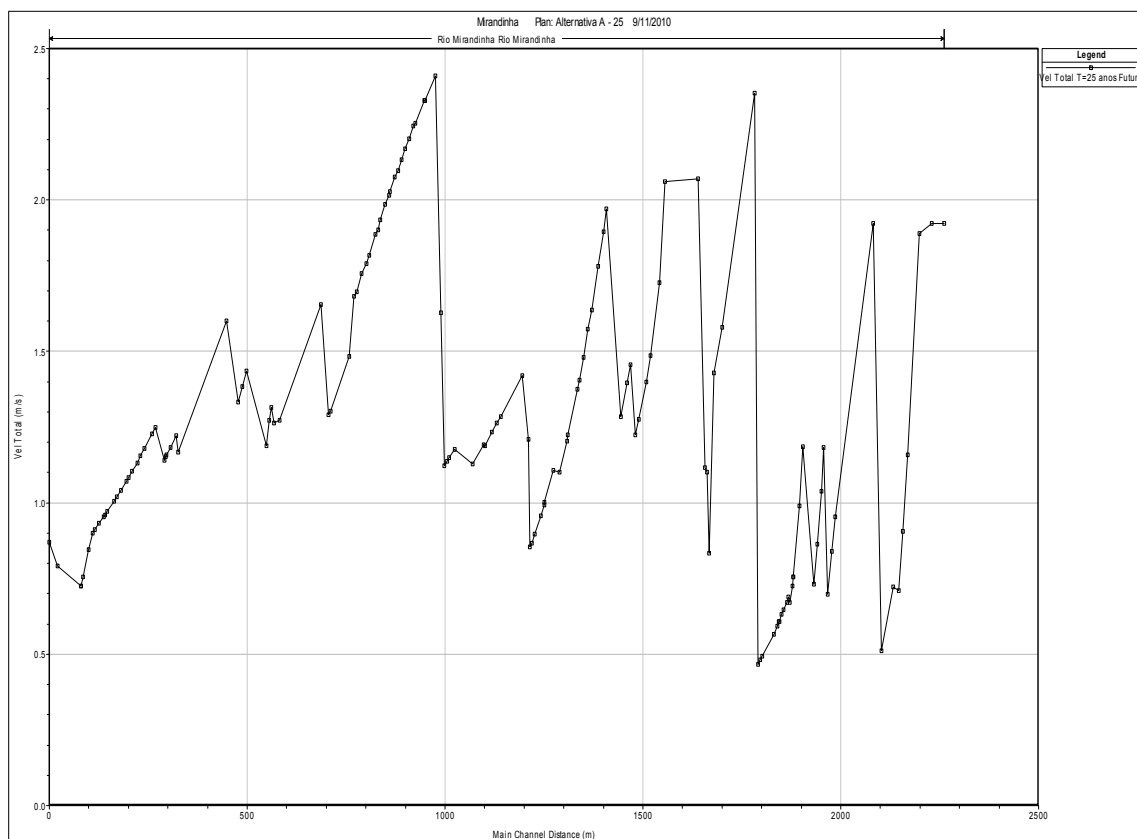


Figura 2.2 – Velocidades no Rio Mirandinha – Alternativa A.

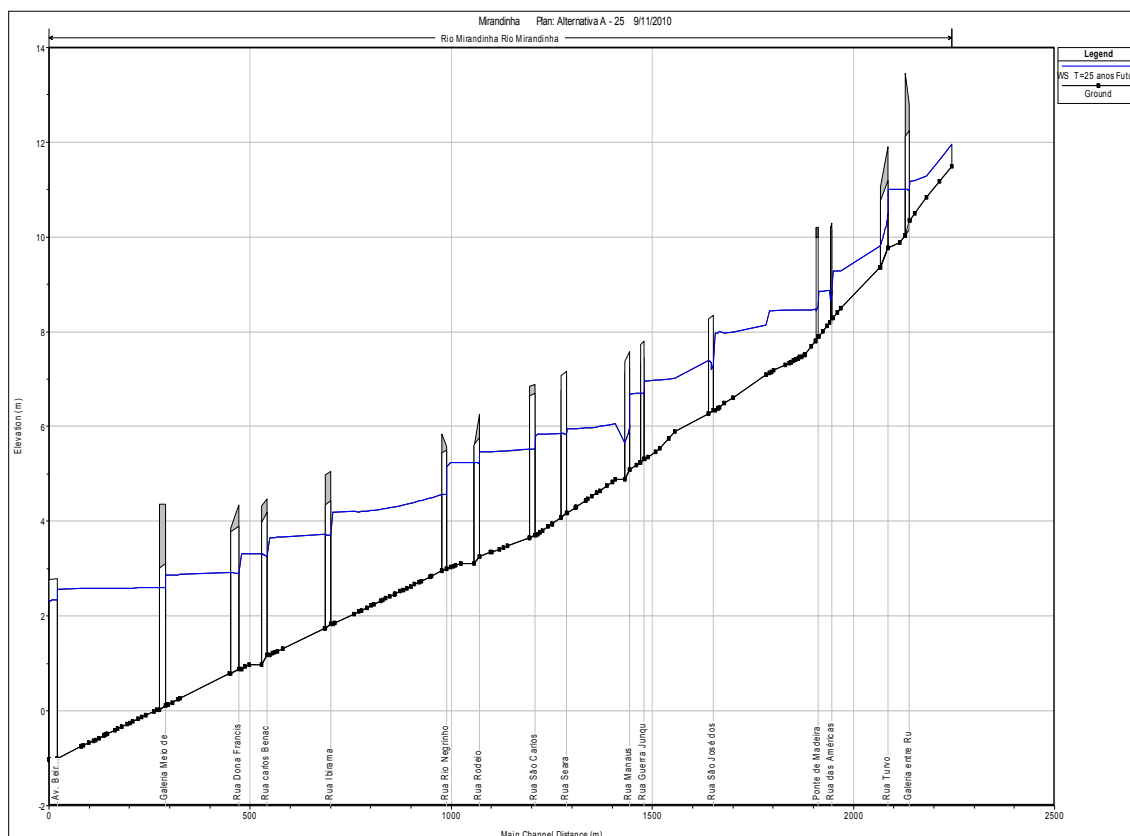


Figura 2.3 – Níveis d'água no Rio Mirandinha – Alternativa A.

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 Mirandinha 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 MIRANDINHA – 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)
Mirandinha	2,16	57,82	364,73	124,88	787,82	141,22	94,15

QUADRO 2.11

SUB-BACIA DO RIO MIRANDINHA – CUSTOS DE MANUTENÇÃO – ALTERNATIVA A

Item	Comprimento (m)	Relativo (%)	Volume de Sedimentos (m³)	Custo Unitário de Manutenção (R\$/m³)	Custo Total de Manutenção (R\$/ano)
Canais	1.864,12	83,0	78,22	333,19	26.060,78
Pontes e Galerias	379,73	17,0	15,93	695,75	11.085,36
				Total (R\$/ano)	37.146,13

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 rio Mirandinha 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 MIRANDINHA – OBRAS – ALTERNATIVA B

Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)	Situação
1	Entre Rua Francisco Gomes e Rua Turvo	Galeria	2,38x2,08x10,40	Permanece
2	Rua Turvo	Galeria	2,60x1,00x112,25	Permanece
3	Rua das Américas	Ponte	2,36x1,66x3,82	Permanece
4	Entre Rua das Américas e Rua Corupaiti	Ponte	2,17x1,71x5,36	Permanece
5	Entre Rua Corupaiti e Rua Ipiriú	Galeria	3,69x1,83x23,66	Permanece
6	Rua Ipiriú	Galeria	3,04x1,25x77,49	Permanece
7	Entre Rua Estados Unidos e Rua São José dos Cedros	Galeria	2,74x1,50x73,42	Implantação
8	Rua São José dos Cedros	Galeria	5,03x1,88x131,21	Permanece
9	Rua Guerra Junqueira	Ponte	3,54x1,51x12,47	Permanece
10	Rua Manaus	Ponte	3,55x1,90x36,02	Permanece
11	Entre Rua Manaus e Rua Seara	Ponte	2,97x1,78x4,24	Permanece
12	Entre Rua Manaus e Rua Seara	Ponte	3,45x1,68x3,95	Permanece
13	Rua Seara	Ponte	3,26x2,16x13,00	Permanece
14	Entre Rua Seara e Rua São Carlos	Galeria	4,40x2,02x15,03	Permanece
15	Rua São Carlos	Galeria	3,75x2,55x67,24	Permanece
16	Rua Rodeio	Galeria	2,68x2,66x31,78	Permanece
17	Rua Rio Negrinho	Ponte	4,08x2,48x12,63	Permanece
18	Entre Rua Ipiriú e Rua Carlos Benack	Galeria	4,10x3,22x10,80	Permanece
19	Entre Rua Ipiriú e Rua Carlos Benack	Galeria	5,26x3,06x38,00	Permanece
20	Rua Ibirama	Galeria	5,15x2,33x105,00	Permanece
21	Rua Carlos Benack	Galeria	2,60x1,90/2,60x1,90x41,00	Permanece
22	Rua Dona Francisca	Galeria	4,00x2,00x134,00	Implantação

Continua...

QUADRO 2.12
SUB-BACIA DO RIO MIRANDINHA – OBRAS – ALTERNATIVA B

Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)	Situação
23	Entre Rua Dona Francisca e Rua Alfredo Marquadt	Galeria	5,63x3,37x14,50	Permaneça
24	Av. Beira Rio	Galeria	2,60x1,90/2,60x1,90 x20,00	Permaneça
Galerias By-Pass				
Galeria By-Pass Mirandinha Trecho 1		Galeria	2,50x2,00x767,16	Implantação
Galeria By-Pass Mirandinha Trecho 2		Galeria	3,50x2,50x300,00	Implantação
Galeria By-Pass Mirandinha Trecho 3		Galeria	3,50x2,70x620,00	Implantação

O desenho 951-PMJ-PDC-A3-P791 (vide Anexo I) apresenta as obras previstas na sub-bacia do rio Mirandinha 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 Mirandinha para a alternativa B. A galeria By-Pass proposta foi dimensionada para vazões de projeto de 11,87, 16,34, 29,09 e 30,00 m³/s.

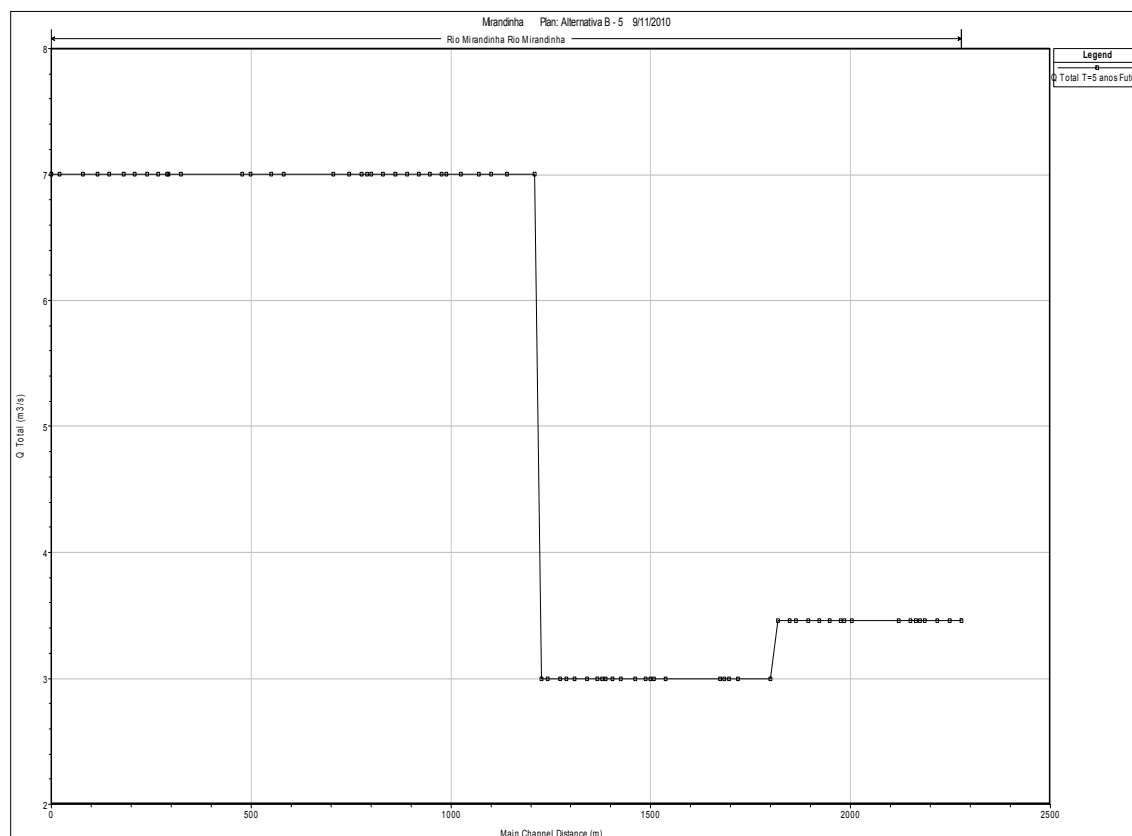


Figura 2.4 – Vazões no Rio Mirandinha – Alternativa B.

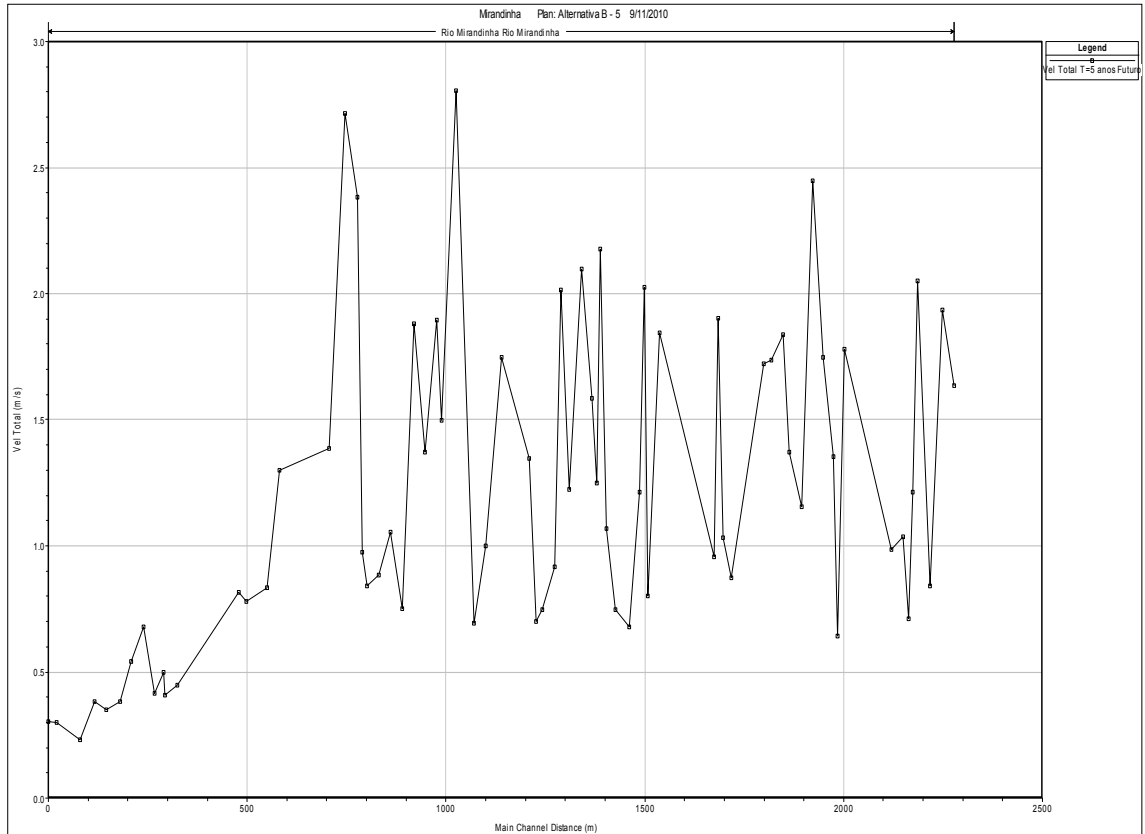


Figura 2.5 – Velocidades no Rio Mirandinha – Alternativa B.

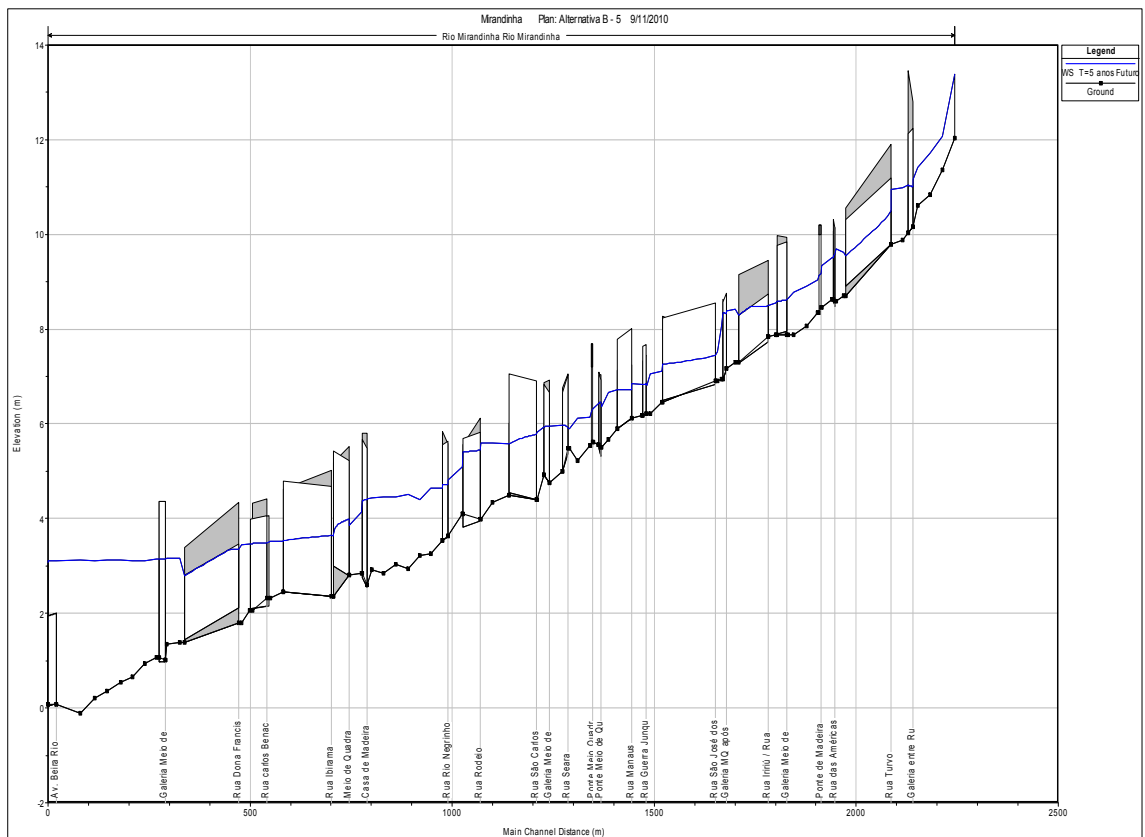


Figura 2.6 – Níveis d'água no Rio Mirandinha – Alternativa B.

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 MIRANDINHA – 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)
Mirandinha	2,16	57,82	364,73	124,88	787,82	141,22	94,15

QUADRO 2.14

SUB-BACIA DO RIO MIRANDINHA – 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	1.246,58	32,0	29,86	333,19	9.947,72
Pontes e Galerias	2.684,43	68,0	64,29	695,75	44.731,82
				Total (R\$/ano)	54.679,53

2.4.3 Alternativa C

A alternativa C considera, em combinação com outras intervenções, a utilização de reservatórios de retenção 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 Mirandinha 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 MIRANDINHA – OBRAS – ALTERNATIVA C

Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)	Situação
1	Entre Rua Francisco Gomes e Rua Turvo	Galeria	2,38x2,08x10,40	Permanece
2	Rua Turvo	Galeria	2,60x1,00x112,25	Permanece
3	Rua das Américas	Ponte	2,36x1,66x3,82	Permanece
4	Entre Rua das Américas e Rua Corupaiti	Ponte	2,17x1,71x5,36	Permanece
5	Entre Rua Corupaiti e Rua Iriú	Galeria	3,69x1,83x23,66	Remoção
6	Rua Iriú	Galeria	3,04x1,25x77,49	Remoção

Continua...

QUADRO 2.16
SUB-BACIA DO RIO MIRANDINHA – OBRAS – ALTERNATIVA C

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>	<i>Situação</i>
7	Entre Rua Estados Unidos e Rua São José dos Cedros	Galeria	2,38x1,51x8,48	Remoção
8	Rua São José dos Cedros	Galeria	5,00x2,00x131,21	Implantação
9	Rua Guerra Junqueira	Galeria	5,00x2,50x8,00	Implantação
10	Rua Manaus	Galeria	5,00x2,50x35,67	Implantação
11	Entre Rua Manaus e Rua Seara	Ponte	2,97x1,78x4,24	Remoção
12	Entre Rua Manaus e Rua Seara	Ponte	3,45x1,68x3,95	Remoção
13	Rua Seara	Galeria	6,00x3,00x13,00	Implantação
14	Entre Rua Seara e Rua São Carlos	Galeria	4,40x2,02x15,03	Remoção
15	Rua São Carlos	Galeria	6,00x3,00x67,65	Implantação
16	Rua Rodeio	Galeria	6,00x2,50x43,60	Implantação
17	Rua Rio Negrinho	Galeria	5,00x2,50x12,50	Implantação
18	Entre Rua Iririú e Rua Carlos Benack	Galeria	4,10x3,22x10,80	Remoção
19	Entre Rua Iririú e Rua Carlos Benack	Galeria	5,26x3,06x38,00	Remoção
20	Rua Ibirama	Galeria	5,00x2,60x118,60	Implantação
21	Rua Carlos Benack	Galeria	5,00x3,00x41,00	Implantação
22	Rua Dona Francisca	Galeria	5,00x3,00x134,00	Implantação
23	Entre Rua Dona Francisca e Rua Alfredo Marquadt	Galeria	5,00x3,00x14,50	Implantação
24	Av. Beira Rio	Galeria	5,00x3,80x20,00	Implantação
Implantação do Canal				
	Canal Mirandinha Trecho 1	Canal Trapezoidal	3,00x(var.)x461,36	Implantação
	Canal Mirandinha Trecho 2	Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x572,47	Implantação
	Canal Mirandinha Trecho 3	Canal Trapezoidal	5,00x(var.)x221,01	Implantação
	Canal Mirandinha Trecho 4	Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x989,01	Implantação

QUADRO 2.17
SUB-BACIA DO RIO MIRANDINHA – 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 de Detenção R9.1	22.291,59	26,716	12,635	Implantação

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



Figura 2.7 – Localização do Reservatório R9.1.

O reservatório foi denominado R9.1 e está localizado entre as ruas Prof. Sinhazinha e Rio Negrinho, conforme ilustrado na Figura 2.7.

O desenho 951-PMJ-PDC-A3-P792 (vide Anexo I) apresenta as obras previstas na sub-bacia do rio Mirandinha 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 Mirandinha para a alternativa C.

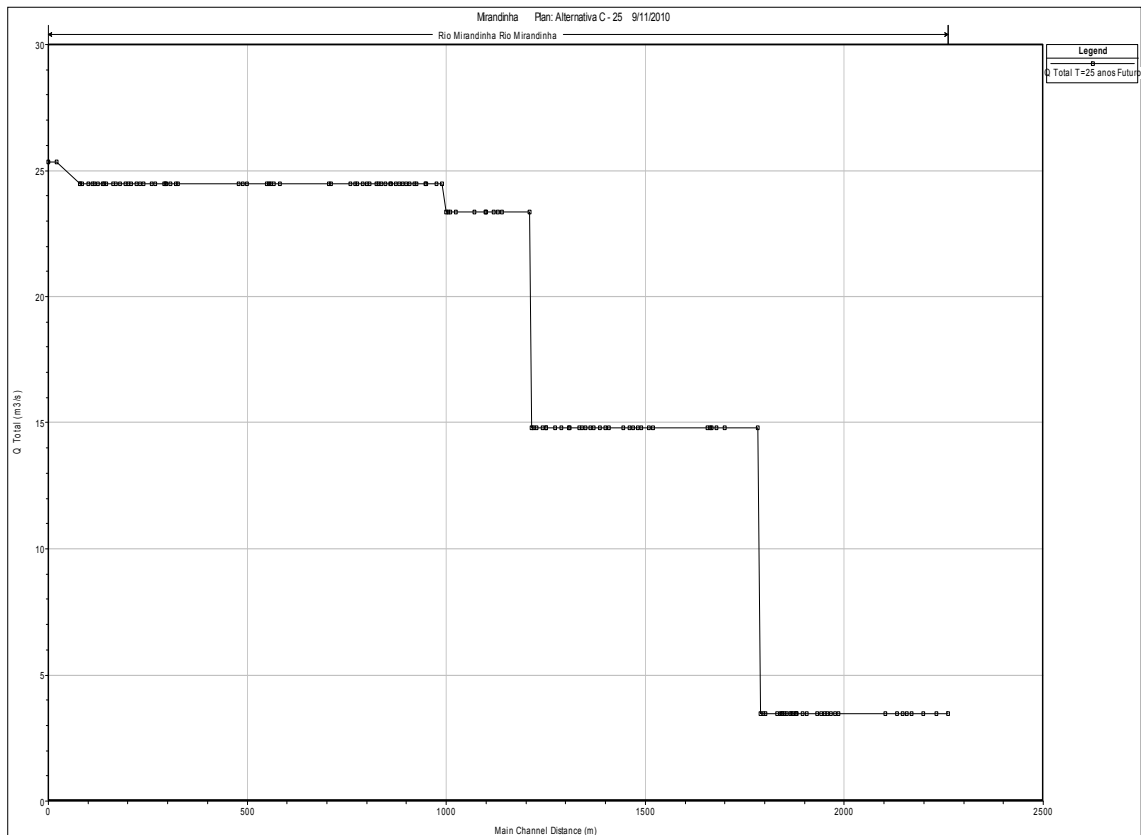


Figura 2.8 – Vazões no Rio Mirandinha – Alternativa C.

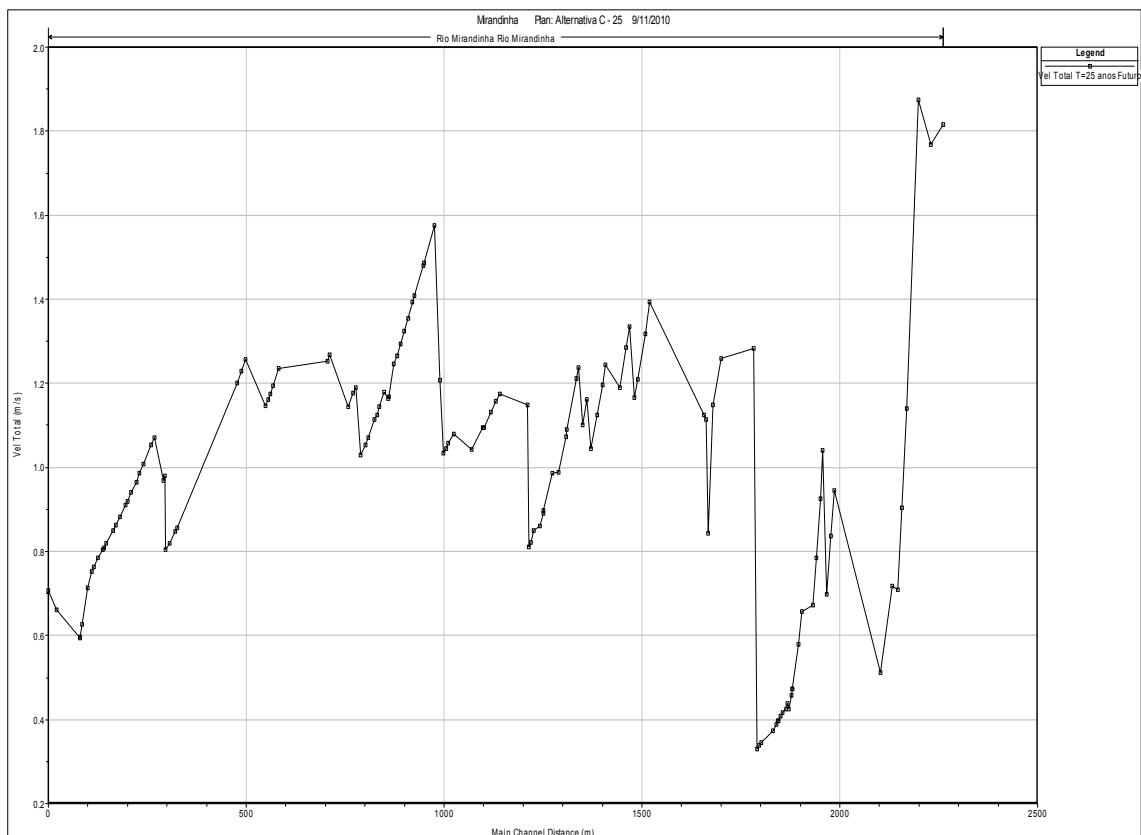


Figura 2.9 – Velocidades no Rio Mirandinha – Alternativa C.

QUADRO 2.18

SUB-BACIA DO MIRANDINHA – 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)
Mirandinha	2,16	57,82	364,73	124,88	787,82	141,22	94,15
Reservatórios	1,49	57,82	364,73	86,15	543,45	131,88	87,92

QUADRO 2.19

SUB-BACIA DO RIO MIRANDINHA – 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	1.472,31	66,0	61,78	333,19	20.583,19
Pontes e Galerias	771,54	34,0	32,37	695,75	22.523,36
Reservatórios	-	-	87,92	333,19	29.293,31
Total (R\$/ano)					72.399,86

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:

- Custos de investimento;
- Custos de operação e manutenção,
- Benefícios resultantes;
- Fluxo de caixa de um período de 25 anos; 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 MIRANDINHA – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA A

OBRAS EXISTENTES			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
1	Entre Rua Francisco Gomes e Rua Turvo	Galeria	2,38x2,08x10,40
2	Rua Turvo	Galeria	2,60x1,00x112,25
3	Rua das Américas	Ponte	2,36x1,66x3,82
4	Entre Rua das Américas e Rua Corupaiti	Ponte	2,17x1,71x5,36
OBRAS A REMOVER			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
5	Entre Rua Corupaiti e Rua Iriú	Galeria	3,69x1,83x23,66
7	Entre Rua Estados Unidos e Rua São José dos Cedros	Galeria	2,38x1,51x8,48
11	Entre Rua Manaus e Rua Seara	Ponte	2,97x1,78x4,24
12	Entre Rua Manaus e Rua Seara	Ponte	3,45x1,68x3,95
14	Entre Rua Seara e Rua São Carlos	Galeria	4,40x2,02x15,03
18	Entre Rua Iriú e Rua Carlos Benack	Galeria	4,10x3,22x10,80
19	Entre Rua Iriú e Rua Carlos Benack	Galeria	5,26x3,06x38,00
OBRAS PROPOSTAS			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
6	Rua Iriú	Galeria	5,00x2,00x73,42
8	Rua São José dos Cedros	Galeria	5,00x2,00x13,00
9	Rua Guerra Junqueira	Galeria	5,00x2,50x8,00
10	Rua Manaus	Galeria	5,00x2,50x13,00
13	Rua Seara	Galeria	6,00x3,00x13,00
15	Rua São Carlos	Galeria	6,00x3,00x13,00
16	Rua Rodeio	Galeria	6,00x2,50x13,00
17	Rua Rio Negrinho	Galeria	7,50x2,50x12,50
20	Rua Ibirama	Galeria	7,00x2,60x13,00
21	Rua Carlos Benack	Galeria	7,00x3,00x13,00
22	Rua Dona Francisca	Galeria	7,00x3,00x20,00
23	Entre Rua Dona Francisca e Rua Alfredo Marquadt	Galeria	7,00x3,00x14,50
24	Av. Beira Rio	Galeria	6,00x3,80x20,00

Continua...

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

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>
Implantação do Canal			
	Canal Mirandinha Trecho 1	Canal Trapezoidal	3,00x(var.)x461,36
	Canal Mirandinha Trecho 2	Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x572,47
	Canal Mirandinha Trecho 3	Canal Trapezoidal	5,00x(var.)x221,01
	Canal Mirandinha Trecho 4	Canal Trapezoidal	6,00x(var.)x989,01
Obs: As obras existentes indicadas são mantidas na solução proposta.			

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 3.2
SUB-BACIA DO RIO MIRANDINHA – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA B

OBRAS EXISTENTES			
<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>
1	Entre Rua Francisco Gomes e Rua Turvo	Galeria	2,38x2,08x10,40
2	Rua Turvo	Galeria	2,60x1,00x112,25
3	Rua das Américas	Ponte	2,36x1,66x3,82
4	Entre Rua das Américas e Rua Corupaiti	Ponte	2,17x1,71x5,36
5	Entre Rua Corupaiti e Rua Iriirú	Galeria	3,69x1,83x23,66
6	Rua Iriirú	Galeria	3,04x1,25x77,49
8	Rua São José dos Cedros	Galeria	5,03x1,88x131,21
9	Rua Guerra Junqueira	Ponte	3,54x1,51x12,47
10	Rua Manaus	Ponte	3,55x1,90x36,02
11	Entre Rua Manaus e Rua Seara	Ponte	2,97x1,78x4,24
12	Entre Rua Manaus e Rua Seara	Ponte	3,45x1,68x3,95
13	Rua Seara	Ponte	3,26x2,16x13,00
14	Entre Rua Seara e Rua São Carlos	Galeria	4,40x2,02x15,03
15	Rua São Carlos	Galeria	3,75x2,55x67,24
16	Rua Rodeio	Galeria	2,68x2,66x31,78
17	Rua Rio Negrinho	Ponte	4,08x2,48x12,63
18	Entre Rua Iriirú e Rua Carlos Benack	Galeria	4,10x3,22x10,80
19	Entre Rua Iriirú e Rua Carlos Benack	Galeria	5,26x3,06x38,00
20	Rua Ibirama	Galeria	5,15x2,33x105,00
21	Rua Carlos Benack	Galeria	2,60x1,90/2,60x1,90 x41,00
23	Entre Rua Dona Francisca e Rua Alfredo Marquadt	Galeria	5,63x3,37x14,50
24	Av. Beira Rio	Galeria	2,60x1,90/2,60x1,90 x20,00

Continua...

QUADRO 3.2
SUB-BACIA DO RIO MIRANDINHA – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA B

OBRAS PROPOSTAS			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
7	Entre Rua Estados Unidos e Rua São José dos Cedros	Galeria	2,74x1,50x73,42
22	Rua Dona Francisca	Galeria	4,00x2,00x134,00
Galerias By-Pass			
25	Galeria By-Pass Mirandinha Trecho 1	Galeria	2,50x2,00x767,16
26	Galeria By-Pass Mirandinha Trecho 2	Galeria	3,50x2,50x300,00
27	Galeria By-Pass Mirandinha Trecho 3	Galeria	3,50x2,70x620,00

Obs: As obras existentes indicadas são mantidas na solução proposta.

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 3.3
SUB-BACIA DO RIO WALTER BRANDT – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA C

OBRAS EXISTENTES			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
1	Entre Rua Francisco Gomes e Rua Turvo	Galeria	2,38x2,08x10,40
2	Rua Turvo	Galeria	2,60x1,00x112,25
3	Rua das Américas	Ponte	2,36x1,66x3,82
4	Entre Rua das Américas e Rua Corupaiti	Ponte	2,17x1,71x5,36
OBRAS A REMOVER			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
5	Entre Rua Corupaiti e Rua Ipiriú	Galeria	3,69x1,83x23,66
6	Rua Ipiriú	Galeria	3,04x1,25x77,49
7	Entre Rua Estados Unidos e Rua São José dos Cedros	Galeria	2,38x1,51x8,48
11	Entre Rua Manaus e Rua Seara	Ponte	2,97x1,78x4,24
12	Entre Rua Manaus e Rua Seara	Ponte	3,45x1,68x3,95
14	Entre Rua Seara e Rua São Carlos	Galeria	4,40x2,02x15,03
18	Entre Rua Ipiriú e Rua Carlos Benack	Galeria	4,10x3,22x10,80
19	Entre Rua Ipiriú e Rua Carlos Benack	Galeria	5,26x3,06x38,00
OBRAS PROPOSTAS			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
8	Rua São José dos Cedros	Galeria	5,00x2,00x131,21
9	Rua Guerra Junqueira	Galeria	5,00x2,50x8,00
10	Rua Manaus	Galeria	5,00x2,50x35,67

Continua...

QUADRO 3.3
SUB-BACIA DO RIO WALTER BRANDT – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA C

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>
OBRAS PROPOSTAS			
13	Rua Seara	Galeria	6,00x3,00x13,00
15	Rua São Carlos	Galeria	6,00x3,00x67,65
16	Rua Rodeio	Galeria	6,00x2,50x43,60
17	Rua Rio Negrinho	Galeria	5,00x2,50x12,50
20	Rua Ibirama	Galeria	5,00x2,60x118,60
21	Rua Carlos Benack	Galeria	5,00x3,00x41,00
22	Rua Dona Francisca	Galeria	5,00x3,00x134,00
23	Entre Rua Dona Francisca e Rua Alfredo Marquadt	Galeria	5,00x3,00x14,50
24	Av. Beira Rio	Galeria	5,00x3,80x20,00
Implantação do Canal			
	Canal Mirandinha Trecho 1	Canal Trapezoidal	3,00x(var.)x461,36
	Canal Mirandinha Trecho 2	Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x572,47
	Canal Mirandinha Trecho 3	Canal Trapezoidal	5,00x(var.)x221,01
	Canal Mirandinha Trecho 4	Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x989,01
Obs: As obras existentes indicadas são mantidas na solução proposta.			

QUADRO 3.4
SUB-BACIA DO RIO MIRANDINHA – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS DE RESERVAÇÃO – ALTERNATIVA C

<i>Tipo</i>	<i>Volume de Acumulação (m³)</i>
Reservatório de Detenção R9.1	22.291,59

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 3.5
SUB-BACIA DO RIO MIRANDINHA – CARACTERÍSTICAS DA CURVA PARAMÉTRICA
COMPLEMENTAR

Base (m)	Canal Revestido		
	$Y1 = (a \times h^b) \times L$		$Y2 = c \times V$
	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
Base (m)	Canal Não Revestido		
	$Y1 = (a \times h^b) \times L$		$Y2 = c \times V$
	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 3.6
SUB-BACIA DO RIO MIRANDINHA – CUSTOS DE INVESTIMENTOS – PREÇOS FINANCEIROS –
ALTERNATIVA A

CUSTOS FINAIS (R\$)	
Remoção	425.262,07
Construção de Canais	7.583.451,82
Construção de Pontes	-
Construção de Galerias	4.110.895,82
Construção de Reservatórios	-
Total Construção	12.119.609,72
BDI (30%)	3.635.882,91
Total Custos Diretos	15.755.492,63
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	1.260.439,41
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	472.664,78
Contingência (25%)	3.938.873,16
Total Outros Custos	5.671.977,35
Desapropriações	51.213.307,95
TOTAL	72.640.777,93

3.2.2 Custos da Alternativa B

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

QUADRO 3.7

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

CUSTOS FINAIS (R\$)	
Remoção	-
Construção de Canais	-
Construção de Pontes	-
Construção de Galerias	14.431.723,36
Construção de Reservatórios	-
Total Construção	14.431.723,36
BDI (30%)	4.329.517,01
Total Custos Diretos	18.761.240,37
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	1.500.899,23
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	562.837,21
Contingência (25%)	4.690.310,09
Total Outros Custos	6.754.046,53
Desapropriações	1.472.609,89
TOTAL	26.987.896,79

3.2.3 Custos da Alternativa C

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

QUADRO 3.8

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

CUSTOS FINAIS (R\$)	
Remoção	425.262,07
Construção de Canais	7.258.591,50
Construção de Pontes	-
Construção de Galerias	9.379.255,18
Construção de Reservatórios	1.776.457,37
Total Construção	18.839.566,12
BDI (30%)	5.651.869,84
Total Custos Diretos	24.491.435,96
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	1.959.314,88
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	734.743,08
Contingência (25%)	6.122.858,99
Total Outros Custos	8.816.916,94
Desapropriações	57.037.075,22
TOTAL	90.345.428,12

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 3.9
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 3.10
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>
68.584.950,82	34.917,37	22.390.904,24	51.398,76	83.195.619,19	68.055,87

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 Mirandinha (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 Mirandinha 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 3.11
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)	0,044	0,078	0,138	0,180
		Lâmina d'água (m)	0,534	0,533	0,596	0,684
	25-A	Área Inundável (Km ²)	-	-	-	0,008
		Lâmina d'água (m)	-	-	-	0,888
	25-B	Área Inundável (Km ²)	-	-	-	0,008
		Lâmina d'água (m)	-	-	-	0,886
	25-C	Área Inundável (Km ²)	-	-	-	0,006
		Lâmina d'água (m)	-	-	-	0,563

O valor médio do metro quadrado das edificações na sub-bacia do rio Mirandinha 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 3.12
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	3.527.764	6.198.264	12.288.048	18.422.813	2.185.357	-
25-A	-	-	-	1.059.640	21.193	2.164.165

QUADRO 3.13
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	3.527.764	6.198.264	12.288.048	18.422.813	2.185.357	-
25-B	-	-	-	1.041.339	20.827	2.164.531

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

QUADRO 3.14
BENEFÍCIOS ECONÔMICOS PARA ALTERNATIVA C – TR 25 ANOS

<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	3.527.764	6.198.264	12.288.048	18.422.813	2.185.357	-
25-C	-	-	-	480.983	9.620	2.175.738

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 Mirandinha. 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.

A variável utilizada como resposta na estimativa de uma função hedônica é a variável denominada **vm2**, que é resultado da divisão entre o valor venal total e a área do terreno. O valor venal total foi estimado através da soma do valor do terreno e o valor da construção.

Num primeiro momento, foram identificadas quais variáveis seriam utilizadas na estimação do modelo hedônico, a qual se realizou através de uma análise univariada das variáveis constantes do banco de dados, a saber: *inunda* (imóvel sofre inundação), *uso* (uso do imóvel), *tipo* (tipo do imóvel) e *estrutura* (estrutura da construção).

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: *inunda*, *uso*, *apart*, *casa*, *loja*, *galpão*, *bacia* e *estrutura*, resultando nos coeficientes apresentados no Quadro 3.15.

QUADRO 3.15
COEFICIENTES PARA ESTIMATIVA DO MODELO DE VALORIZAÇÃO IMOBILIÁRIA

	Coeficientes não estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Intervalo de confiança para B a 95%	
	B	Erro tip	Beta			Limite inferior	Limite superior
(Constante)	162,576	19,748	-	8,233	0,000	123,832	201,320
apart	-91,144	23,005	-0,200	-3,962	0,000	-136,279	-46,009
casa	-31,856	19,773	-0,181	-1,611	0,107	-70,650	6,938
loja	-39,130	19,927	-0,134	-1,964	0,050	-78,227	-0,034
galpao	-49,859	19,774	-0,208	-2,521	0,012	-88,655	-11,064
estrutr1	-57,961	3,694	-0,416	-15,692	0,000	-65,208	-50,714
inunda	-2,977	3,253	-0,024	-0,915	0,360	-9,359	3,405
usor1	11,318	7,843	0,056	1,443	0,149	-4,071	26,706

a Variable dependiente: 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:

$$Z = 4,775 - 0,611 \cdot \text{apart} - 0,594 \cdot \text{estrutura} - 0,055 \cdot \text{inunda}$$

ou seja, o valor do metro quadrado total é valorizado⁴ em 5,65% após a implantação do projeto.

Os Quadros 3.16 a 3.19 apresentam os resultados para o modelo final ajustado e através destas observa-se que o modelo ajustado explica 22,9% 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.

QUADRO 3.16
ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

	Média	Desvio Padrão	N
lnvm2	4,5825	0,55888	1198
apart	0,02	0,134	1198
estrutr1	0,26	0,440	1198
inunda	0,46	0,499	1198

⁴ 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).
 $\ln(y_{si}) - \ln(y_{ci}) = \alpha - (\alpha - \beta) = \beta$
 $\ln((y_{si}/y_{ci})) = \beta = (y_{si}/y_{ci}) = \exp(\beta)$ A valorização relativa é $((y_{si}/y_{ci})/y_{ci}) = ((\exp(\beta))-1)*100$.

QUADRO 3.17

ANOVA

	<i>Soma de quadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Média quadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig</i>
Regressão	86,238	3	28,746	119,322	,000(a)
Residual	287,647	1194	,241	-	-
Total	373,885	1197	-	-	-

a Variáveis preditoras: (Constante), inunda, apart, estrut1

b Variável dependente: Invm2

QUADRO 3.18

COEFICIENTES

	<i>Coefficientes no 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 tip</i>	<i>Beta</i>			<i>Limite inferior</i>	<i>Limite superior</i>
(Constante)	4,775	0,021		222,818	0,000	4,733	4,817
apart	-0,611	0,106	-0,147	-5,762	0,000	-0,819	-0,403
estrutr1	-0,594	0,032	-0,468	-18,372	0,000	-0,658	-0,531
inunda	-0,055	0,028	-0,049	-1,925	0,055	-0,111	0,001

QUADRO 3.19

R AJUSTADO

<i>R</i>	<i>R quadrado</i>	<i>R quadrado corrigida</i>
0,480(a)	0,231	0,229

Ao valor monetário do conjunto de imóveis identificados como pertencentes à sub-bacia do rio Mirandinha e que encontram-se em áreas alagáveis foi aplicado o percentual de 6,4% 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\$998,60/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 Mirandinha.

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 Mirandinha, o valor do benefício econômico, calculado conforme os procedimentos descritos acima, atingiu a quantia de R\$7,230 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 TRs de 5, 10, 25 e 50 anos. O benefício de tráfego para a sub-bacia do rio Mirandinha 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 Mirandinha 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\$13.905/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 3.20 a 3.22 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 3.23 apresenta a síntese dos resultados para as alternativas A, B e C.

QUADRO 3.20
ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO – ALTERNATIVA A

SUB BACIA MIRANDINHA

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	-	-	-	-	-	68.584.951		-	-	68.584.951	(68.584.951)
2	261.335	2.005.536	13.905	456.155	2.736.932	-		34.917	-	34.917	2.702.014
3	261.335	2.005.536	13.905	456.155	2.736.932	-		34.917	-	34.917	2.702.014
4	261.335	2.005.536	13.905	456.155	2.736.932	-		34.917	-	34.917	2.702.014
5	261.335	2.005.536	13.905	456.155	2.736.932	-		34.917	-	34.917	2.702.014
6	261.335	2.005.536	13.905	456.155	2.736.932	-		34.917	-	34.917	2.702.014
7	261.335		13.905	55.048	330.288	-		34.917	-	34.917	295.371
8	261.335		13.905	55.048	330.288	-		34.917	-	34.917	295.371
9	261.335		13.905	55.048	330.288	-		34.917	-	34.917	295.371
10	261.335		13.905	55.048	330.288	-		34.917	-	34.917	295.371
11	261.335		13.905	55.048	330.288	-		34.917	-	34.917	295.371
12	261.335		13.905	55.048	330.288	-		34.917	-	34.917	295.371
13	261.335		13.905	55.048	330.288	-		34.917	-	34.917	295.371
14	261.335		13.905	55.048	330.288	-		34.917	-	34.917	295.371
15	261.335		13.905	55.048	330.288	-		34.917	-	34.917	295.371
16	261.335		13.905	55.048	330.288	-		34.917	-	34.917	295.371
17	261.335		13.905	55.048	330.288	-		34.917	-	34.917	295.371
18	261.335		13.905	55.048	330.288	-		34.917	-	34.917	295.371
19	261.335		13.905	55.048	330.288	-		34.917	-	34.917	295.371
20	261.335		13.905	55.048	330.288	-		34.917	-	34.917	295.371
21	261.335		13.905	55.048	330.288	-		34.917	-	34.917	295.371
22	261.335		13.905	55.048	330.288	-		34.917	-	34.917	295.371
23	261.335		13.905	55.048	330.288	-		34.917	-	34.917	295.371
24	261.335		13.905	55.048	330.288	-		34.917	-	34.917	295.371
25	261.335		13.905	55.048	330.288	-		34.917	-	34.917	295.371
VPL	2.034.315	7.229.509	108.241	1.874.413	11.246.478	68.584.951	-	271.808	-	68.856.759	(57.610.280)

*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 B

SUB BACIA MIRANDINHA

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 -2,54%
1	-	-			-	22.390.904		-	-	22.390.904	(22.390.904)
2	261.379	2.005.536	13.905	456.164	2.736.985	-		51.399	-	51.399	2.685.586
3	261.379	2.005.536	13.905	456.164	2.736.985	-		51.399	-	51.399	2.685.586
4	261.379	2.005.536	13.905	456.164	2.736.985	-		51.399	-	51.399	2.685.586
5	261.379	2.005.536	13.905	456.164	2.736.985	-		51.399	-	51.399	2.685.586
6	261.379	2.005.536	13.905	456.164	2.736.985	-		51.399	-	51.399	2.685.586
7	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
8	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
9	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
10	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
11	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
12	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
13	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
14	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
15	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
16	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
17	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
18	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
19	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
20	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
21	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
22	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
23	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
24	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
25	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
VPL	2.034.659	7.229.509	108.241	1.874.482	11.246.891	22.390.904	-	400.104	-	22.791.008	(11.544.117)

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

QUADRO 3.22
ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO – ALTERNATIVA C

SUB BACIA MIRANDINHA

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 #DIV/0!
1	-	-			-	83.195.619		-	-	83.195.619	(83.195.619)
2	262.733	2.005.536	13.905	456.435	2.738.609	-		68.056	-	68.056	2.670.553
3	262.733	2.005.536	13.905	456.435	2.738.609	-		68.056	-	68.056	2.670.553
4	262.733	2.005.536	13.905	456.435	2.738.609	-		68.056	-	68.056	2.670.553
5	262.733	2.005.536	13.905	456.435	2.738.609	-		68.056	-	68.056	2.670.553
6	262.733	2.005.536	13.905	456.435	2.738.609	-		68.056	-	68.056	2.670.553
7	262.733		13.905	55.328	331.965	-		68.056	-	68.056	263.909
8	262.733		13.905	55.328	331.965	-		68.056	-	68.056	263.909
9	262.733		13.905	55.328	331.965	-		68.056	-	68.056	263.909
10	262.733		13.905	55.328	331.965	-		68.056	-	68.056	263.909
11	262.733		13.905	55.328	331.965	-		68.056	-	68.056	263.909
12	262.733		13.905	55.328	331.965	-		68.056	-	68.056	263.909
13	262.733		13.905	55.328	331.965	-		68.056	-	68.056	263.909
14	262.733		13.905	55.328	331.965	-		68.056	-	68.056	263.909
15	262.733		13.905	55.328	331.965	-		68.056	-	68.056	263.909
16	262.733		13.905	55.328	331.965	-		68.056	-	68.056	263.909
17	262.733		13.905	55.328	331.965	-		68.056	-	68.056	263.909
18	262.733		13.905	55.328	331.965	-		68.056	-	68.056	263.909
19	262.733		13.905	55.328	331.965	-		68.056	-	68.056	263.909
20	262.733		13.905	55.328	331.965	-		68.056	-	68.056	263.909
21	262.733		13.905	55.328	331.965	-		68.056	-	68.056	263.909
22	262.733		13.905	55.328	331.965	-		68.056	-	68.056	263.909
23	262.733		13.905	55.328	331.965	-		68.056	-	68.056	263.909
24	262.733		13.905	55.328	331.965	-		68.056	-	68.056	263.909
25	262.733		13.905	55.328	331.965	-		68.056	-	68.056	263.909
VPL	2.045.193	7.229.509	108.241	1.876.589	11.259.533	83.195.619	-	529.768	-	83.725.388	(72.465.855)

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

QUADRO 3.23
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	2.034.314,74	7.229.509,43	108.241,11	1.874.413,06	11.246.478,34	68.584.950,82	271.807,81	68.856.758,63	-57.610.280,29	#NÚM!	4,99	1,00	3,02
ALTERNATIVA "B" - 25 ANOS	2.034.658,81	7.229.509,43	108.241,11	1.874.481,87	11.246.891,21	22.390.904,24	400.104,17	22.791.008,41	-11.544.117,20	-2,54%	1,00	1,00	1,00
ALTERNATIVA "C" - 25 ANOS	2.045.193,48	7.229.509,43	108.241,11	1.876.588,80	11.259.532,83	83.195.619,19	529.768,38	83.725.387,57	-72.465.854,75	#DIV/0!	6,28	1,00	3,67
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, o teste encontrou um divisor zero — por exemplo, =5/0.

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 Mirandinha, 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 MIRANDINHA – 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 Rua Francisco Gomes e Rua Turvo	2,38x2,08x10,40	2,38x2,08x10,40	2,38x2,08x10,40	2,38x2,08x10,40
2	Rua Turvo	2,60x1,00x112,30	2,60x1,00x112,30	2,60x1,00x112,30	2,60x1,00x112,30
3	Rua das Américas	2,36x1,66x3,82	2,36x1,66x3,82	2,36x1,66x3,82	2,36x1,66x3,82
4	Entre Rua das Américas e Rua Corupaiti	2,17x1,71x5,36	2,17x1,71x5,36	2,17x1,71x5,36	2,17x1,71x5,36
5	Entre Rua Corupaiti e Rua Ipiriú	3,69x1,83x23,66	3,69x1,83x23,66	3,69x1,83x23,66	3,69x1,83x23,66
6	Rua Ipiriú	3,04x1,25x77,49	3,04x1,25x77,49	3,04x1,25x77,49	3,04x1,25x77,49
7	Entre Rua Estados Unidos e Rua São José dos Cedros	2,74x1,50x73,42	2,74x1,50x73,42	2,74x1,50x73,42	2,74x1,50x73,42
8	Rua São José dos Cedros	5,03x1,88x131,20	5,03x1,88x131,20	5,03x1,88x131,20	5,03x1,88x131,20
9	Rua Guerra Junqueira	3,54x1,51x12,47	3,54x1,51x12,47	3,54x1,51x12,47	3,54x1,51x12,47
10	Rua Manaus	3,55x1,90x36,02	3,55x1,90x36,02	3,55x1,90x36,02	3,55x1,90x36,02
11	Entre Rua Manaus e Rua Seara	2,97x1,78x4,24	2,97x1,78x4,24	2,97x1,78x4,24	2,97x1,78x4,24
12	Entre Rua Manaus e Rua Seara	3,45x1,68x3,95	3,45x1,68x3,95	3,45x1,68x3,95	3,45x1,68x3,95
13	Rua Seara	3,26x2,16x13,00	3,26x2,16x13,00	3,26x2,16x13,00	3,26x2,16x13,00
14	Entre Rua Seara e Rua São Carlos	4,40x2,02x15,03	4,40x2,02x15,03	4,40x2,02x15,03	4,40x2,02x15,03
15	Rua São Carlos	3,75x2,55x67,24	3,75x2,55x67,24	3,75x2,55x67,24	3,75x2,55x67,24
16	Rua Rodeio	2,68x2,66x31,78	2,68x2,66x31,78	2,68x2,66x31,78	2,68x2,66x31,78
17	Rua Rio Negrinho	4,08x2,48x12,63	4,08x2,48x12,63	4,08x2,48x12,63	4,08x2,48x12,63
18	Entre Rua Ipiriú e Rua Carlos Benack	4,10x3,22x10,80	4,10x3,22x10,80	4,10x3,22x10,80	4,10x3,22x10,80
19	Entre Rua Ipiriú e Rua Carlos Benack	5,26x3,06x38,00	5,26x3,06x38,00	5,26x3,06x38,00	5,26x3,06x38,00
20	Rua Ibirama	5,15x2,33x105,00	5,15x2,33x105,00	5,15x2,33x105,00	5,15x2,33x105,00
21	Rua Carlos Benack	2,60x1,90/2,60x1,90x41,00	2,60x1,90/2,60x1,90x41,00	2,60x1,90/2,60x1,90x41,00	2,60x1,90/2,60x1,90x41,00
22	Rua Dona Francisca	4,00x2,00x134,00	4,00x2,00x134,00	4,00x2,00x134,00	4,00x2,00x134,00
23	Entre Rua Dona Francisca e Rua Alfredo Marquadt	5,63x3,37x14,50	5,63x3,37x14,50	5,63x3,37x14,50	5,63x3,37x14,50
24	Av. Beira Rio	2,60x1,90/2,60x1,90x20,00	2,60x1,90/2,60x1,90x20,00	2,60x1,90/2,60x1,90x20,00	2,60x1,90/2,60x1,90x20,00
25	Galeria By-Pass Mirandinha Trecho 1	2,00x1,80x767,16	2,00x2,00x767,16	2,50x2,00x767,16	3,00x2,00x767,16
26	Galeria By-Pass Mirandinha Trecho 2	3,00x2,00x920,00	3,00x2,50x300,00	3,50x2,50x300,00	4,00x2,50x300
27	Galeria By-Pass Mirandinha Trecho 3	-	3,00x2,70x620,00	3,50x2,70x620,00	4,00x2,70x620

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 MIRANDINHA – 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	-	-	-	-
Construção de Canais	-	-	-	-
Construção de Pontes	-	-	-	-
Construção de Galerias	11.178.916,98	12.607.836,77	14.431.723,36	16.230.317,19
Construção de Reservatórios	-	-	-	-
Total Construção	11.178.916,98	12.607.836,77	14.431.723,36	16.230.317,19
BDI (30%)	3.353.675,09	3.782.351,03	4.329.517,01	4.869.095,16
Total Custos Diretos	14.532.592,07	16.390.187,80	18.761.240,37	21.099.412,35
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	1.162.607,37	1.311.215,02	1.500.899,23	1.687.952,99
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	435.977,76	491.705,63	562.837,21	632.982,37
Contingência (25%)	3.633.148,02	4.097.546,95	4.690.310,09	5.274.853,09
Total Outros Custos	5.231.733,15	5.900.467,61	6.754.046,53	7.595.788,45
Desapropriações	1.472.609,89	1.472.609,89	1.472.609,89	1.472.609,89
TOTAL	21.236.935,11	23.763.265,30	26.987.896,79	30.176.810,69

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)⁵, altura média da lâmina d'água das alternativas (m) e o valor de mercado das edificações na sub-bacia do rio Mirandinha (R\$/ m^2) para os TRs 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.

⁵ Os cálculos foram feitos em metros quadrados para aumentar a precisão, mas são indicados em quilômetros quadrados somente para efeito de apresentação.

QUADRO 4.3
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	0,044	0,534	0,078	0,533	0,138	0,596	0,180	0,684
5-B	-	-	0,008	0,885	0,015	0,719	0,043	0,499
10-B	-	-	-	-	0,008	0,869	0,013	0,720
25-B	-	-	-	-	-	-	0,008	0,886
50-B	-	-	-	-	-	-	-	-

O valor médio do metro quadrado das edificações na sub-bacia do rio Mirandinha foi estimado em R\$998,60 a partir de pesquisas realizadas no mercado imobiliário de Joinville. Os benefícios estimados para cada período de retorno estão apresentados no Quadro 4.4.

QUADRO 4.4
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	3.527.764	6.198.264	12.288.048	18.422.813	2.185.357	-
5-B	-	10.039.574	1.562.169	3.240.006	231.244	1.954.113
10-B	-	-	1.011.629	1.448.369	69.433	2.115.925
25-B	-	-	-	1.041.339	20.827	2.164.531
50-B	-	-	-	-	-	2.185.357

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 TRs 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 4.5
BENEFÍCIOS ECONÔMICOS POR VALORIZAÇÃO IMOBILIÁRIA POR TEMPO DE RETORNO – VALORES ECONÔMICOS

<i>Período de Retorno</i>	<i>Benefícios por Valorização Imobiliária (R\$)</i>
5	2.136.947
10	4.076.861
25	7.229.509
50	9.452.008

4.3.3 Benefícios de Tráfego

Conforme metodologia já apresentada anteriormente, o benefício de tráfego para a sub-bacia do rio Mirandinha 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 Mirandinha 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 4.6
BENEFÍCIOS DE TRÁFEGO POR PERÍODO DE RETORNO

<i>Período de Retorno</i>	<i>Benefícios por Tráfego (R\$)</i>
5	34.690
10	61.039
25	108.241
50	142.517

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.

Como pode ser observado, o TR de 50 anos é o que proporciona maiores benefícios econômicos. Maximizando o retorno econômico, embora em nenhum dos TRs tenhamos TIR maior que 12% ou VPL maior que zero.

Embora a alternativa com o TR de 50 anos apareça com TIR superior à alternativa com TR de 25 anos, dado ao nível de detalhamento dos orçamentos nesta fase dos estudos, considera-se que ambas alternativas são equivalentes, uma vez que a diferença entre o VPL das duas alternativas é de apenas R\$120 mil em favor do TR de 50 anos, o que, considerando as razões expostas no tocante ao nível de detalhamento dos orçamentos, não é suficiente para defini-la como a melhor das duas alternativas.

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

QUADRO 4.7
ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO PARA PERÍODO DE RETORNO DE 5 ANOS

SUB BACIA MIRANDINHA											
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 #NÚM!
1	-	-	-	-	-	17.676.072		-	-	17.676.072	(17.676.072)
2	235.970	642.744	4.456	176.634	1.059.804	-		51.399	-	51.399	1.008.405
3	235.970	642.744	4.456	176.634	1.059.804	-		51.399	-	51.399	1.008.405
4	235.970	642.744	4.456	176.634	1.059.804	-		51.399	-	51.399	1.008.405
5	235.970	642.744	4.456	176.634	1.059.804	-		51.399	-	51.399	1.008.405
6	235.970	642.744	4.456	176.634	1.059.804	-		51.399	-	51.399	1.008.405
7	235.970		4.456	48.085	288.512	-		51.399	-	51.399	237.113
8	235.970		4.456	48.085	288.512	-		51.399	-	51.399	237.113
9	235.970		4.456	48.085	288.512	-		51.399	-	51.399	237.113
10	235.970		4.456	48.085	288.512	-		51.399	-	51.399	237.113
11	235.970		4.456	48.085	288.512	-		51.399	-	51.399	237.113
12	235.970		4.456	48.085	288.512	-		51.399	-	51.399	237.113
13	235.970		4.456	48.085	288.512	-		51.399	-	51.399	237.113
14	235.970		4.456	48.085	288.512	-		51.399	-	51.399	237.113
15	235.970		4.456	48.085	288.512	-		51.399	-	51.399	237.113
16	235.970		4.456	48.085	288.512	-		51.399	-	51.399	237.113
17	235.970		4.456	48.085	288.512	-		51.399	-	51.399	237.113
18	235.970		4.456	48.085	288.512	-		51.399	-	51.399	237.113
19	235.970		4.456	48.085	288.512	-		51.399	-	51.399	237.113
20	235.970		4.456	48.085	288.512	-		51.399	-	51.399	237.113
21	235.970		4.456	48.085	288.512	-		51.399	-	51.399	237.113
22	235.970		4.456	48.085	288.512	-		51.399	-	51.399	237.113
23	235.970		4.456	48.085	288.512	-		51.399	-	51.399	237.113
24	235.970		4.456	48.085	288.512	-		51.399	-	51.399	237.113
25	235.970		4.456	48.085	288.512	-		51.399	-	51.399	237.113
VPL	1.836.866	2.316.947	34.690	837.701	5.026.203	17.676.072	-	400.104	-	18.076.176	(13.049.973)

*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 4.8
ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO PARA PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS

SUB BACIA MIRANDINHA											
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 -4,53%
1	-	-			-	19.747.242		-	-	19.747.242	(19.747.242)
2	255.510	1.130.961	7.841	278.862	1.673.175	-		51.399	-	51.399	1.621.776
3	255.510	1.130.961	7.841	278.862	1.673.175	-		51.399	-	51.399	1.621.776
4	255.510	1.130.961	7.841	278.862	1.673.175	-		51.399	-	51.399	1.621.776
5	255.510	1.130.961	7.841	278.862	1.673.175	-		51.399	-	51.399	1.621.776
6	255.510	1.130.961	7.841	278.862	1.673.175	-		51.399	-	51.399	1.621.776
7	255.510		7.841	52.670	316.021	-		51.399	-	51.399	264.623
8	255.510		7.841	52.670	316.021	-		51.399	-	51.399	264.623
9	255.510		7.841	52.670	316.021	-		51.399	-	51.399	264.623
10	255.510		7.841	52.670	316.021	-		51.399	-	51.399	264.623
11	255.510		7.841	52.670	316.021	-		51.399	-	51.399	264.623
12	255.510		7.841	52.670	316.021	-		51.399	-	51.399	264.623
13	255.510		7.841	52.670	316.021	-		51.399	-	51.399	264.623
14	255.510		7.841	52.670	316.021	-		51.399	-	51.399	264.623
15	255.510		7.841	52.670	316.021	-		51.399	-	51.399	264.623
16	255.510		7.841	52.670	316.021	-		51.399	-	51.399	264.623
17	255.510		7.841	52.670	316.021	-		51.399	-	51.399	264.623
18	255.510		7.841	52.670	316.021	-		51.399	-	51.399	264.623
19	255.510		7.841	52.670	316.021	-		51.399	-	51.399	264.623
20	255.510		7.841	52.670	316.021	-		51.399	-	51.399	264.623
21	255.510		7.841	52.670	316.021	-		51.399	-	51.399	264.623
22	255.510		7.841	52.670	316.021	-		51.399	-	51.399	264.623
23	255.510		7.841	52.670	316.021	-		51.399	-	51.399	264.623
24	255.510		7.841	52.670	316.021	-		51.399	-	51.399	264.623
25	255.510		7.841	52.670	316.021	-		51.399	-	51.399	264.623
VPL	1.988.969	4.076.861	61.039	1.225.374	7.352.244	19.747.242	-	400.104	-	20.147.347	(12.795.103)

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

QUADRO 4.9
ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO PARA PERÍODO DE RETORNO DE 25 ANOS

SUB BACIA MIRANDINHA											
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 -2,54%
1	-	-			-	22.390.904		-	-	22.390.904	(22.390.904)
2	261.379	2.005.536	13.905	456.164	2.736.985	-		51.399	-	51.399	2.685.586
3	261.379	2.005.536	13.905	456.164	2.736.985	-		51.399	-	51.399	2.685.586
4	261.379	2.005.536	13.905	456.164	2.736.985	-		51.399	-	51.399	2.685.586
5	261.379	2.005.536	13.905	456.164	2.736.985	-		51.399	-	51.399	2.685.586
6	261.379	2.005.536	13.905	456.164	2.736.985	-		51.399	-	51.399	2.685.586
7	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
8	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
9	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
10	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
11	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
12	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
13	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
14	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
15	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
16	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
17	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
18	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
19	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
20	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
21	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
22	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
23	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
24	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
25	261.379		13.905	55.057	330.341	-		51.399	-	51.399	278.942
VPL	2.034.659	7.229.509	108.241	1.874.482	11.246.891	22.390.904	-	400.104	-	22.791.008	(11.544.117)

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

QUADRO 4.10
ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO PARA PERÍODO DE RETORNO DE 50 ANOS

SUB BACIA MIRANDINHA											
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 TIRE -1,60%
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		
1	-	-			-	24.997.905		-	-	24.997.905	(24.997.905)
2	263.894	2.622.079	18.180	580.831	3.484.983	-		51.399	-	51.399	3.433.585
3	263.894	2.622.079	18.180	580.831	3.484.983	-		51.399	-	51.399	3.433.585
4	263.894	2.622.079	18.180	580.831	3.484.983	-		51.399	-	51.399	3.433.585
5	263.894	2.622.079	18.180	580.831	3.484.983	-		51.399	-	51.399	3.433.585
6	263.894	2.622.079	18.180	580.831	3.484.983	-		51.399	-	51.399	3.433.585
7	263.894		18.180	56.415	338.489	-		51.399	-	51.399	287.090
8	263.894		18.180	56.415	338.489	-		51.399	-	51.399	287.090
9	263.894		18.180	56.415	338.489	-		51.399	-	51.399	287.090
10	263.894		18.180	56.415	338.489	-		51.399	-	51.399	287.090
11	263.894		18.180	56.415	338.489	-		51.399	-	51.399	287.090
12	263.894		18.180	56.415	338.489	-		51.399	-	51.399	287.090
13	263.894		18.180	56.415	338.489	-		51.399	-	51.399	287.090
14	263.894		18.180	56.415	338.489	-		51.399	-	51.399	287.090
15	263.894		18.180	56.415	338.489	-		51.399	-	51.399	287.090
16	263.894		18.180	56.415	338.489	-		51.399	-	51.399	287.090
17	263.894		18.180	56.415	338.489	-		51.399	-	51.399	287.090
18	263.894		18.180	56.415	338.489	-		51.399	-	51.399	287.090
19	263.894		18.180	56.415	338.489	-		51.399	-	51.399	287.090
20	263.894		18.180	56.415	338.489	-		51.399	-	51.399	287.090
21	263.894		18.180	56.415	338.489	-		51.399	-	51.399	287.090
22	263.894		18.180	56.415	338.489	-		51.399	-	51.399	287.090
23	263.894		18.180	56.415	338.489	-		51.399	-	51.399	287.090
24	263.894		18.180	56.415	338.489	-		51.399	-	51.399	287.090
25	263.894		18.180	56.415	338.489	-		51.399	-	51.399	287.090
VPL	2.054.236	9.452.008	141.517	2.329.552	13.977.312	24.997.905	-	400.104	-	25.398.009	(11.420.697)

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

QUADRO 4.11
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	1.836.866,31	2.316.946,63	34.689,61	837.700,51	5.026.203,07	17.676.071,53	400.104,17	18.076.175,70	-13.049.972,63	#NÚM!	1,14	0,36	0,71
10 ANOS	1.988.969,40	4.076.861,04	61.039,27	1.225.373,94	7.352.243,64	19.747.242,38	400.104,17	20.147.346,55	-12.795.102,91	-4,53%	1,12	0,53	0,79
25 ANOS	2.034.658,81	7.229.509,43	108.241,11	1.874.481,87	11.246.891,21	22.390.904,24	400.104,17	22.791.008,41	-11.544.117,20	-2,54%	1,01	0,80	0,90
50 ANOS	2.054.235,97	9.452.007,74	141.516,63	2.329.552,07	13.977.312,41	24.997.905,10	400.104,17	25.398.009,27	-11.420.696,86	-1,60%	1,00	1,00	1,00
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, o teste encontrou um divisor zero — por exemplo, =5/0.

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:

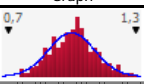
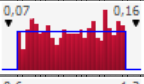
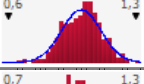
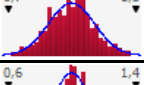
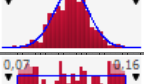
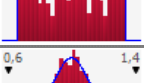
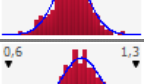
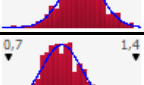

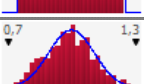
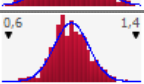
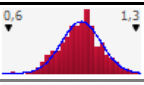
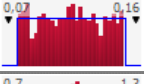
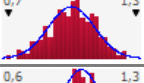
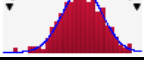
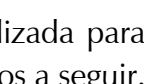
- a) Custos de investimentos;
- b) Taxa de oportunidade do capital;
- c) Benefícios por danos evitados e
- d) Benefícios por valorização imobiliária.

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 Mirandinha.

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: sexta-feira, 19 de novembro de 2010 11:07:02									
	Name	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
TR 5 ANOS	Benefícios Valorizacao Imobiliária	B11		,77850	1,01174	1,29620	,85672	1,16914	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		0,08020064	0,1160288	0,1499569	0,08447378	0,1467228	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,67683	1,00730	1,29850	,85133	1,15504	0
	Custos de Investimentos	B15		,73683	1,00128	1,26341	,83816	1,16912	0
TR 10 ANOS	Benefícios Valorizacao Imobiliária	B11		,65768	1,00137	1,31713	,84219	1,16064	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		0,08008365	0,1148938	0,1499843	0,08300099	0,1468313	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,69176	,99922	1,31723	,82292	1,16343	0
	Custos de Investimentos	B15		,64809	,99925	1,27197	,83664	1,16837	0
TR 25 ANOS	Benefícios Valorizacao Imobiliária	B11		,75403	1,00087	1,36411	,84306	1,16051	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		0,08009338	0,1140498	0,1497799	0,08308107	0,1445479	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,70987	,99188	1,28399	,82043	1,16460	0
	Custos de Investimentos	B15		,69755	,99806	1,33530	,83926	1,17486	0
TR 50 ANOS	Benefícios Valorizacao Imobiliária	B11		,64347	,99809	1,29612	,82702	1,16043	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		0,08007634	0,1147928	0,1496435	0,08305528	0,1465305	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,72106	1,00351	1,24049	,83692	1,15476	0
	Custos de Investimentos	B15		,65443	,99933	1,25727	,83784	1,16150	0

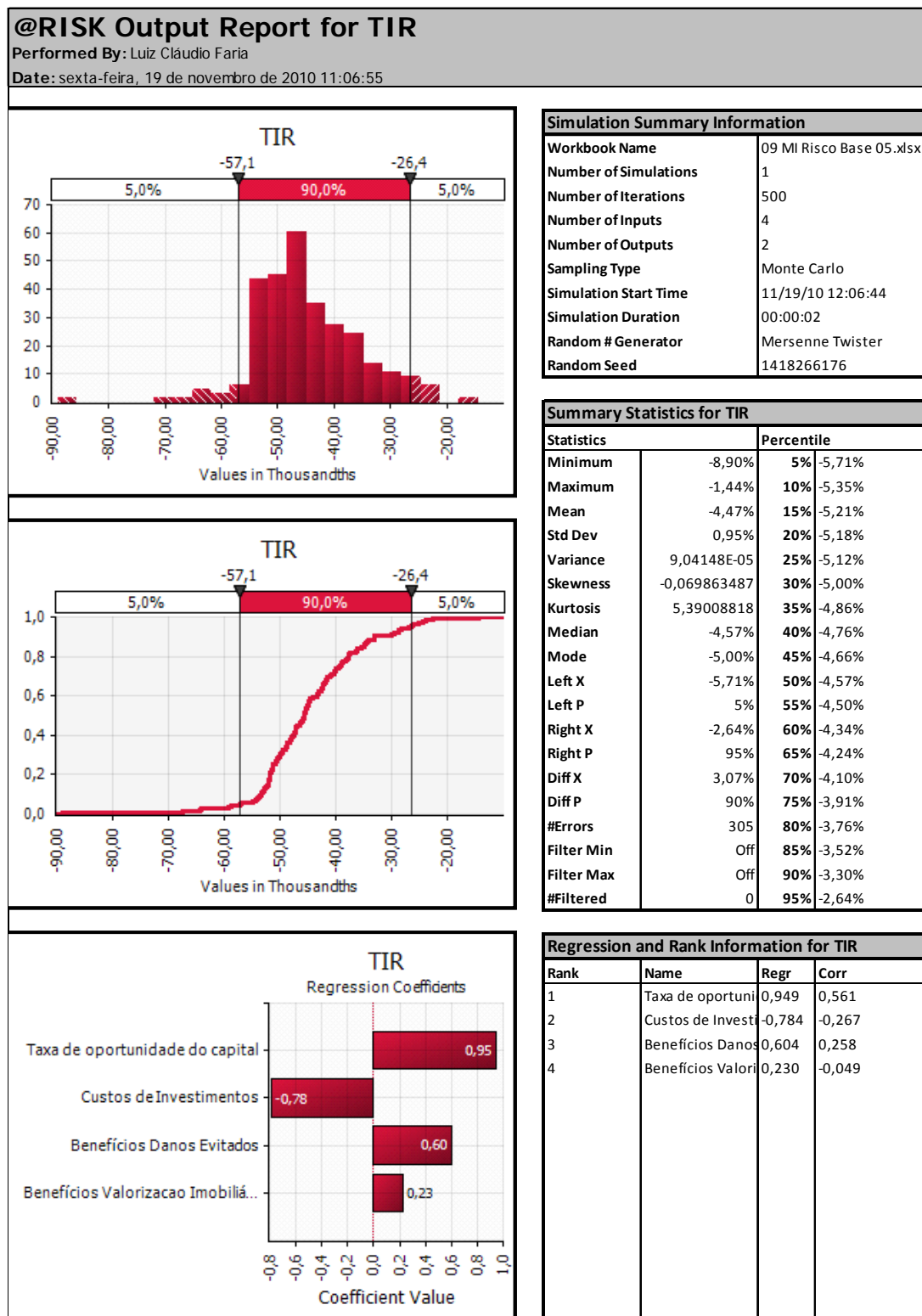
A análise de risco foi realizada para os tempos de recorrência de 5, 10, 25 e 50 anos e seus resultados são apresentados a seguir.

5.1.1 Análise de Risco para Período de Retorno de 5 Anos

Os Quadros 5.2 e 5.3 apresentam os resultados das simulações 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



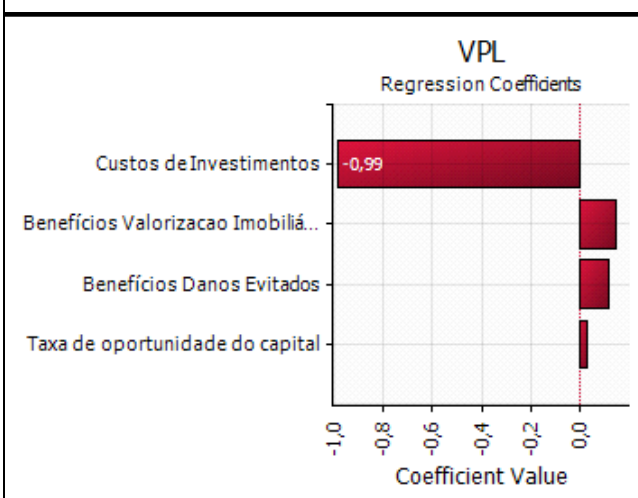
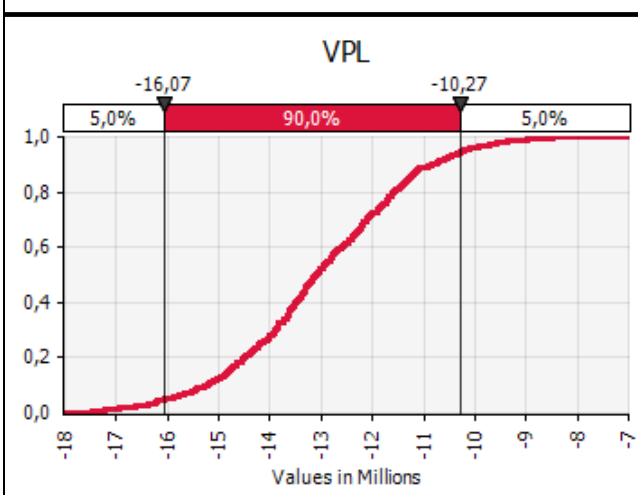
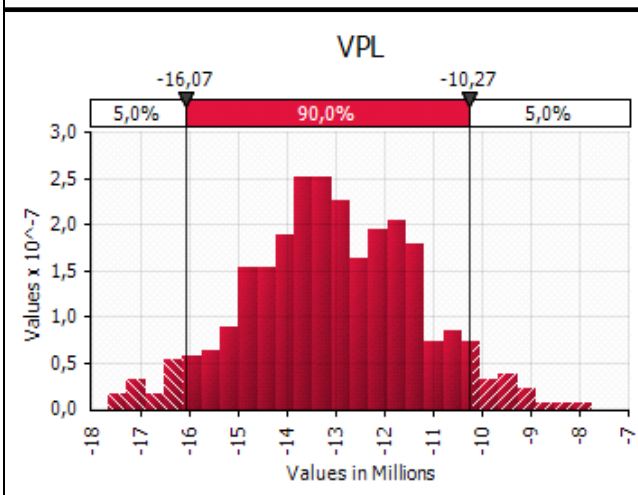
QUADRO 5.3

VPL – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR DE 5 ANOS

@RISK Output Report for VPL

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: sexta-feira, 19 de novembro de 2010 11:06:59



Simulation Summary Information

Workbook Name	09 MI Risco Base 05.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	11/19/10 12:06:44
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1418266176

Summary Statistics for VPL

Statistics		Percentile	
Minimum	(17.661.809)	5%	(16.065.527)
Maximum	(7.740.152)	10%	(15.263.625)
Mean	(13.040.266)	15%	(14.806.474)
Std Dev	1.730.749	20%	(14.512.462)
Variance	2,99549E+12	25%	(14.181.908)
Skewness	-0,016336019	30%	(13.901.982)
Kurtosis	2,903448131	35%	(13.654.103)
Median	(13.094.905)	40%	(13.496.784)
Mode	(13.904.566)	45%	(13.307.930)
Left X	(16.065.527)	50%	(13.094.905)
Left P	5%	55%	(12.857.682)
Right X	(10.269.372)	60%	(12.620.303)
Right P	95%	65%	(12.325.837)
Diff X	5.796.155	70%	(12.114.432)
Diff P	90%	75%	(11.834.119)
#Errors	0	80%	(11.596.550)
Filter Min	Off	85%	(11.278.172)
Filter Max	Off	90%	(10.830.689)
#Filtered	0	95%	(10.269.372)

Regression and Rank Information for VPL

Rank	Name	Regr	Corr
1	Custos de Invest	-0,988	-0,978
2	Benefícios Valori	0,151	0,100
3	Benefícios Danos	0,121	0,072
4	Taxa de oportuni	0,031	0,113

Com base nos quadros acima pode-se afirmar que o modelo é bastante sensível às variações nos custos de investimentos e, em menor nível, nos benefícios por danos evitados, como pode ser observado nos coeficientes da regressão. Pode-se observar que as variações na taxa de oportunidade do capital têm menor relevância e afetam mais os resultados da TIR que do VPL.

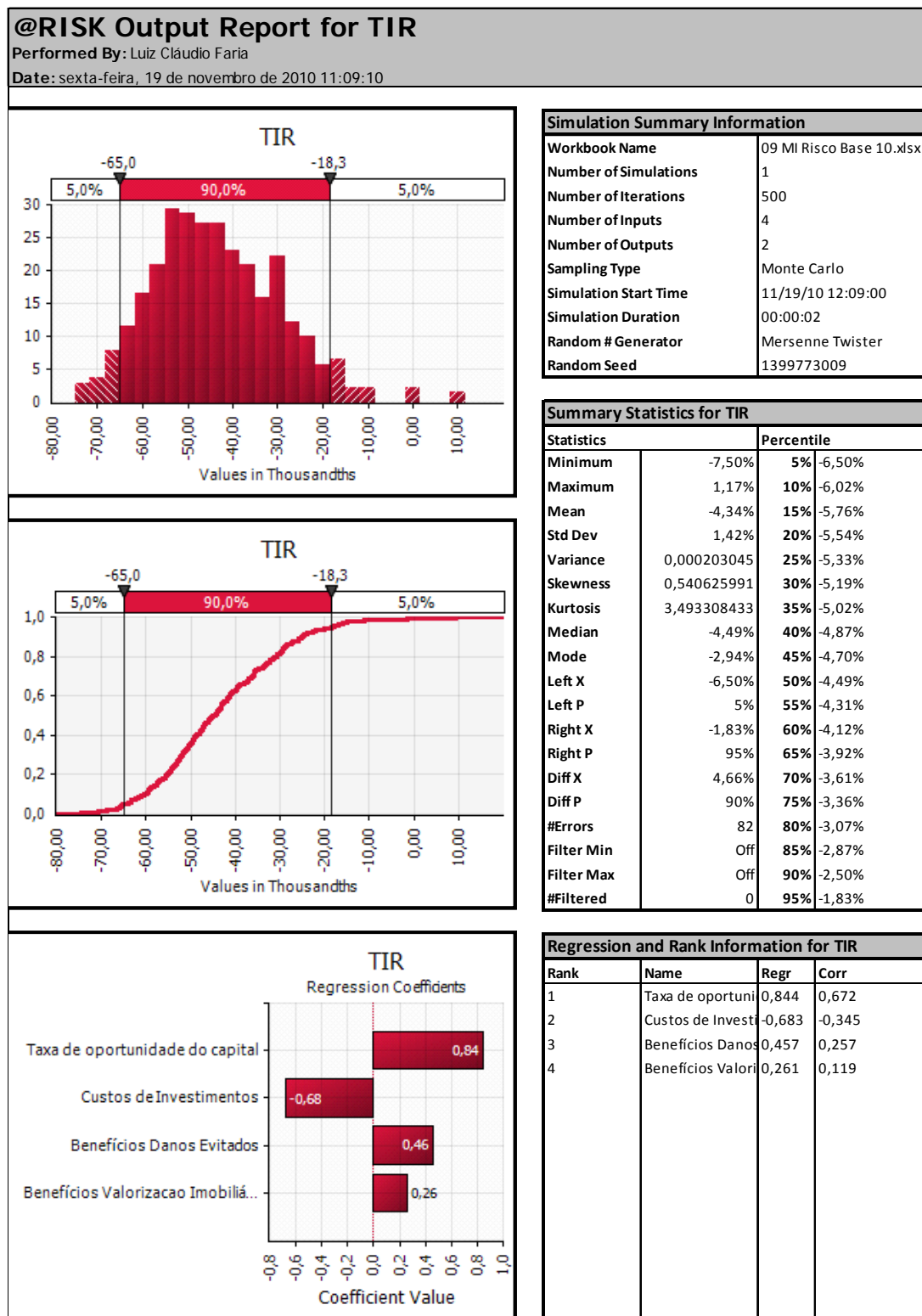
Os Quadros 5.2 e 5.3 indicam ainda que há uma probabilidade de 90% de que a TIR esteja no intervalo entre $-5,71\%$ e $-2,64\%$ e que o VPL esteja situado entre $-R\$16,07$ milhões e $-R\$10,27$ milhões. A relação benefícios/custo da alternativa é muito baixa, atingindo o índice de 0,28, ou seja, para cada unidade de custo a alternativa gera apenas 0,28 unidades de benefício, evidenciando a necessidade de redução drástica nos custos para que a alternativa apresente melhores indicadores.

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



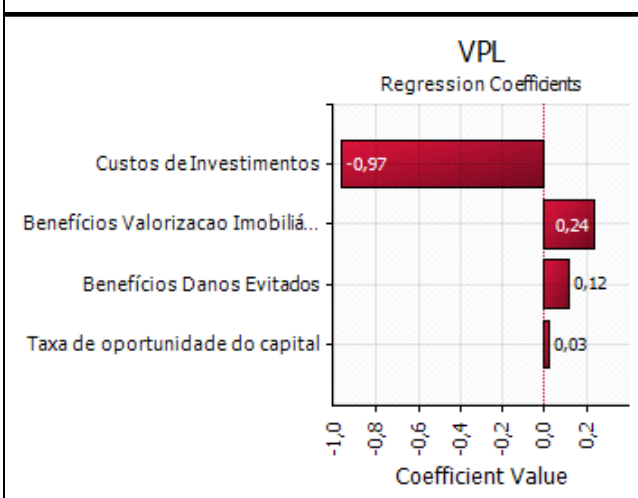
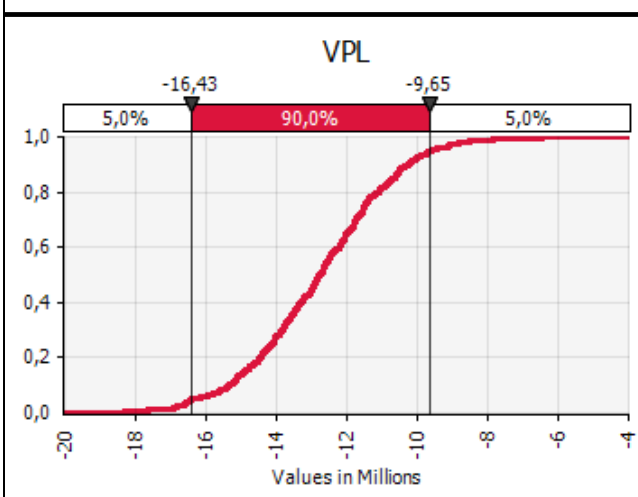
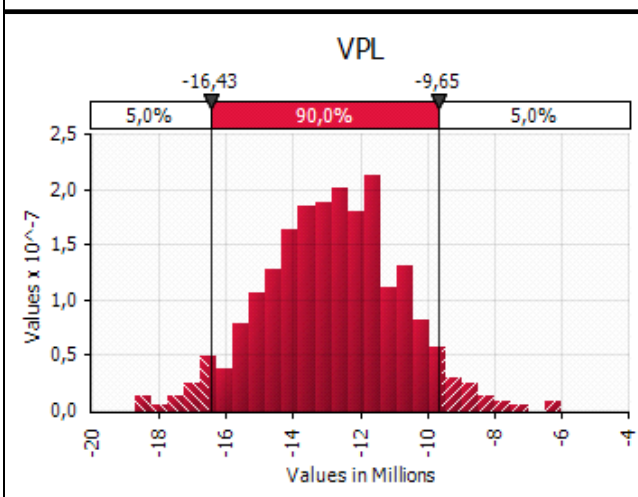
QUADRO 5.5

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

@RISK Output Report for VPL

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: sexta-feira, 19 de novembro de 2010 11:09:13



Simulation Summary Information

Workbook Name	09 MI Risco Base 10.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	11/19/10 12:09:00
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1399773009

Summary Statistics for VPL

Statistics		Percentile	
Minimum	(18.726.924)	5%	(16.426.055)
Maximum	(6.007.138)	10%	(15.347.319)
Mean	(12.793.525)	15%	(14.907.463)
Std Dev	2.022.404	20%	(14.459.230)
Variance	4,09012E+12	25%	(14.119.488)
Skewness	0,004926166	30%	(13.838.766)
Kurtosis	3,136043013	35%	(13.575.699)
Median	(12.759.442)	40%	(13.305.706)
Mode	(11.781.754)	45%	(12.981.905)
Left X	(16.426.055)	50%	(12.759.442)
Left P	5%	55%	(12.549.030)
Right X	(9.645.357)	60%	(12.209.369)
Right P	95%	65%	(12.005.630)
Diff X	6.780.698	70%	(11.759.939)
Diff P	90%	75%	(11.507.340)
#Errors	0	80%	(11.131.541)
Filter Min	Off	85%	(10.691.601)
Filter Max	Off	90%	(10.236.344)
#Filtered	0	95%	(9.645.357)

Regression and Rank Information for VPL

Rank	Name	Regr	Corr
1	Custos de Invest	-0,970	-0,957
2	Benefícios Valori	0,240	0,233
3	Benefícios Danos	0,119	0,077
4	Taxa de oportuni	0,025	-0,023

Com base nos quadros acima pode-se afirmar que o comportamento do modelo é idêntico ao verificado para o TR de 5 anos, sendo mais sensível às variações nos custos de investimentos e, em menor escala, às variações nos benefícios por valorização imobiliária (maior relevância no modelo do VPL) e nos benefícios por danos evitados (maior relevância no modelo da TIR). Pode-se observar que as variações na taxa de oportunidade do capital têm menor relevância no modelo do VPL e afetam sensivelmente o modelo da TIR.

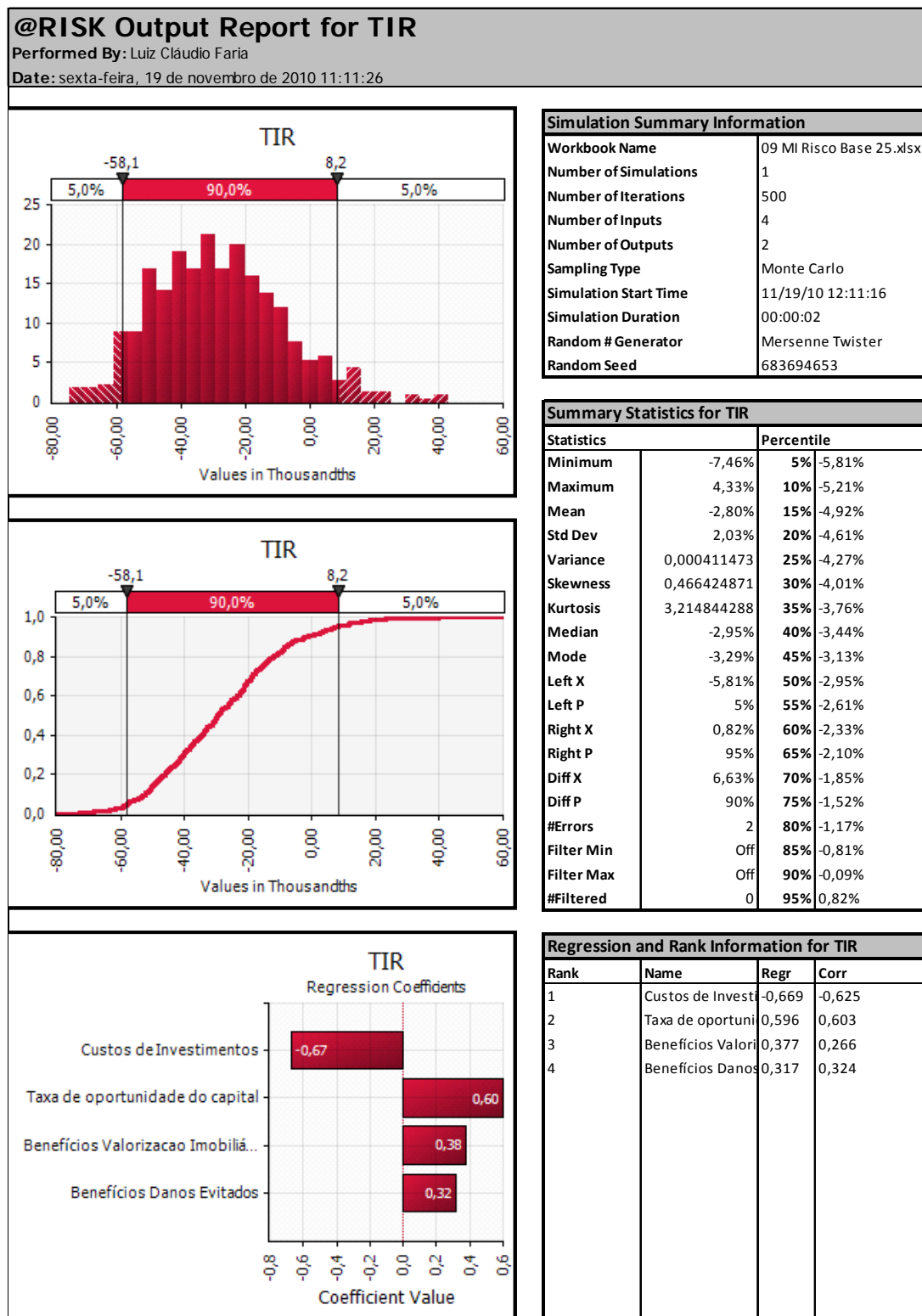
Os Quadros 5.4 e 5.5 indicam ainda que há uma probabilidade de 90% de que a TIR esteja no intervalo entre **-6,50%** e **-1,83%** e que o VPL esteja situado entre **-R\$16,43** milhões e **-R\$9,64** milhões. A relação benefícios/custo da alternativa é muito baixa, atingindo o índice de 0,36, ou seja, para cada unidade de custo a alternativa gera apenas 0,36 unidades de benefício, evidenciando a necessidade de redução drástica nos custos para que a alternativa apresente melhores indicadores.

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



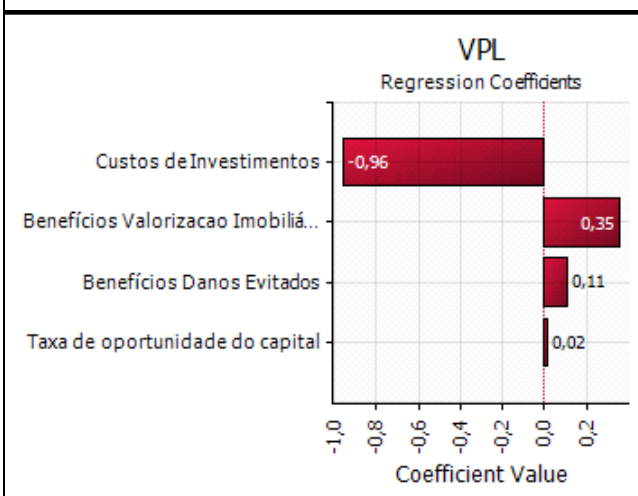
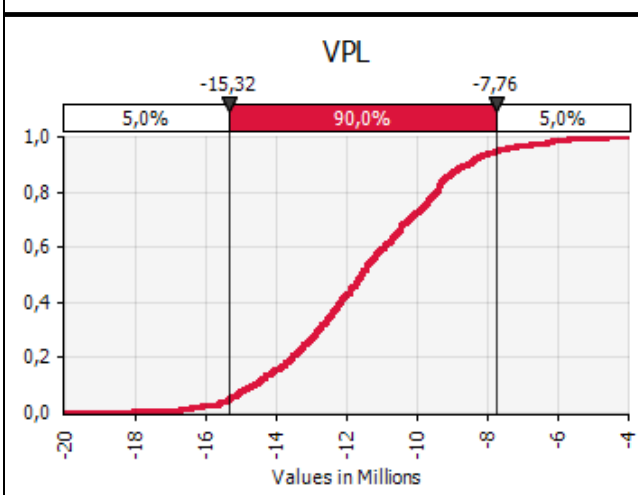
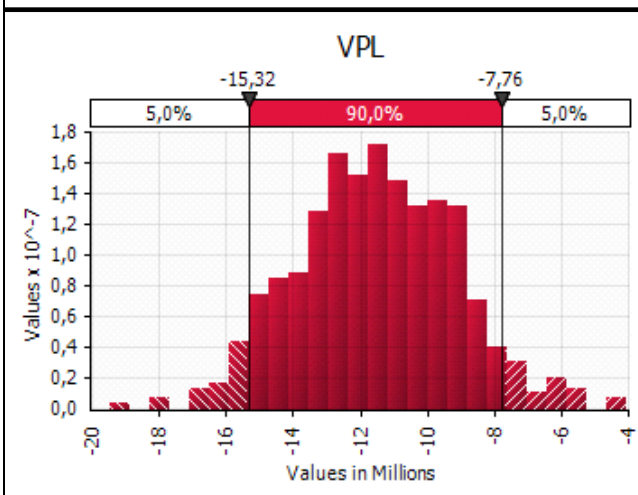
QUADRO 5.7

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

@RISK Output Report for VPL

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: sexta-feira, 19 de novembro de 2010 11:11:28



Simulation Summary Information

Workbook Name	09 MI Risco Base 25.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	11/19/10 12:11:16
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	683694653

Summary Statistics for VPL

Statistics		Percentile	
Minimum	(19.470.410)	5%	(15.321.620)
Maximum	(4.058.176)	10%	(14.635.033)
Mean	(11.528.825)	15%	(14.070.462)
Std Dev	2.377.167	20%	(13.524.771)
Variance	5,65092E+12	25%	(13.202.783)
Skewness	0,071482134	30%	(12.789.193)
Kurtosis	3,028655727	35%	(12.487.009)
Median	(11.570.825)	40%	(12.184.095)
Mode	(9.375.789)	45%	(11.870.277)
Left X	(15.321.620)	50%	(11.570.825)
Left P	5%	55%	(11.324.392)
Right X	(7.755.297)	60%	(10.944.611)
Right P	95%	65%	(10.586.665)
Diff X	7.566.323	70%	(10.233.057)
Diff P	90%	75%	(9.779.442)
#Errors	0	80%	(9.462.153)
Filter Min	Off	85%	(9.190.806)
Filter Max	Off	90%	(8.540.246)
#Filtered	0	95%	(7.755.297)

Regression and Rank Information for VPL

Rank	Name	Regr	Corr
1	Custos de Invest	-0,957	-0,928
2	Benefícios Valori	0,353	0,261
3	Benefícios Danos	0,107	0,126
4	Taxa de oportuni	0,017	0,017

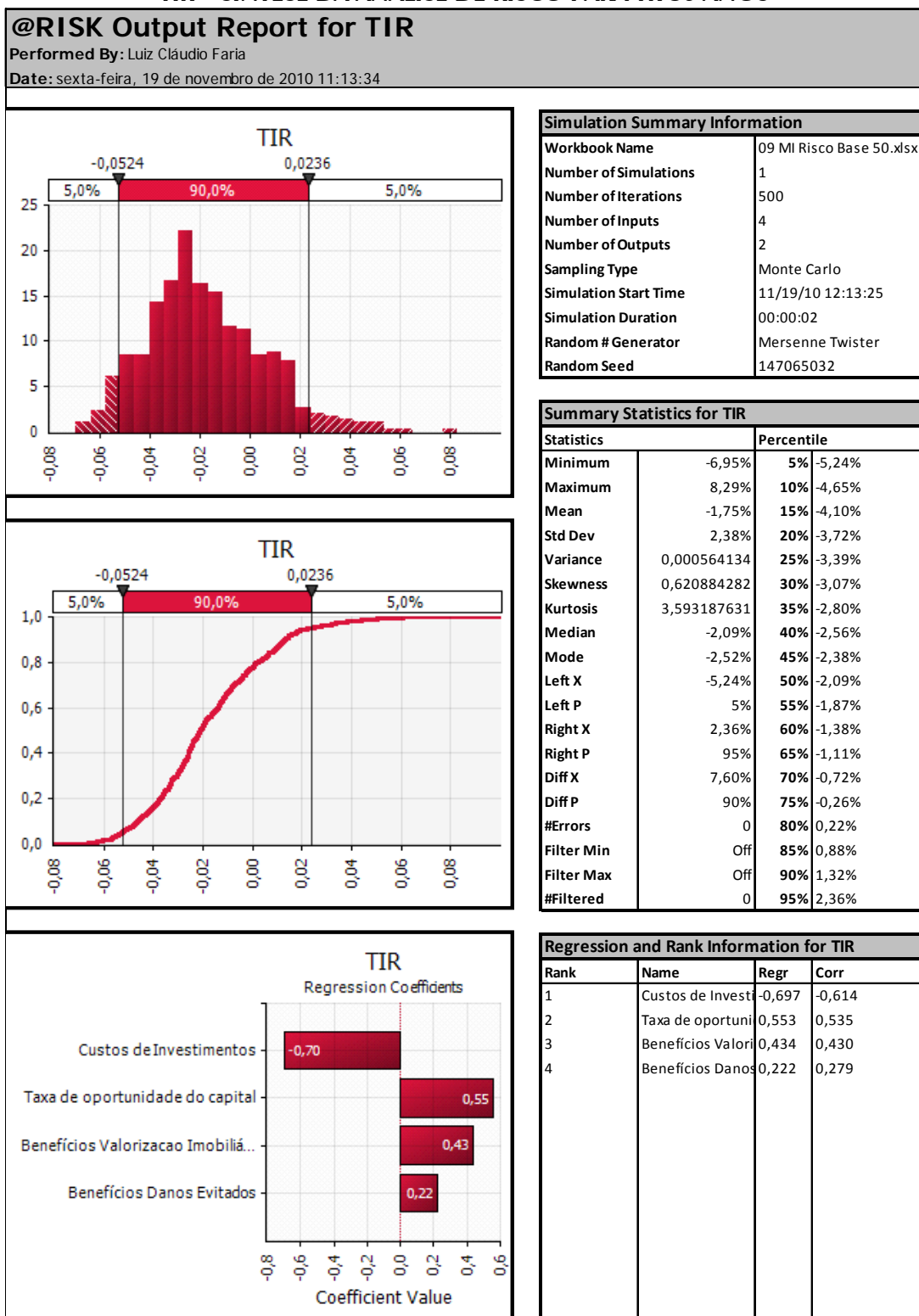
Com base nos quadros acima pode-se afirmar que o comportamento do modelo é idêntico ao verificado nos modelos anteriores, sendo mais sensível às variações nos custos de investimentos e, em menor escala, às variações nos benefícios por valorização imobiliária e nos benefícios por danos evitados. Pode-se observar que as variações na taxa de oportunidade do capital têm menor relevância no modelo do VPL e afetam sensivelmente o modelo da TIR.

Os Quadros 5.6 e 5.7 indicam ainda que há uma probabilidade de 90% de que a TIR esteja no intervalo entre **-5,81%** e 0,82% e que o VPL esteja situado entre **-R\$15,32** milhões e **-R\$7,76** milhões. A relação benefícios/custo da alternativa é muito baixa, atingindo o índice de 0,49, ou seja, para cada unidade de custo a alternativa gera apenas 0,49 unidades de benefício, evidenciando a necessidade de redução drástica nos custos para que a alternativa apresente melhores indicadores.

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



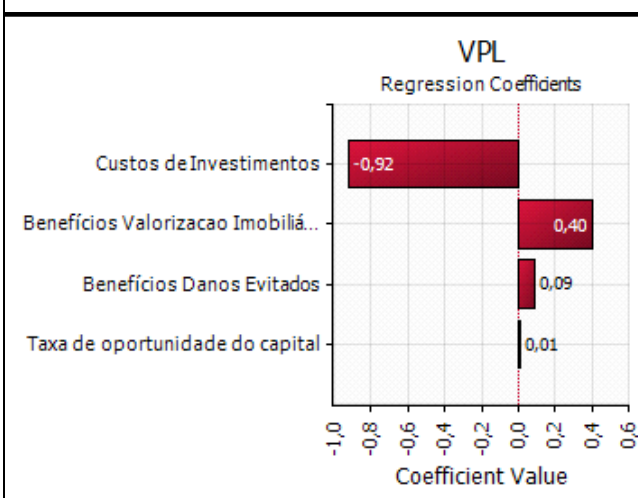
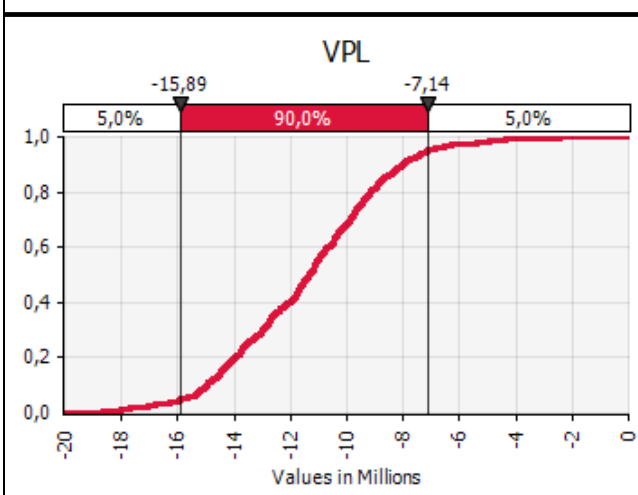
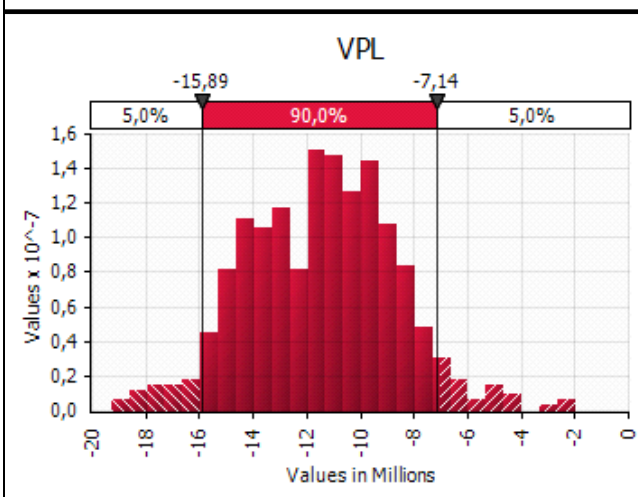
QUADRO 5.9

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

@RISK Output Report for VPL

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: sexta-feira, 19 de novembro de 2010 11:13:37



Simulation Summary Information

Workbook Name	09 MI Risco Base 50.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	11/19/10 12:13:25
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	147065032

Summary Statistics for VPL

Statistics		Percentile	
Minimum	(19.274.033)	5%	(15.891.704)
Maximum	(1.965.348)	10%	(14.992.732)
Mean	(11.429.518)	15%	(14.450.127)
Std Dev	2.809.779	20%	(13.994.070)
Variance	7,89486E+12	25%	(13.539.587)
Skewness	0,084498979	30%	(12.982.455)
Kurtosis	3,140083729	35%	(12.619.173)
Median	(11.324.300)	40%	(12.043.548)
Mode	(11.169.941)	45%	(11.645.372)
Left X	(15.891.704)	50%	(11.324.300)
Left P	5%	55%	(11.040.413)
Right X	(7.144.012)	60%	(10.675.556)
Right P	95%	65%	(10.302.857)
Diff X	8.747.692	70%	(9.858.726)
Diff P	90%	75%	(9.551.948)
#Errors	0	80%	(9.145.877)
Filter Min	Off	85%	(8.694.395)
Filter Max	Off	90%	(7.996.529)
#Filtered	0	95%	(7.144.012)

Regression and Rank Information for VPL

Rank	Name	Regr	Corr
1	Custos de Invest	-0,924	-0,901
2	Benefícios Valori	0,403	0,398
3	Benefícios Danos	0,085	0,086
4	Taxa de oportuni	0,012	-0,021

Com base nos quadros acima pode-se observar que o modelo para o TR de 50 anos tem comportamento idêntico ao modelo com TR de 25 anos, sendo mais sensível às variações nos custos de investimentos e, em menor escala, às variações nos benefícios por valorização imobiliária e nos benefícios por danos evitados. Pode-se observar que as variações na taxa de oportunidade do capital têm menor relevância no modelo do VPL e afetam sensivelmente o modelo da TIR.

Os Quadros 5.7 e 5.8 indicam ainda que há uma probabilidade de 90% de que a TIR esteja no intervalo entre **-5,24%** e 2,36% e que o VPL esteja situado entre **-R\$15,89** milhões e **-R\$7,14** milhões. A relação benefícios/custo da alternativa é muito baixa, atingindo o índice de 0,55, ou seja, para cada unidade de custo a alternativa gera apenas 0,55 unidades de benefício, evidenciando a necessidade de redução drástica nos custos para que a alternativa apresente melhores indicadores.

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

@RISK Output Results									
Performed By: Luiz Cláudio Faria									
Date: sexta-feira, 19 de novembro de 2010 11:07:05									
	Name	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
TR 5 ANOS	TIR	N11		-8,90%	-4,47%	-1,44%	-5,71%	-2,64%	305
	VPL	N37		(17.661.810)	(13.040.270)	(7.740.152)	(16.065.530)	(10.269.370)	0
TR 10 ANOS	TIR	N11		-7,50%	-4,34%	1,17%	-6,50%	-1,83%	82
	VPL	N37		(18.726.920)	(12.793.530)	(6.007.138)	(16.426.060)	(9.645.357)	0
TR 25 ANOS	TIR	N11		-7,46%	-2,80%	4,33%	-5,81%	0,82%	2
	VPL	N37		(19.470.410)	(11.528.830)	(4.058.176)	(15.321.620)	(7.755.297)	0
TR 50 ANOS	TIR	N11		-6,95%	-1,75%	8,29%	-5,24%	2,36%	0
	VPL	N37		(19.274.030)	(11.429.520)	(1.965.348)	(15.891.700)	(7.144.012)	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 a geração de benefícios fica entre um mínimo de 0,28 e um máximo de 0,55 unidades para cada unidade de custo.

Mais uma vez é possível observar que as alternativas para os TRs de 25 anos e 50 anos são equivalentes em termos de retorno econômico, devendo a decisão de escolher entre uma e outra ser estabelecida entre solução de menor custo (TR de 25 anos) ou aquela de menor risco aos eventos climáticos (TR de 50 anos).

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 50 anos.

O desenho 951-PMJ-PDC-A3-P983 apresenta as obras a serem implantadas na sub-bacia do rio Mirandinha, as quais estão resumidas nos Quadro 6.1.

QUADRO 6.1
SUB-BACIA DO RIO MIRANDINHA – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS PROPOSTAS

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhXL) (m)</i>
CA-MI-G01	Galeria <i>By-Pass</i> Mirandinha – Trecho 1	Galeria	3,00x2,00x620,00
CA-MI-G02	Galeria <i>By-Pass</i> Mirandinha – Trecho 2	Galeria	4,00x2,50x300,00
CA-MI-G03	Galeria <i>By-Pass</i> Mirandinha – Trecho 3	Galeria	4,00x2,70x805,45

Obs: Os dispositivos existentes avaliados serão mantidos na solução proposta. O canal sob os dispositivos 7 e 22 será aprofundado para atender as vazões de projeto.

A galeria *By-Pass* tem início na esquina entre a rua Estados Unidos e Rua Iririu e segue sob as rua Iririu, Dona Francisca e Alfredo Marquardt e até a foz do rio Mirandinha no rio Cachoeira.

6.2 DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO

A modelagem hidrológica da sub-bacia do rio Mirandinha 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.

A Figura 6.1 apresenta os hidrogramas de cheia efluentes das junções do modelo hidrológico para o período de retorno de 50 anos. Os valores máximos dos hidrogramas em cada uma das junções estão apresentados no Quadro 6.2.

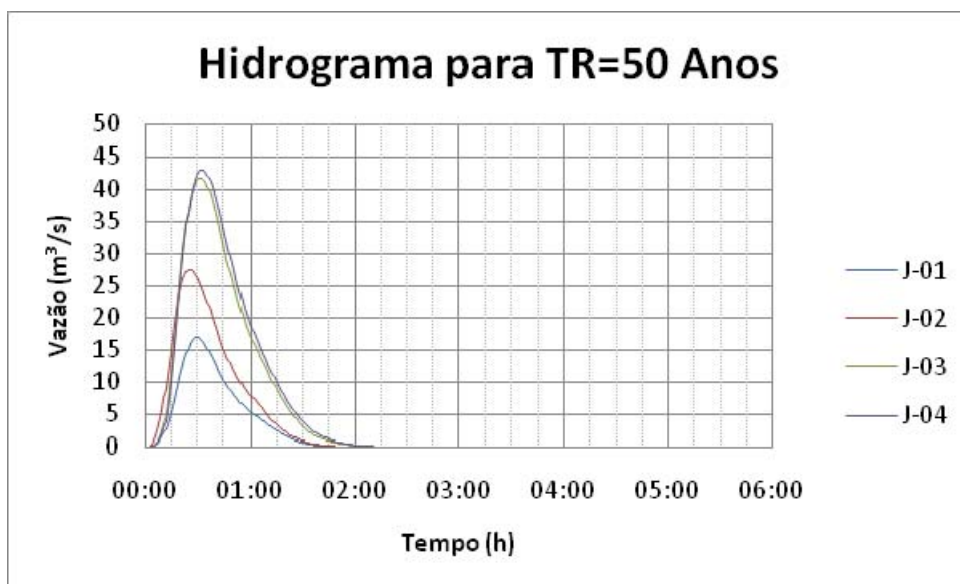


Figura 6.1 – Hidrograma das Junções para Período de Retorno de 50 Anos.

QUADRO 6.2

VAZÕES DE PROJETO EM CADA TRECHO

Propagação/ Trecho	Junção	Área de Drenagem (km ²)	TR=25 Anos
			Vazão (m ³ /s)
P-01	J-01	0,75	16,95
P-02	J-02	1,25	26,72
P-03	J-03	2,07	41,19
Rio Cachoeira	J-04	2,17	42,12

6.3 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

O dimensionamento hidráulico dos canais, galerias e pontes que integram a rede de macrodrenagem da sub-bacia do rio Mirandinha 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 Mirandinha e do By-Pass, respectivamente.

O dimensionamento do sistema de drenagem da alternativa selecionada foi realizado utilizando como condição de contorno o nível de 3,09m (IBGE). As Figuras 6.4 e 6.5 apresentam os níveis da água para a simulação hidráulica, enquanto as Figuras 6.6 e 6.7 apresentam os perfis de velocidades ao longo do rio Mirandinha e do By-Pass.

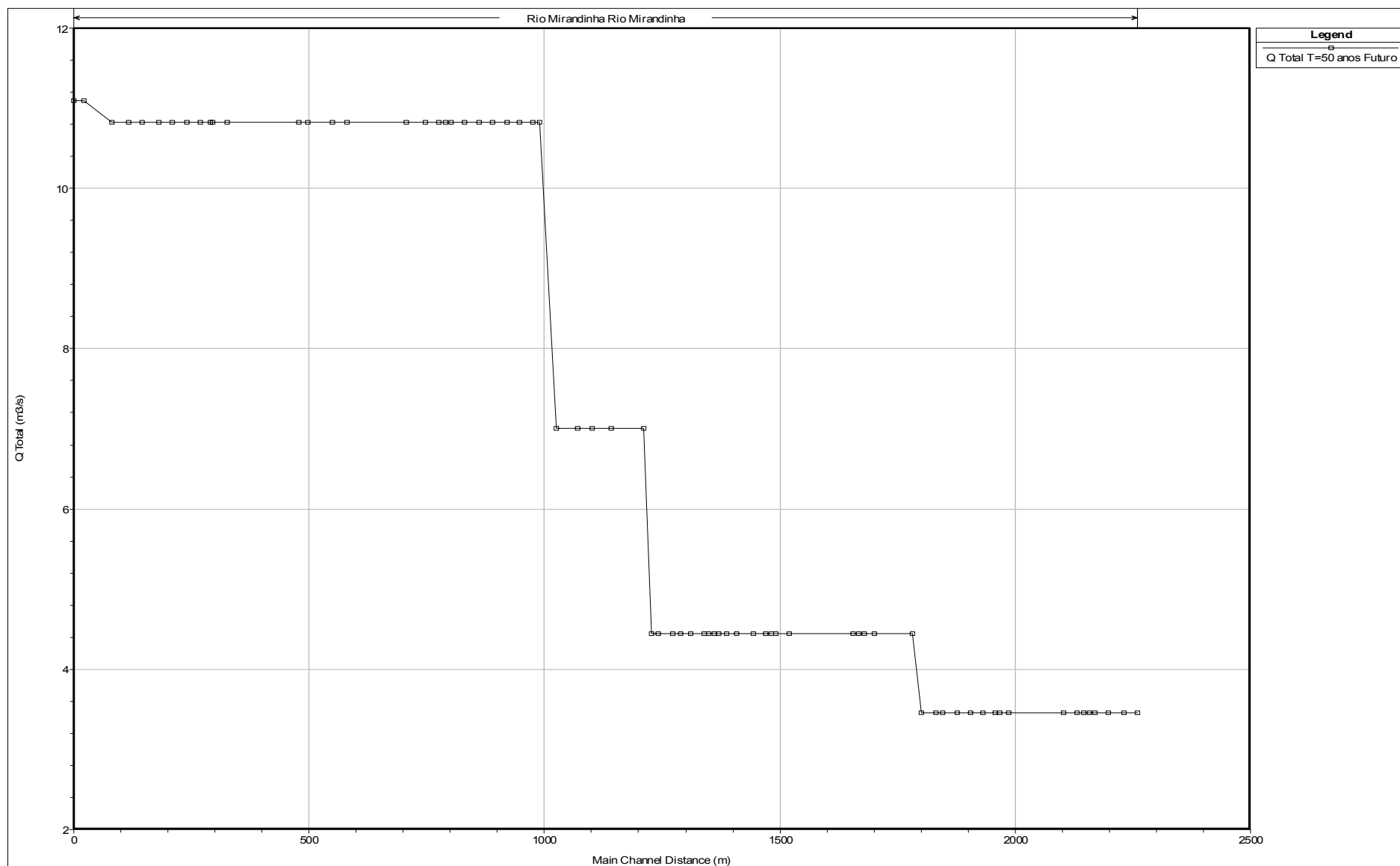


Figura 6.2 – Perfil das Vazões de Dimensionamento do Rio Mirandinha para o esquema de obras com TR=50 Anos.

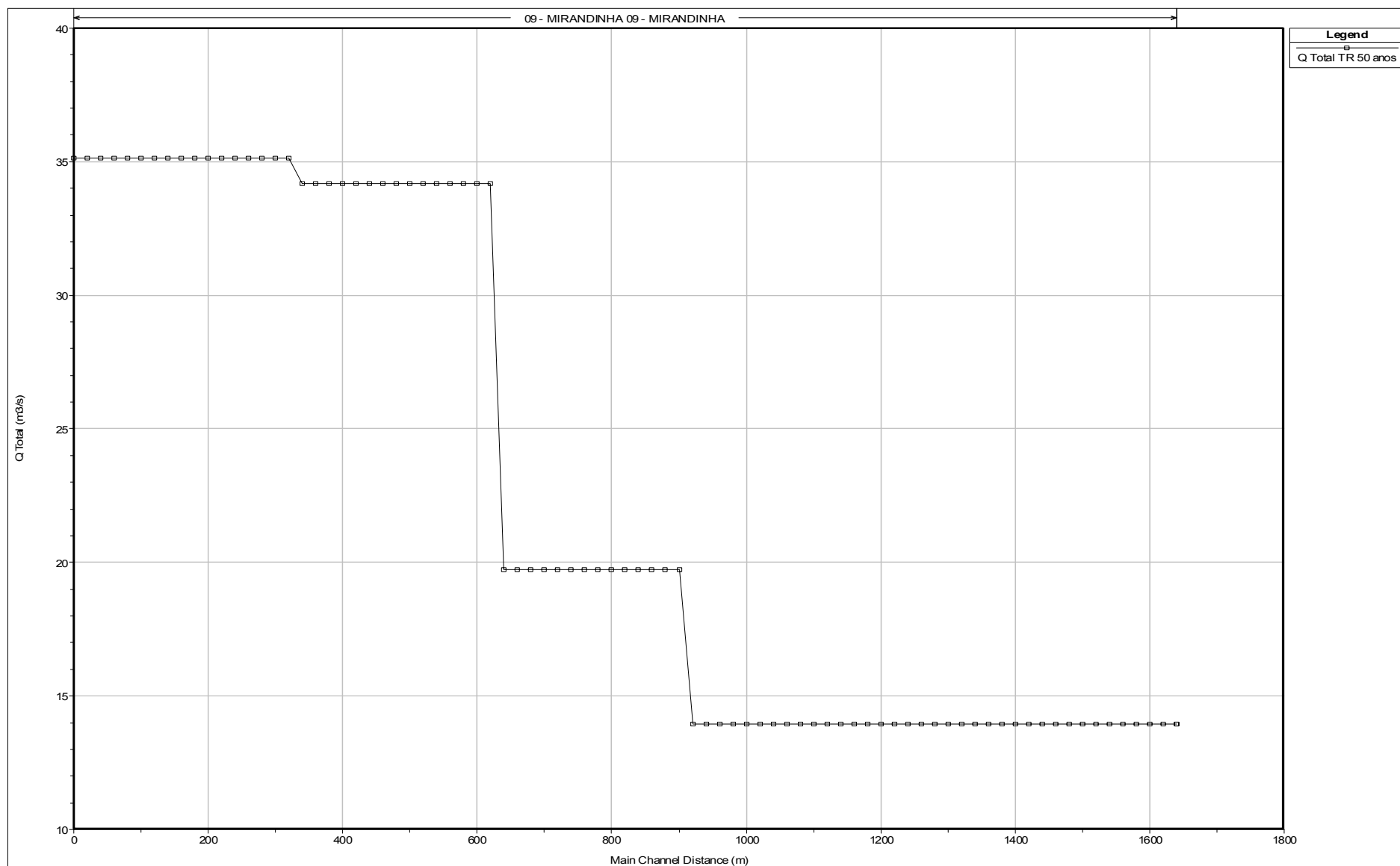


Figura 6.3 – Perfil das Vazões de Dimensionamento do By-Pass para o esquema de obras com TR=50 Anos.

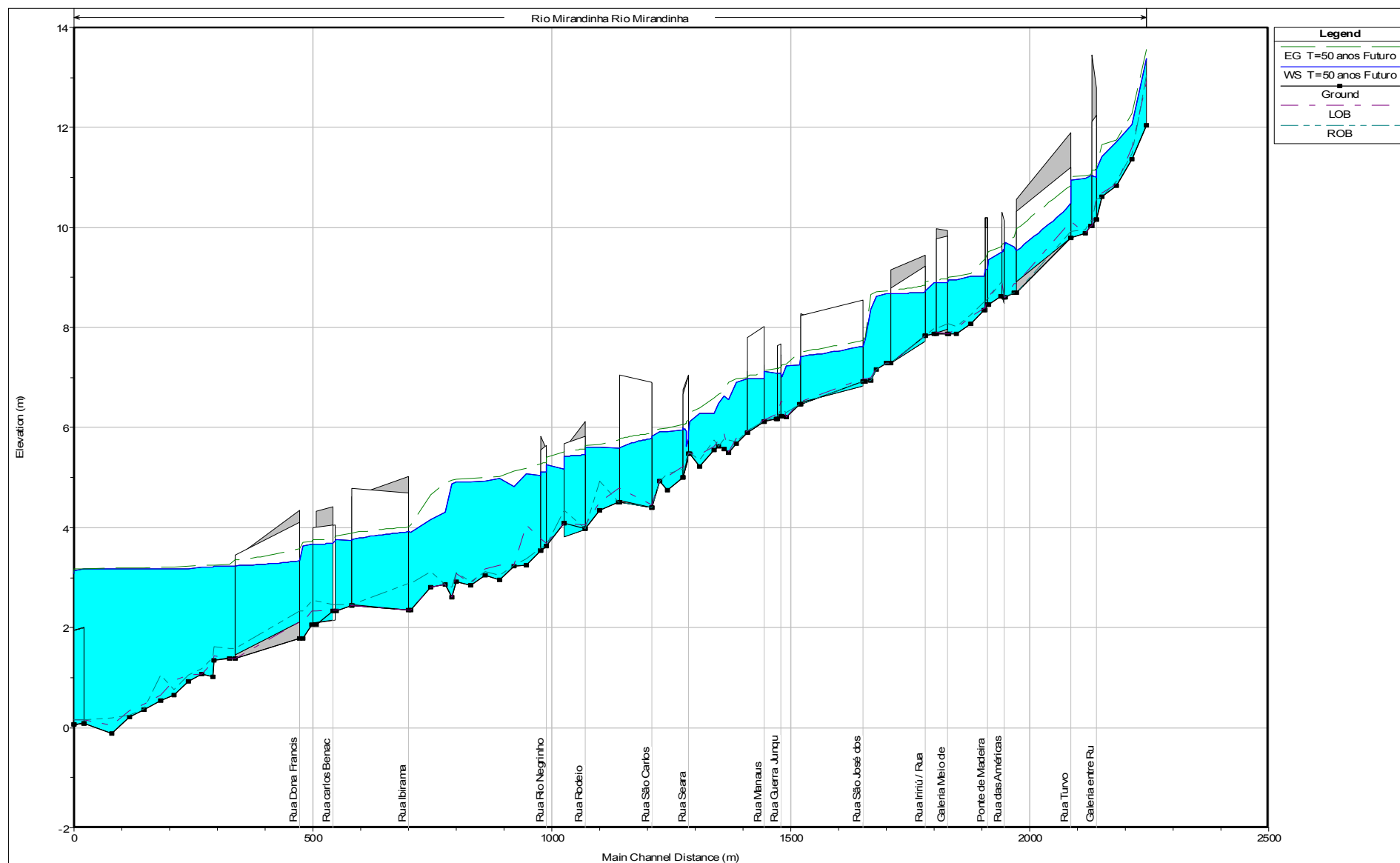


Figura 6.4 – Perfil do N.A. do Rio Mirandinha para o esquema de obras com TR=50 Anos.

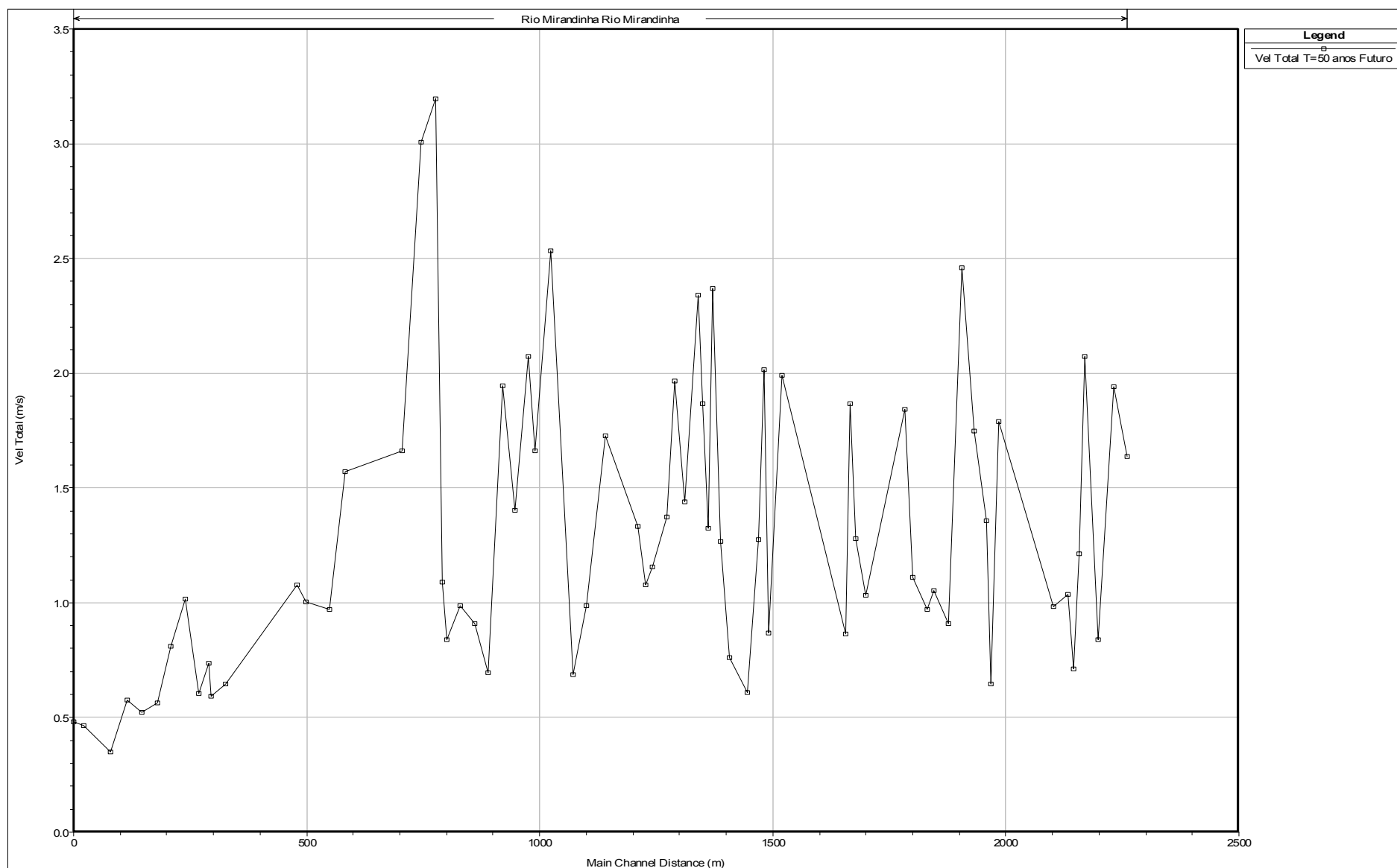


Figura 6.5 – Perfil de Velocidades do Rio Mirandinha para o esquema de obras com TR=50 Anos.

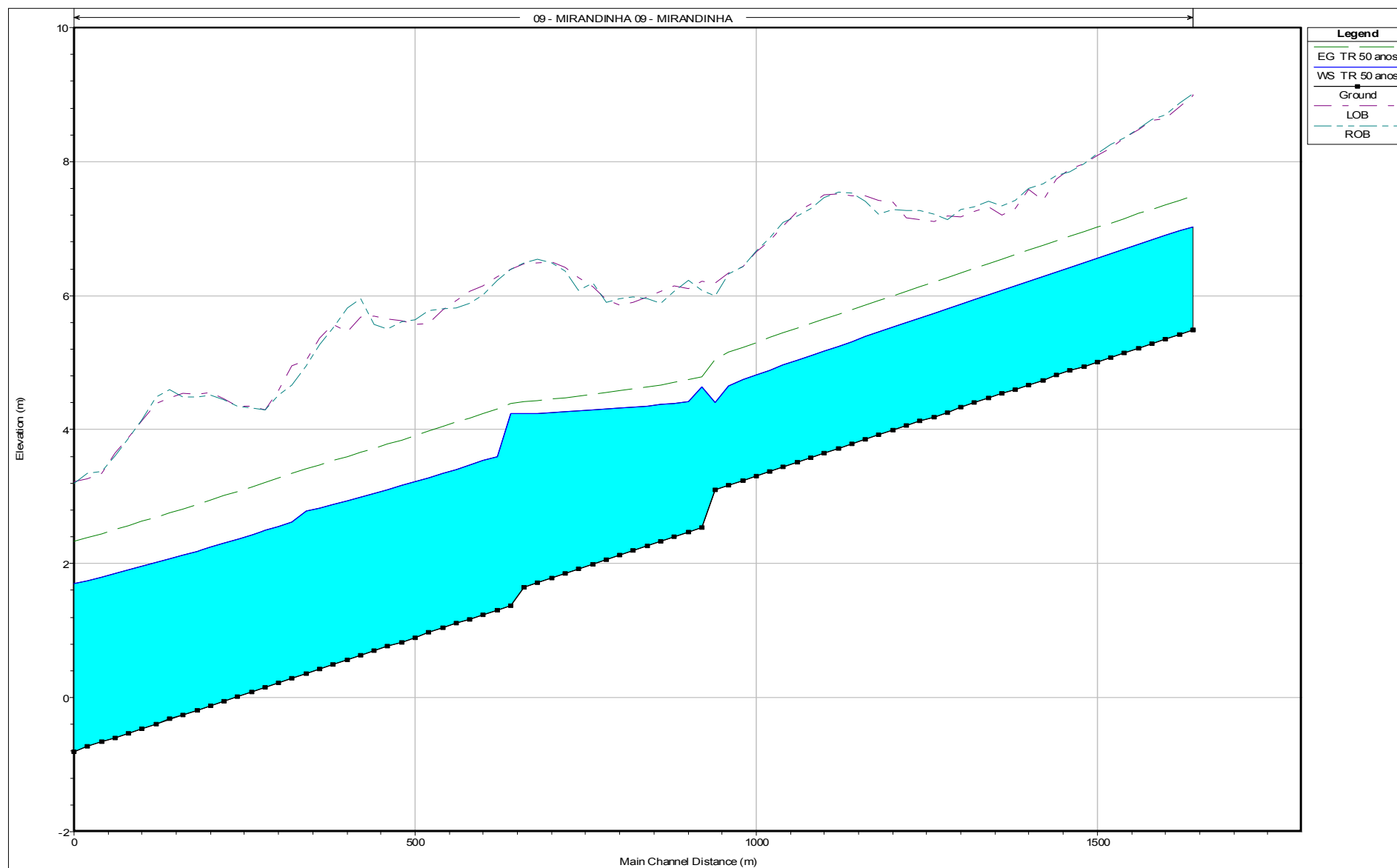


Figura 6.6 – Perfil do N.A. do By-Pass para o esquema de obras com TR=50 Anos.

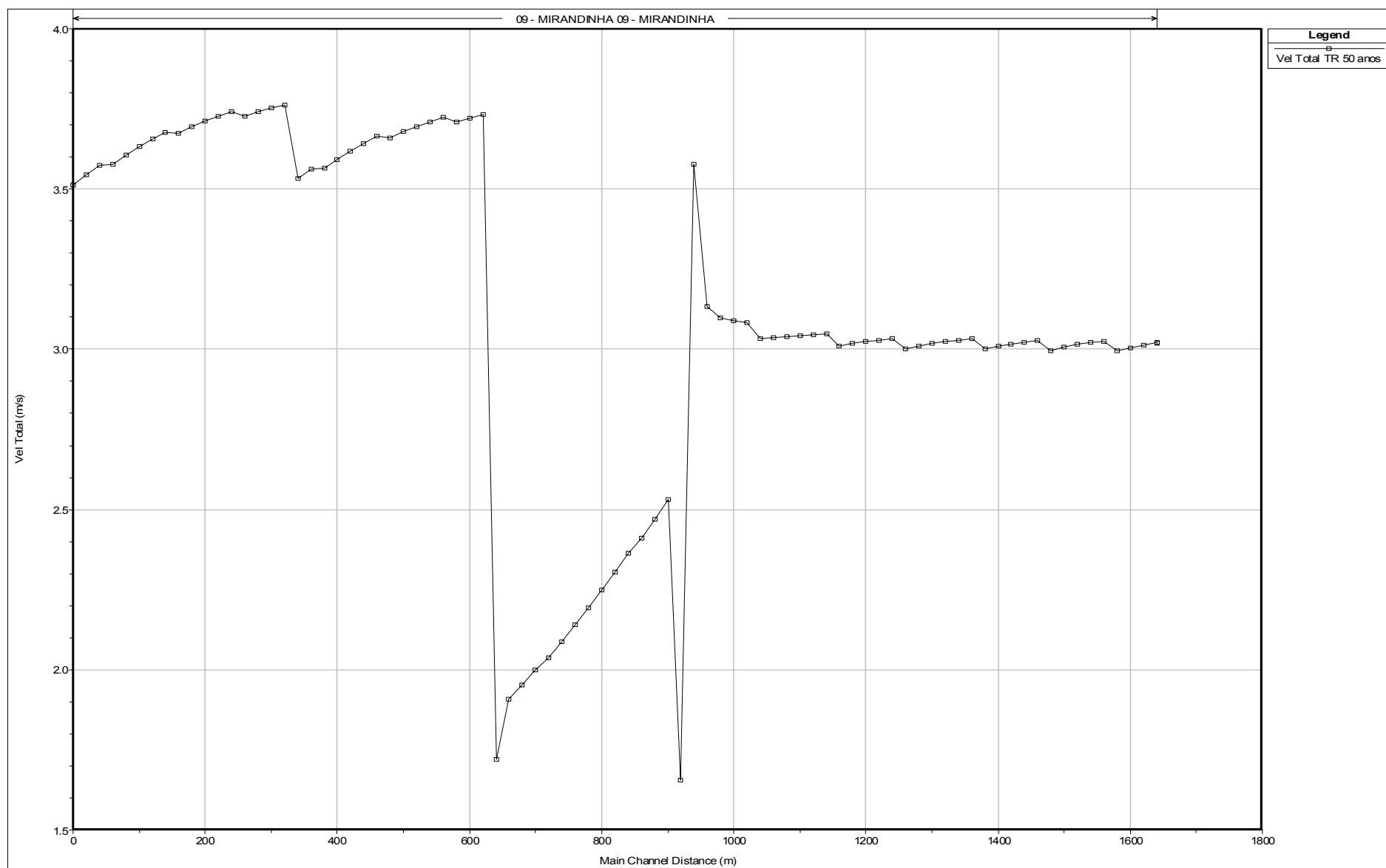


Figura 6.7 – Perfil de Velocidades do By-Pass para o esquema de obras com TR=50 Anos.

6.4 DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS

As obras a serem implantadas na rede de macrodrenagem da sub-bacia do rio Mirandinha 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 Mirandinha.

- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P601 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=05 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P602 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P603 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P604 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P678 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=05 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P679 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P680 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P681 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P790 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Estudo de Alternativas - Alternativa A
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P791 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Estudo de Alternativas - Alternativa B

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P792 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Estudo de Alternativas - Alternativa C
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P983 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Alternativa Seleccionada - Alternativa B - TR=50 Anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P984 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Galerias *By-Pass* - CA-MI-G01, G02 e G03 - Planta e Perfil - Folha 1/5
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P985 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Galerias *By-Pass* - CA-MI-G01, G02 e G03 - Planta e Perfil - Folha 2/5
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P986 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Galerias *By-Pass* - CA-MI-G01, G02 e G03 - Planta e Perfil - Folha 3/5
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P987 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Galerias *By-Pass* - CA-MI-G01, G02 e G03 - Planta e Perfil - Folha 4/5
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P988 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Galerias *By-Pass* - CA-MI-G01, G02 e G03 - Planta e Perfil - Folha 5/5
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P989 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Galerias *By-Pass* - CA-MI-G01A, G01B, G02A, G02B, G03A e G03B - Seções Transversais

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 Mirandinha. As planilhas detalhadas estão apresentadas no Anexo II deste documento.

QUADRO 6.5

ORÇAMENTO

ORÇAMENTO RESUMO - BACIA 09 - RIO MIRANDINHA - ALTERNATIVA B - TR 50 ANOS

CONSTRUÇÃO - RIO MIRANDINHA

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão ((Bxh)xL)</i>	<i>Custo Direto com BDI</i>	<i>Custo Indireto</i>	<i>Custo Total</i>
09-CA-MI-G01A	Galeria By-Pass Mirandinha 1A - Trecho 1	Galeria By-Pass	3,00x2,00x380,00	R\$ 2.238.805,49	R\$ 805.969,98	R\$ 3.044.775,47
09-CA-MI-G01B	Galeria By-Pass Mirandinha 1B - Trecho 1	Galeria By-Pass	4,00x2,00x240,00	R\$ 1.857.391,35	R\$ 668.660,88	R\$ 2.526.052,23
09-CA-MI-G02A	Galeria By-Pass Mirandinha 1A - Trecho 2	Galeria By-Pass	4,00x2,50x160,00	R\$ 2.358.053,41	R\$ 848.899,23	R\$ 3.206.952,63
09-CA-MI-G02B	Galeria By-Pass Mirandinha 1B - Trecho 2	Galeria By-Pass	3,00x2,50x140,00	R\$ 1.526.259,00	R\$ 549.453,24	R\$ 2.075.712,24
09-CA-MI-G03A	Galeria By-Pass Mirandinha 1A - Trecho 3	Galeria By-Pass	4,00x2,70x85,45	R\$ 1.305.047,29	R\$ 469.817,03	R\$ 1.774.864,32
09-CA-MI-G03B	Galeria By-Pass Mirandinha 1B - Trecho 3	Galeria By-Pass	4,00x2,70x720,00	R\$ 8.174.612,84	R\$ 2.942.860,62	R\$ 11.117.473,46
Subtotal						R\$ 23.745.830,35
Custo Total (Obras + Indiretos)						R\$ 23.745.830,35
Custo Total de Desapropriações						R\$ 688.837,06
TOTAL						R\$ 24.434.667,41
Manutenção / ano						R\$ 65.504,12

ANEXO I

DESENHOS DE PROJETO

Lista de Desenhos

Manchas de Inundação

- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P601 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=05 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P602 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P603 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P604 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P678 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=05 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P679 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P680 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P681 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos

Estudo de Alternativas

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P790 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Estudo de Alternativas - Alternativa A
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P791 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Estudo de Alternativas - Alternativa B
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P792 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Estudo de Alternativas - Alternativa C
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P983 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Alternativa Seleccionada - Alternativa B - TR=50 Anos

Obras Lineares – Planta e Perfil

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P984 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Galerias By-Pass - CA-MI-G01, G02 e G03 - Planta e Perfil - Folha 1/5
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P985 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Galerias By-Pass - CA-MI-G01, G02 e G03 - Planta e Perfil - Folha 2/5

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P986 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Galerias *By-Pass* - CA-MI-G01, G02 e G03 - Planta e Perfil - Folha 3/5
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P987 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Galerias *By-Pass* - CA-MI-G01, G02 e G03 - Planta e Perfil - Folha 4/5
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P988 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Galerias *By-Pass* - CA-MI-G01, G02 e G03 - Planta e Perfil - Folha 5/5

Obras Lineares – Seções Transversais Típicas

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P989 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Galerias *By-Pass* - CA-MI-G01A, G01B, G02A, G02B, G03A e G03B - Seções Transversais

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 09-CA-MI-RIO MIRANDINHA
 DIAGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=5 ANOS

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA	M.A.G.	APROVADO	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico 	APROVADO	Danny Dalberson do Oliveira Coordenador Geral PDDU 
PROJETO	A.S.M.		CREA 06003125/0		CREA 06001806/22
Nº PMU		DATA :	ESCALA :	FOLHA :	01/01
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P601					
		JAN/2011	5.000		

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

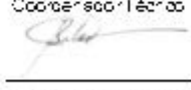
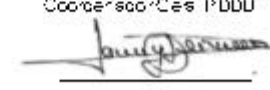
PROJETO:

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

TÍTULO:

SUB-BACIA 09-CA-MI-RIO MIRANDINHA
DIAGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=10 ANOS

ENGEORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA	M.A.G.	APROVADO	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	APROVADO	Danny Dalberson do Oliveira Coordenador Geral PDDU
PROJETO	A.S.M.		 CREA 06003125/0		 CREA 0600180622
Nº PMU		DATA :	JAN/2011	ESCALA :	5.000
Nº EXECUTORA	951-PMJ-PDC-A1-P602			FOLHA :	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

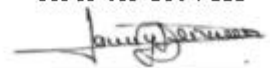
PROJETO:

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

TÍTULO:

SUB-BACIA 09-CA-MI-RIO MIRANDINHA
DIAGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=25 ANOS

ENGEORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA	M.A.G.	APROVADO	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	APROVADO	Danny Dalberson do Oliveira Coordenador Geral PDDU
PROJETO	A.S.M.		 CREA 06003125/0		 CREA 0600180622
Nº PMU		DATA :	JAN/2011	ESCALA :	5.000
Nº EXECUTORA	951-PMJ-PDC-A1-P603			FOLHA :	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

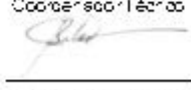
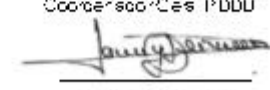
PROJETO:

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

TÍTULO:

SUB-BACIA 09-CA-MI-RIO MIRANDINHA
 DIAGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=50 ANOS

ENGEORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA	M.A.G.	APROVADO	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	APROVADO	Danny Dalberson do Oliveira Coordenador Geral PDDU
PROJETO	A.S.M.		 CREA 06003125/0		 CREA 0600180622
Nº PMU		DATA :	JAN/2011	ESCALA :	5.000
Nº EXECUTORA	951-PMJ-PDC-A1-PG04			FOLHA :	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

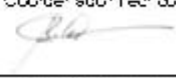
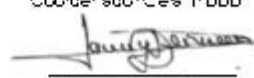
PROJETO:

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

TÍTULO:

SUB-BACIA 09-CA-MI - RIO MIRANDINHA
 PROGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=5 ANOS

ENGEACORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA	M.A.G.	APROVADO	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	APROVADO	Danny Dalberson do Oliveira Coordenador Geral PDDU
PROJETO	A.S.M.		 CHTA 060018570		 CHTA 060018522

Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUÇÃO 951-PMJ-PDC-A1-P678	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 09-CA-MI - RIO MIRANDINHA
PROGNÓSTICO MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=10 ANOS

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA	M.A.G.	APROVADO	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	APROVADO	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU
PROJETO	A.S.M.		 CREF: 0600013570		 CREF: 0600495822

Nº PL	DATA :	ESCALA :	TÓP. V. :
Nº EXECUÇÃO 951-PMJ-PDC-A1-P679	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 09-CA-MI - RIO MIRANDINHA
PROGNÓSTICO MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=25 ANOS

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESIGNISTA	M.A.G.	APROVADO	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	APROVADO	Danny Dalberson do Oliveira Coordenador Geral PDDU
PROJETO	A.S.M.		 C.R.C.A. 0800313570		 C.R.C.A. 0800495822

Nº PL	DATA :	ESCALA :	TOM. V. :
Nº EXECUTIVO 951-PMJ-PDC-A1-P680	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

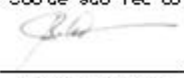
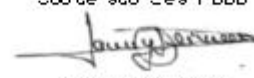


PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

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

TÍTULO:	SUB-BACIA 09-CA-MI - RIO MIRANDINHA PROGNÓSTICO MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=50 ANOS
---------	---

ENGECORPS - 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 06002185/0		 CREA 0600180622

Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUÇÃO 951-PMJ-PDC-A1-P681	JAN/2011	5.000	01/01

ESTUDO DE ALTERNATIVAS

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P790 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Estudo de Alternativas - Alternativa A
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P791 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Estudo de Alternativas - Alternativa B
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P792 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Estudo de Alternativas - Alternativa C
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P983 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Alternativa Selecionada - Alternativa B - TR=50 Anos

OBRAS LINEARES – PLANTA E PERFIL

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P984 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Galerias *By-Pass* - CA-MI-G01, G02 e G03 - Planta e Perfil - Folha 1/5
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P985 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Galerias *By-Pass* - CA-MI-G01, G02 e G03 - Planta e Perfil - Folha 2/5
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P986 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Galerias *By-Pass* - CA-MI-G01, G02 e G03 - Planta e Perfil - Folha 3/5
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P987 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Galerias *By-Pass* - CA-MI-G01, G02 e G03 - Planta e Perfil - Folha 4/5
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P988 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Galerias *By-Pass* - CA-MI-G01, G02 e G03 - Planta e Perfil - Folha 5/5

OBRAS LINEARES – SEÇÕES TRANSVERSAIS TÍPICAS

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P989 - Sub-Bacia 09-CA-MI - Rio Mirandinha - Galerias *By-Pass* - CA-MI-G01A, G01B, G02A, G02B, G03A e G03B - Seções Transversais

ANEXO II

ORÇAMENTO

ORÇAMENTO DE OBRA

Código da Obra: 09-CA-MI-C01A
Obra: Galeria By-Pass G01A
Comprimento (m): 380

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	10.927,42	
						Total Material	R\$ 120.857,24
						Total M.O	R\$ 13.550,00
						Total	R\$ 134.407,24
C10.12.05.10.005	Fornecimento de argila para aterro, posto obra (sem regularização e compactação)	M3	11,50	0,00	11,50	4.372,48	
						Total Material	R\$ 50.283,54
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 50.283,54
C35.25.15.10.005	Aterro com saibro - compactado	M3	38,94	0,90	39,84	3.492,99	
						Total Material	R\$ 136.016,93
						Total M.O	R\$ 3.143,69
						Total	R\$ 139.160,61
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	152,00	
						Total Material	R\$ 38.352,64
						Total M.O	R\$ 977,36
						Total	R\$ 39.330,00
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	M2	1,61	0,19	1,80	1.938,00	
						Total Material	R\$ 3.120,18
						Total M.O	R\$ 368,22
						Total	R\$ 3.488,40
C35.10.05.17.005	Execução de base estabilizada granulom etricam ente	M3	65,97	1,59	67,56	484,50	
						Total Material	R\$ 31.962,47
						Total M.O	R\$ 770,36
						Total	R\$ 32.732,82
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	1.178,00	
						Total Material	R\$ 1.825,90
						Total M.O	R\$ 58,90
						Total	R\$ 1.884,80
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	20,90	
						Total Material	R\$ 7.206,95
						Total M.O	R\$ 146,09
						Total	R\$ 7.353,04
C10.84.15.25.010	Guia em concreto extrusado	M	11,64	1,47	13,11	760,00	
						Total Material	R\$ 8.846,40
						Total M.O	R\$ 1.117,20
						Total	R\$ 9.963,60
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	4.560,00	
						Total Material	R\$ 127.862,40
						Total M.O	R\$ 71.500,80
						Total	R\$ 199.363,20
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	1.163,41	
						Total Material	R\$ 336.447,10
						Total M.O	R\$ 33.203,78
						Total	R\$ 369.650,88
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	104.541,44	
						Total Material	R\$ 410.847,88
						Total M.O	R\$ 164.130,07
						Total	R\$ 574.977,94
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	3.458,00	
						Total Material	R\$ 13.486,20
						Total M.O	R\$ 107.025,10
						Total	R\$ 120.511,30
478	Escora de eucalipto de Ø 200 mm	M	7,75	0,00	7,75	5.038,80	
						Total Material	R\$ 39.050,70
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 39.050,70
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\$ 395.991,56
						Total Material	R\$ 1.326.166,51
						Total	R\$ 1.722.158,07
Construção	BDI (Benefício e Dispesas Indiretas)	%	30				BDI R\$ 516.647,42
				Custo de Construção		R\$	2.238.805,49
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8				179.104,44
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3				67.164,16
Indireto	Contingência	%	25				559.701,37
				Custos Indiretos		R\$	805.969,98
				Custo Total		R\$	3.044.775,47

ORÇAMENTO DE OBRA

Código da Obra: 09-CA-MI-C01B
Obra: Galeria By-Pass G01B
Comprimento (m): 240

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	10.949,67	
						Total Material	R\$ 121.103,37
						Total M.O	R\$ 13.577,59
						Total	R\$ 134.680,96
C10.12.05.10.005	Fornecimento de argila para aterro, posto obra (sem regularização e compactação)	M3	11,50	0,00	11,50	10.089,48	
						Total Material	R\$ 116.028,97
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 116.028,97
C35.25.15.10.005	Aterro com saibro - compactado	M3	38,94	0,90	39,84	8.070,63	
						Total Material	R\$ 314.270,44
						Total M.O	R\$ 7.263,57
						Total	R\$ 321.534,01
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	96,00	
						Total Material	R\$ 24.222,72
						Total M.O	R\$ 617,28
						Total	R\$ 24.840,00
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	M2	1,61	0,19	1,80	2.904,00	
						Total Material	R\$ 4.675,44
						Total M.O	R\$ 551,76
						Total	R\$ 5.227,20
C35.10.05.17.005	Execução de base estabilizada granulom etricam ente	M3	65,97	1,59	67,56	726,00	
						Total Material	R\$ 47.894,22
						Total M.O	R\$ 1.154,34
						Total	R\$ 49.048,56
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	1.944,00	
						Total Material	R\$ 3.013,20
						Total M.O	R\$ 97,20
						Total	R\$ 3.110,40
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	49,20	
						Total Material	R\$ 16.965,64
						Total M.O	R\$ 343,91
						Total	R\$ 17.309,54
C10.84.15.25.010	Guia em concreto extrusado	M	11,64	1,47	13,11	480,00	
						Total Material	R\$ 5.587,20
						Total M.O	R\$ 705,60
						Total	R\$ 6.292,80
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	960,00	
						Total Material	R\$ 28.934,40
						Total M.O	R\$ 15.964,80
						Total	R\$ 44.899,20
C35.25.35.05.005	Forma de madeira	M2	28,04	15,68	43,72	2.880,00	
						Total Material	R\$ 80.755,20
						Total M.O	R\$ 45.158,40
						Total	R\$ 125.913,60
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	682,45	
						Total Material	R\$ 197.357,07
						Total M.O	R\$ 19.477,06
						Total	R\$ 216.834,13
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	66.007,86	
						Total Material	R\$ 259.410,88
						Total M.O	R\$ 103.632,34
						Total	R\$ 363.043,21
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	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	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\$ 208.543,84
						Total Material	R\$ 1.220.218,73
						Total	R\$ 1.428.762,57
Construção	BDI (Benefício e Dispesas Indiretas)	%	30				BDI R\$ 428.628,77
				Custo de Construção		R\$	1.857.391,35
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8				148.591,31
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3				55.721,74
Indireto	Contingência	%	25				464.347,84
				Custos Indiretos		R\$	668.660,88
				Custo Total		R\$	2.526.052,23

ORÇAMENTO DE OBRA

Código da Obra: 09-CA-MI-G02A
Obra: Galeria By-Pass G02A
Comprimento (m): 160

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	4.896,29	
						Total Material	R\$ 54.152,98
						Total M.O	R\$ 6.071,40
						Total	R\$ 60.224,38
C10.12.05.10.005	Fornecimento de argila para aterro, posto obra (sem regularização e compactação)	M3	11,50	0,00	11,50	2.242,89	
						Total Material	R\$ 25.793,23
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 25.793,23
C35.25.15.10.005	Aterro com saibro - compactado	M3	38,94	0,90	39,84	1.793,22	
						Total Material	R\$ 69.828,09
						Total M.O	R\$ 1.613,90
						Total	R\$ 71.441,99
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	80,00	
						Total Material	R\$ 20.185,60
						Total M.O	R\$ 514,40
						Total	R\$ 20.700,00
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	M2	1,61	0,19	1,80	992,00	
						Total Material	R\$ 1.597,12
						Total M.O	R\$ 188,48
						Total	R\$ 1.785,60
C35.10.05.17.005	Execução de base estabilizada granulom etricam ente	M3	65,97	1,59	67,56	248,00	
						Total Material	R\$ 16.360,56
						Total M.O	R\$ 394,32
						Total	R\$ 16.754,88
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	672,00	
						Total Material	R\$ 1.041,60
						Total M.O	R\$ 33,60
						Total	R\$ 1.075,20
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	17,60	
						Total Material	R\$ 6.069,01
						Total M.O	R\$ 123,02
						Total	R\$ 6.192,03
C10.84.15.25.010	Guia em concreto extrusado	M	11,64	1,47	13,11	320,00	
						Total Material	R\$ 3.724,80
						Total M.O	R\$ 470,40
						Total	R\$ 4.195,20
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	2.432,00	
						Total Material	R\$ 68.193,28
						Total M.O	R\$ 38.133,76
						Total	R\$ 106.327,04
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	705,29	
						Total Material	R\$ 203.962,33
						Total M.O	R\$ 20.128,93
						Total	R\$ 224.091,26
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	68.168,29	
						Total Material	R\$ 267.901,38
						Total M.O	R\$ 107.024,22
						Total	R\$ 374.925,60
C10.24.20.08.006	Escoramento de vala tipo continuo 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	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	1.705,60	
						Total Material	R\$ 349.136,32
						Total M.O	R\$ 67.592,93
						Total	R\$ 416.729,25
948	Perfil tipo H W150x22,5	M	93,76	0,00	93,76	5.158,40	
						Total Material	R\$ 483.651,58
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 483.651,58
						Total M.O.	R\$ 242.289,36
						Total Material	R\$ 1.571.597,88
						Total	R\$ 1.813.887,23
Construção	BDI (Benefício e Dispesas Indiretas)	%	30				BDI R\$ 544.166,17
				Custo de Construção		R\$	2.358.053,41
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8				188.644,27
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3				70.741,60
Indireto	Contingência	%	25				589.513,35
				Custos Indiretos		R\$	848.899,23
				Custo Total		R\$	3.206.952,63

ORÇAMENTO DE OBRA

Código da Obra: 09-CA-MI-C02B
Obra: Galeria By-Pass G02B
Comprimento (m): 140

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	9.094,69	
						Total Material	R\$ 100.587,28
						Total M.O	R\$ 11.277,42
						Total	R\$ 111.864,70
C10.12.05.10.005	Fornecimento de argila para aterro, posto obra (sem regularização e compactação)	M3	11,50	0,00	11,50	7.847,39	
						Total Material	R\$ 90.244,98
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 90.244,98
C35.25.15.10.005	Aterro com saibro - compactado	M3	38,94	0,90	39,84	6.276,82	
						Total Material	R\$ 244.419,47
						Total M.O	R\$ 5.649,14
						Total	R\$ 250.068,61
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	70,00	
						Total Material	R\$ 17.662,40
						Total M.O	R\$ 450,10
						Total	R\$ 18.112,50
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	M2	1,61	0,19	1,80	2.016,00	
						Total Material	R\$ 3.245,76
						Total M.O	R\$ 383,04
						Total	R\$ 3.628,80
C35.10.05.17.005	Execução de base estabilizada granulom etricam ente	M3	65,97	1,59	67,56	504,00	
						Total Material	R\$ 33.248,88
						Total M.O	R\$ 801,36
						Total	R\$ 34.050,24
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	1.456,00	
						Total Material	R\$ 2.256,80
						Total M.O	R\$ 72,80
						Total	R\$ 2.329,60
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	44,80	
						Total Material	R\$ 15.448,38
						Total M.O	R\$ 313,15
						Total	R\$ 15.761,54
C10.84.15.25.010	Guia em concreto extrusado	M	11,64	1,47	13,11	280,00	
						Total Material	R\$ 3.259,20
						Total M.O	R\$ 411,60
						Total	R\$ 3.670,80
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	560,00	
						Total Material	R\$ 16.878,40
						Total M.O	R\$ 9.312,80
						Total	R\$ 26.191,20
C35.25.35.05.005	Forma de madeira	M2	28,04	15,68	43,72	2.128,00	
						Total Material	R\$ 59.669,12
						Total M.O	R\$ 33.367,04
						Total	R\$ 93.036,16
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	620,09	
						Total Material	R\$ 179.323,34
						Total M.O	R\$ 17.697,32
						Total	R\$ 197.020,66
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	59.648,29	
						Total Material	R\$ 234.417,78
						Total M.O	R\$ 93.647,82
						Total	R\$ 328.065,60
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	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	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\$ 173.383,59
						Total Material	R\$ 1.000.661,80
						Total	R\$ 1.174.045,38
Construção	BDI (Benefício e Dispesas Indiretas)	%	30				BDI R\$ 352.213,62
				Custo de Construção		R\$	1.526.259,00
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8				122.100,72
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3				45.787,77
Indireto	Contingência	%	25				381.564,75
				Custos Indiretos		R\$	549.453,24
				Custo Total		R\$	2.075.712,24

ORÇAMENTO DE OBRA

Código da Obra: 09-CA-MI-G03A
Obra: Galeria By-Pass G03A
Comprimento (m): 85,45

		Preço Unitário								
Código IPPUJ	Descrição	Unid	Material	Mão de Obra	Preço Total	Quantidade				
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	3.159,58				
						Total Material	R\$ 34.944,94			
						Total M.O	R\$ 3.917,88			
						Total	R\$ 38.862,82			
C10.12.05.10.005	Fornecimento de argila para aterro, posto obra (sem regularização e compactação)	M3	11,50	0,00	11,50	1.237,66				
						Total Material	R\$ 14.233,12			
						Total M.O	R\$ -			
						Total	R\$ 14.233,12			
C35.25.15.10.005	Aterro com saibro - compactado	M3	38,94	0,90	39,84	988,98				
						Total Material	R\$ 38.511,06			
						Total M.O	R\$ 890,09			
						Total	R\$ 39.401,15			
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	42,73				
						Total Material	R\$ 10.780,37			
						Total M.O	R\$ 274,72			
						Total	R\$ 11.055,09			
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	M2	1,61	0,19	1,80	529,79				
						Total Material	R\$ 852,96			
						Total M.O	R\$ 100,66			
						Total	R\$ 953,62			
C35.10.05.17.005	Execução de base estabilizada granulom etricam ente	M3	65,97	1,59	67,56	132,45				
						Total Material	R\$ 8.737,56			
						Total M.O	R\$ 210,59			
						Total	R\$ 8.948,15			
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	358,89				
						Total Material	R\$ 556,28			
						Total M.O	R\$ 17,94			
						Total	R\$ 574,22			
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	9,40				
						Total Material	R\$ 3.241,23			
						Total M.O	R\$ 65,70			
						Total	R\$ 3.306,93			
C10.84.15.25.010	Guia em concreto extrusado	M	11,64	1,47	13,11	170,90				
						Total Material	R\$ 1.989,28			
						Total M.O	R\$ 251,22			
						Total	R\$ 2.240,50			
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	1.367,20				
						Total Material	R\$ 38.336,29			
						Total M.O	R\$ 21.437,70			
						Total	R\$ 59.773,98			
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	399,46				
						Total Material	R\$ 115.518,73			
						Total M.O	R\$ 11.400,48			
						Total	R\$ 126.919,21			
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	37.435,91				
						Total Material	R\$ 147.123,15			
						Total M.O	R\$ 58.774,39			
						Total	R\$ 205.897,53			
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	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	955,33				
						Total Material	R\$ 195.556,26			
						Total M.O	R\$ 37.859,77			
						Total	R\$ 233.416,02			
948	Perfil tipo H W150x22,5	M	93,76	0,00	93,76	2.754,91				
						Total Material	R\$ 258.300,17			
						Total M.O	R\$ -			
						Total	R\$ 258.300,17			
						Total M.O.	R\$ 135.201,14			
						Total Material	R\$ 868.681,40			
						Total	R\$ 1.003.882,53			
Construção	BDI (Benefício e Dispesas Indiretas)	%	30					BDI	R\$ 301.164,76	
						Custo de Construção	R\$ 1.305.047,29			
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8							104.403,78
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3							39.151,42
Indireto	Contingência	%	25							326.261,82
						Custos Indiretos	R\$ 469.817,03			
						Custo Total	R\$ 1.774.864,32			

ORÇAMENTO DE OBRA

Código da Obra: 09-CA-MI-C03B
Obra: Galeria By-Pass G03B
Comprimento (m): 720

Código IPPUJ	Descrição	Unid	Prego Unitário			Quantidade	
			Material	Mão de Obra	Prego 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	48.024,50	
						Total Material	R\$ 531.151,01
						Total M.O	R\$ 59.550,38
						Total	R\$ 590.701,40
C10.12.05.10.005	Fornecimento de argila para aterro, posto obra (sem regularização e compactação)	M3	11,50	0,00	11,50	43.642,64	
						Total Material	R\$ 501.890,33
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 501.890,33
C35.25.15.10.005	Aterro com saibro - compactado	M3	38,94	0,90	39,84	34.911,25	
						Total Material	R\$ 1.359.443,94
						Total M.O	R\$ 31.420,12
						Total	R\$ 1.390.864,06
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	360,00	
						Total Material	R\$ 90.835,20
						Total M.O	R\$ 2.314,80
						Total	R\$ 93.150,00
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	M2	1,61	0,19	1,80	10.656,00	
						Total Material	R\$ 17.156,16
						Total M.O	R\$ 2.024,64
						Total	R\$ 19.180,80
C35.10.05.17.005	Execução de base estabilizada granulom etricam ente	M3	65,97	1,59	67,56	2.664,00	
						Total Material	R\$ 175.744,08
						Total M.O	R\$ 4.235,76
						Total	R\$ 179.979,84
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	7.776,00	
						Total Material	R\$ 12.052,80
						Total M.O	R\$ 388,80
						Total	R\$ 12.441,60
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	244,80	
						Total Material	R\$ 84.414,38
						Total M.O	R\$ 1.711,15
						Total	R\$ 86.125,54
C10.84.15.25.010	Guia em concreto extrusado	M	11,64	1,47	13,11	1.440,00	
						Total Material	R\$ 16.761,60
						Total M.O	R\$ 2.116,80
						Total	R\$ 18.878,40
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	2.880,00	
						Total Material	R\$ 86.803,20
						Total M.O	R\$ 47.894,40
						Total	R\$ 134.697,60
C35.25.35.05.005	Forma de madeira	M2	28,04	15,68	43,72	11.520,00	
						Total Material	R\$ 323.020,80
						Total M.O	R\$ 180.633,60
						Total	R\$ 503.654,40
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	3.216,56	
						Total Material	R\$ 930.197,84
						Total M.O	R\$ 91.800,71
						Total	R\$ 1.021.998,55
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	315.382,04	
						Total Material	R\$ 1.239.451,41
						Total M.O	R\$ 495.149,80
						Total	R\$ 1.734.601,20
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	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	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\$ 919.240,96
						Total Material	R\$ 5.368.922,76
						Total	R\$ 6.288.163,72
Construção	BDI (Benefício e Dispesas Indiretas)	%	30				BDI R\$ 1.886.449,12
				Custo de Construção		R\$	8.174.612,84
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8				653.969,03
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3				245.238,39
Indireto	Contingência	%	25				2.043.653,21
				Custos Indiretos		R\$	2.942.860,62
				Custo Total		R\$	11.117.473,46