

# Plano Diretor de Drenagem Urbana da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira

## Estudo de Alternativas e Anteprojeto

**Volume 2 | Estudos**

Tomo II • Sub-bacia 2 • Rio Cachoeira Leito Antigo



**BID**



Fevereiro / 2011

951-PMJ-PDC-RT-P713 | REV.1



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



## PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

### ENGECORPS ♦ HIDROSTUDIO ♦ BRLi

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

RELATÓRIO PII - R5/R6/R8 - ESTUDO DE ALTERNATIVAS E MEDIDAS DE CONTROLE ESTRUTURAIS COM ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO, ESTUDOS ECONÔMICOS E ANTEPROJETOS DAS MEDIDAS DE CONTROLE ESTRUTURAIS  
VOLUME 2 – TOMO II – SUB-BACIA SB-02 – LEITO ANTIGO DO RIO CACHOEIRA

ELABORADO:	ASM / FG / LDLF / MSTC	APROVADO:	Alberto Lang Filho
VERIFICADO	Alberto Lang Filho	COORDENADOR GERAL:	Danny Dalberson Oliveira
Nº PMJ:		DATA:	jan/11
Nº ENGECORPS:	951-PMJ-PDC-RT-P713	CREA:	0600495622
		FOLHA:	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 II – SUB-BACIA SB-02  
RIO CACHOEIRA LEITO ANTIGO***

CONSÓRCIO ENGECORPS♦HIDROSTUDIO♦BRLi

951-PMJ-PDC-RT-P713

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

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

---

## SUMÁRIO GERAL

---

Os Estudos de Alternativas e Medidas de Controle Estruturais com Análise Benefício Custo, Estudos Econômicos e Anteprojotos 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.

<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>II</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
2.1 CONCEPÇÃO GERAL.....	1
2.2 ESTUDOS INICIAIS E REUNIÃO COM A COMUNIDADE .....	2
2.2.1 Estudos Iniciais .....	2
2.2.2 Reunião com a Comunidade .....	2
2.3 CONCEPÇÃO DAS ALTERNATIVAS.....	6
2.3.1 Alternativa A .....	6
2.3.2 Alternativa B .....	6
2.3.3 Alternativa C .....	7
2.3.4 Dimensionamento das Alternativas .....	7
2.4 DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS .....	10
2.4.1 Alternativa A .....	10
2.4.2 Alternativa B .....	13
2.4.3 Alternativa C .....	16
<b>3. SELEÇÃO DA ALTERNATIVA PARA TR 25 ANOS.....</b>	<b>21</b>
3.1 CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS.....	23
3.1.1 Alternativa A .....	23
3.1.2 Alternativa B .....	23
3.1.3 Alternativa C .....	24
3.2 CUSTOS .....	25
3.2.1 Custos da Alternativa A .....	25
3.2.2 Custos da Alternativa B.....	25
3.2.3 Custos da Alternativa C .....	26
3.2.4 Desagregação dos Preços Financeiros e Cálculo dos Preços Econômicos .....	27
3.3 BENEFÍCIOS ECONÔMICOS .....	28
3.3.1 Danos Evitados.....	28
3.3.2 Benefícios por Valorização Imobiliária.....	29
3.3.3 Benefícios de Tráfego.....	32
3.3.4 Benefícios Indiretos .....	32
3.4 ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO DAS ALTERNATIVAS .....	32
<b>4. ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO POR PERÍODO DE RETORNO.....</b>	<b>37</b>



4.1	DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS .....	37
4.2	CUSTOS POR PERÍODO DE RETORNO .....	38
4.3	BENEFÍCIOS POR PERÍODO DE RETORNO .....	39
4.3.1	<i>Benefícios por Danos Evitados .....</i>	<i>39</i>
4.3.2	<i>Benefícios de Valorização Imobiliária por Período de Retorno.....</i>	<i>40</i>
4.3.3	<i>Benefícios de Tráfego.....</i>	<i>40</i>
4.3.4	<i>Benefícios Indiretos .....</i>	<i>41</i>
4.4	RESULTADOS DA ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO.....	41
<b>5.</b>	<b><i>ANÁLISE DE SENSIBILIDADE .....</i></b>	<b><i>47</i></b>
5.1	MODELAGEM DAS SIMULAÇÕES .....	47
5.1.1	<i>Análise de Risco para Período de Retorno de 5 Anos .....</i>	<i>49</i>
5.1.2	<i>Análise de Risco para Período de Retorno de 10 Anos .....</i>	<i>52</i>
5.1.3	<i>Análise de Risco para Período de Retorno de 25 Anos .....</i>	<i>55</i>
5.1.4	<i>Análise de Risco para Período de Retorno de 50 Anos .....</i>	<i>58</i>
5.1.5	<i>Conclusões da Análise de Risco .....</i>	<i>60</i>
<b>6.</b>	<b><i>DETALHAMENTO DA ALTERNATIVA SELECIONADA.....</i></b>	<b><i>61</i></b>
6.1	DESCRIÇÃO DA ALTERNATIVA .....	61
6.2	DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO .....	61
6.3	DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO .....	62
6.4	DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS .....	74
6.5	ORÇAMENTO.....	75

## **ANEXO I - DESENHOS DE PROJETO**

## **ANEXO II - ORÇAMENTO**

## ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁG.
<i>Ilustração 2.1 - Sub-Bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo – Alternativa A – Concepção Geral.....</i>	<i>3</i>
<i>Ilustração 2.2 – Sub-Bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo – Alternativa B – Concepção Geral. ....</i>	<i>4</i>
<i>Ilustração 2.3 – Sub-Bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo – Alternativa C – Concepção Geral.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2.1 – Vazões no Rio Cachoeira Leito Antigo – Alternativa A. ....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 2.2 – Velocidades no Rio Cachoeira Leito Antigo – Alternativa A.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 2.3 – Níveis d’água no Rio Cachoeira Leito Antigo – Alternativa A. ....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 2.4 – Vazões no Rio Cachoeira Leito Antigo – Alternativa B. ....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 2.5 – Velocidades no Rio Cachoeira Leito Antigo – Alternativa B.....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 2.6 – Níveis d’água no Rio Cachoeira Leito Antigo – Alternativa B. ....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 2.7 – Localização do Reservatório R2.2. ....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 2.8 – Vazões no Rio Cachoeira Leito Antigo – Alternativa C. ....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 2.9 – Velocidades no Rio Cachoeira Leito Antigo – Alternativa C. ....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 2.10 – Níveis d’água no Rio Cachoeira Leito Antigo – Alternativa C. ....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 6.1 – Hidrograma das Junções para Tempo de Retorno de 50 Anos.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 6.2 – Perfil do N.A. do Rio Cachoeira Leito Antigo para o esquema de obras com TR=50 anos....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 6.3 – Perfil de Velocidades do Rio Cachoeira Leito Antigo para o esquema de obras com TR=50 anos.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 6.4 – Perfil do N.A. do By-Pass CA-LA-G01 para o esquema de obras com TR=50 anos .....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 6.5 – Perfil de Velocidades do By-Pass CA-LA-G01 para o esquema de obras com TR=50 anos ...</i>	<i>67</i>
<i>Figura 6.6 – Perfil do N.A. do By-Pass CA-LA-G02 para o esquema de obras com TR=50 anos .....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 6.7 – Perfil de Velocidades do By-Pass CA-LA-G02 para o esquema de obras com TR=50 anos ...</i>	<i>69</i>
<i>Figura 6.8 – Perfil do N.A. do By-Pass CA-LA-G03 para o esquema de obras com TR=50 anos .....</i>	<i>70</i>
<i>Figura 6.9 – Perfil de Velocidades do By-Pass CA-LA-G03 para o esquema de obras com TR=50 anos ...</i>	<i>71</i>
<i>Figura 6.10 – Perfil do N.A. do By-Pass CA-LA-G04 para o esquema de obras com TR=50 anos .....</i>	<i>72</i>
<i>Figura 6.11 – Perfil de Velocidades do By-Pass CA-LA-G04 para o esquema de obras com TR=50 anos .</i>	<i>73</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 Cachoeira Leito Antigo – Precipitação de Projeto (Duração de 1 Hora)...8	
Quadro 2.4 – Rio Cachoeira Leito Antigo – Dispositivos Atuais .....	8
Quadro 2.5 – Dados da Estação Fluviométrica 5 .....	9
Quadro 2.6 – Taxa Média de Produção de Sedimentos em Arraste e Suspensão (Estação 5) .....	9
Quadro 2.7 – Produção de Sedimentos nos Canais Fluviais (Alternativas A e B).....	10
Quadro 2.8 – Produção e Retenção de Sedimentos nos Dispositivos e Canais Fluviais (Alternativa C)....	10
Quadro 2.9 – Sub-Bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo – Obras – Alternativa A.....	11
Quadro 2.10 – Sub-Bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo – Produção de Sedimentos – Alternativa A .....	13
Quadro 2.11 – Sub-Bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo – Custos de Manutenção – Alternativa A .....	13
Quadro 2.12 – Sub-Bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo – Obras – Alternativa B .....	14
Quadro 2.13 – Sub-Bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo – Produção de Sedimentos – Alternativa B .....	16
Quadro 2.14 – Sub-Bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo – Custos de Manutenção – Alternativa B .....	16
Quadro 2.15 – Sub-Bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo – Obras – Alternativa C.....	18
Quadro 2.16 – Sub-Bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo – Reservatórios – Alternativa C.....	18
Quadro 2.17 – Sub-Bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo – Produção de Sedimentos – Alternativa C .....	21
Quadro 2.18 – Sub-Bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo – Custos de Manutenção – Alternativa C.....	21
Quadro 3.1 – Sub-Bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo – Características das Obras – Alternativa A.....	23
Quadro 3.2 – Sub-Bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo – Características das Obras – Alternativa B .....	24
Quadro 3.3 – Sub-Bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo – Características das Obras – Alternativa C.....	24
Quadro 3.4 – Sub-Bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo – Características das Obras de Reservação – Alternativa C .....	25
Quadro 3.5 – Sub-Bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa A.....	25
Quadro 3.6 – Sub-Bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa B.....	26
Quadro 3.7 – Sub-Bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa C .....	26
Quadro 3.8 – Fatores de Conversão.....	27
Quadro 3.9 – Custos de Investimentos e Manutenção – Preços Econômicos – Alternativas de Projeto...27	
Quadro 3.10 – Parâmetros para Estimação do Prejuízo Direto.....	28



Quadro 3.11 – Benefícios Econômicos para Alternativa A – Tr 25 Anos .....	28
Quadro 3.12 – Benefícios Econômicos para Alternativa B – Tr 25 Anos.....	29
Quadro 3.13 – Benefícios Econômicos para Alternativa C – Tr 25 Anos .....	29
Quadro 3.14 – Coeficientes para Estimativa do Modelo de Valorização Imobiliária .....	30
Quadro 3.15 – Estatísticas Descritivas.....	31
Quadro 3.16 – Anova.....	31
Quadro 3.17 – Coeficientes.....	31
Quadro 3.18 – R Ajustado .....	31
Quadro 3.19 – Análise Benefício Custo – Alternativa A.....	33
Quadro 3.20 – Análise Benefício Custo – Alternativa B.....	34
Quadro 3.21 – Análise Benefício Custo – Alternativa C .....	35
Quadro 3.22 – Síntese dos Resultados – Seleção da Alternativa.....	36
Quadro 4.1 – Sub-Bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo – Características dos Dispositivos e Canais Existentes e Projetados.....	38
Quadro 4.2 – Sub-Bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo – Custos por Período de Retorno – Preços Financeiros.....	38
Quadro 4.3 – Parâmetros para Estimativa do Prejuízo Direto por Período de Retorno .....	39
Quadro 4.4 – Benefícios Econômicos para Alternativa B.....	40
Quadro 4.5 – Benefícios Econômicos por Valorização Imobiliária por Tempo de Retorno – Valores Econômicos.....	40
Quadro 4.6 – Benefícios de Tráfego por Período de Retorno .....	41
Quadro 4.7 – Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 5 Anos .....	42
Quadro 4.8 – Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 10 Anos .....	43
Quadro 4.9 – Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 25 Anos .....	44
Quadro 4.10 – Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 50 Anos .....	45
Quadro 4.11 – Síntese dos Resultados – Seleção do Tempo de Retorno .....	46
Quadro 5.1 – Síntese de Parâmetros da Simulação para Trs 5, 10, 25 e 50 Anos .....	48
Quadro 5.2 – Tir – Síntese da Análise de Risco para Tr 5 Anos.....	49
Quadro 5.3 – Vpl – Síntese da Análise de Risco para Tr de 5 Anos.....	50
Quadro 5.4 – Tir – Síntese da Análise de Risco para Tr 10 Anos.....	52
Quadro 5.5 – Vpl – Síntese da Análise de Risco para Tr de 10 Anos.....	53
Quadro 5.6 – Tir – Síntese da Análise de Risco para Tr 25 Anos.....	55
Quadro 5.7 – Vpl – Síntese da Análise de Risco para Tr de 25 Anos.....	56
Quadro 5.8 – Tir – Síntese da Análise de Risco para Tr 50 Anos.....	58

Quadro 5.9 – Vpl – Síntese da Análise de Risco para Tr de 50 Anos.....	59
Quadro 5.10 – Síntese da Análise de Risco para Tir e Vpl por Período de Retorno.....	60
Quadro 6.1 – Sub-Bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo – Características das Obras Propostas .....	61
Quadro 6.2 – Vazões de Projeto em cada Trecho.....	62
Quadro 6.3 – Vazões de Projeto em cada Trecho.....	63
Quadro 6.4 – Orçamento.....	76

## **1. INTRODUÇÃO**

O presente Tomo II do Volume 2 do Relatório PII - Estudo de Alternativas e Medidas de Controle Estruturais com Análise Benefício Custo, Estudos Econômicos e Anteprojetos 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 Cachoeira Leito Antigo, 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 Cachoeira Leito Antigo.

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 Cachoeira Leito Antigo nos seguintes documentos:

- ✓ 951-PMJ-PDC-RT-P107 – R3 – Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico – Volume 3 – Diagnóstico – Tomo II – Sub-bacia 02 – Rio Cachoeira Leito Antigo;
- ✓ 951-PMJ-PDC-RT-P133 – R3 – Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico – Volume 4 – Prognóstico – Tomo II – Sub-bacia 02 – Rio Cachoeira Leito Antigo.

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 Cachoeira Leito Antigo 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>
<b>Alternativa A:</b> Alargamento e Adequação Hidráulica do Canal.	2,498 milhões
<b>Alternativa B:</b> Alargamento, Adequação Hidráulica do Canal e Reservatório de Detenção.	6,624 milhões
<b>Alternativa C:</b> Reservatório de Detenção.	12,124 milhões

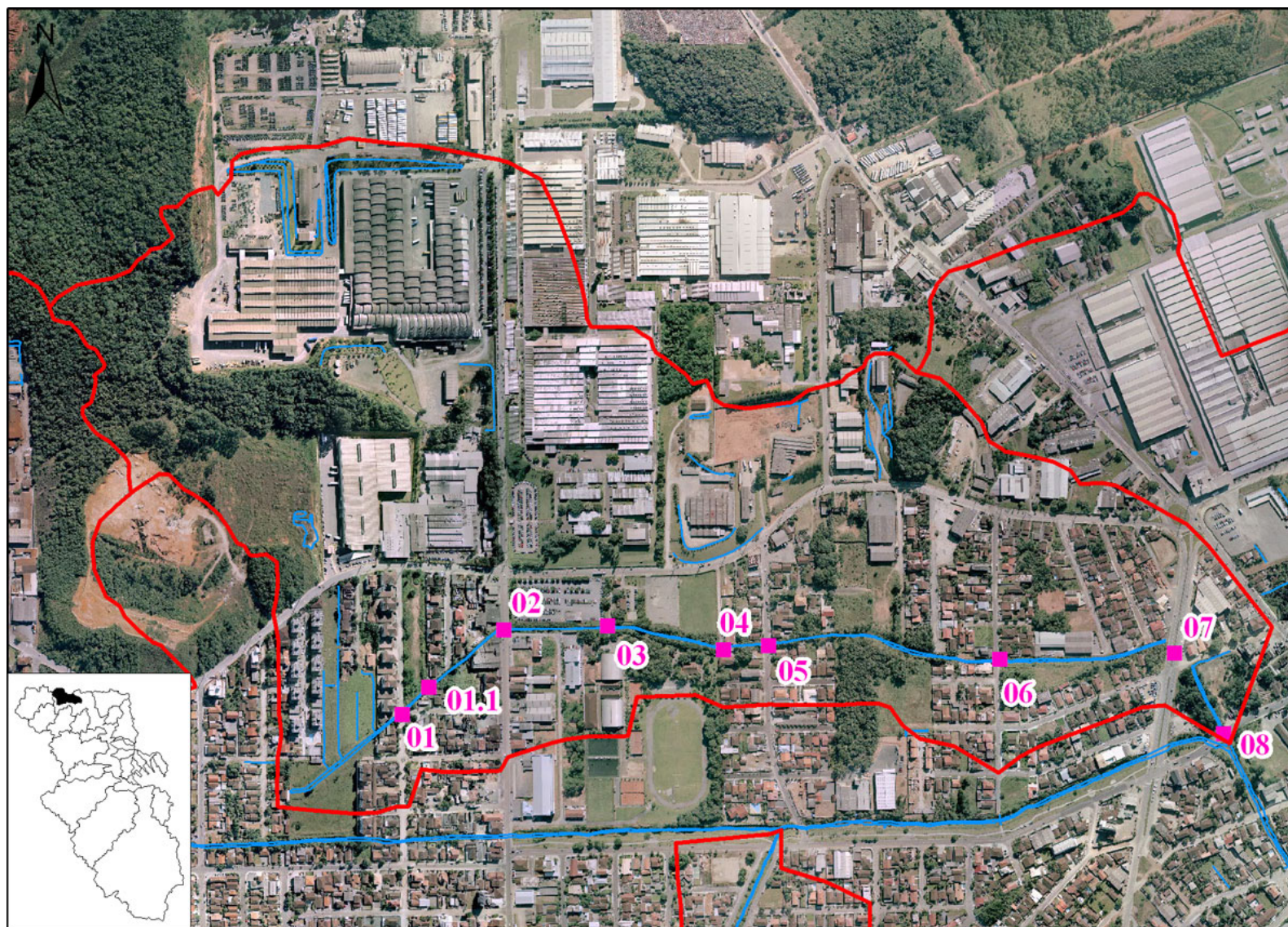
### 2.2.2 Reunião com a Comunidade

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 Cachoeira Leito Antigo foi realizada na data de 24 de Setembro de 2009, às 19h30min na Câmara Municipal de Vereadores.

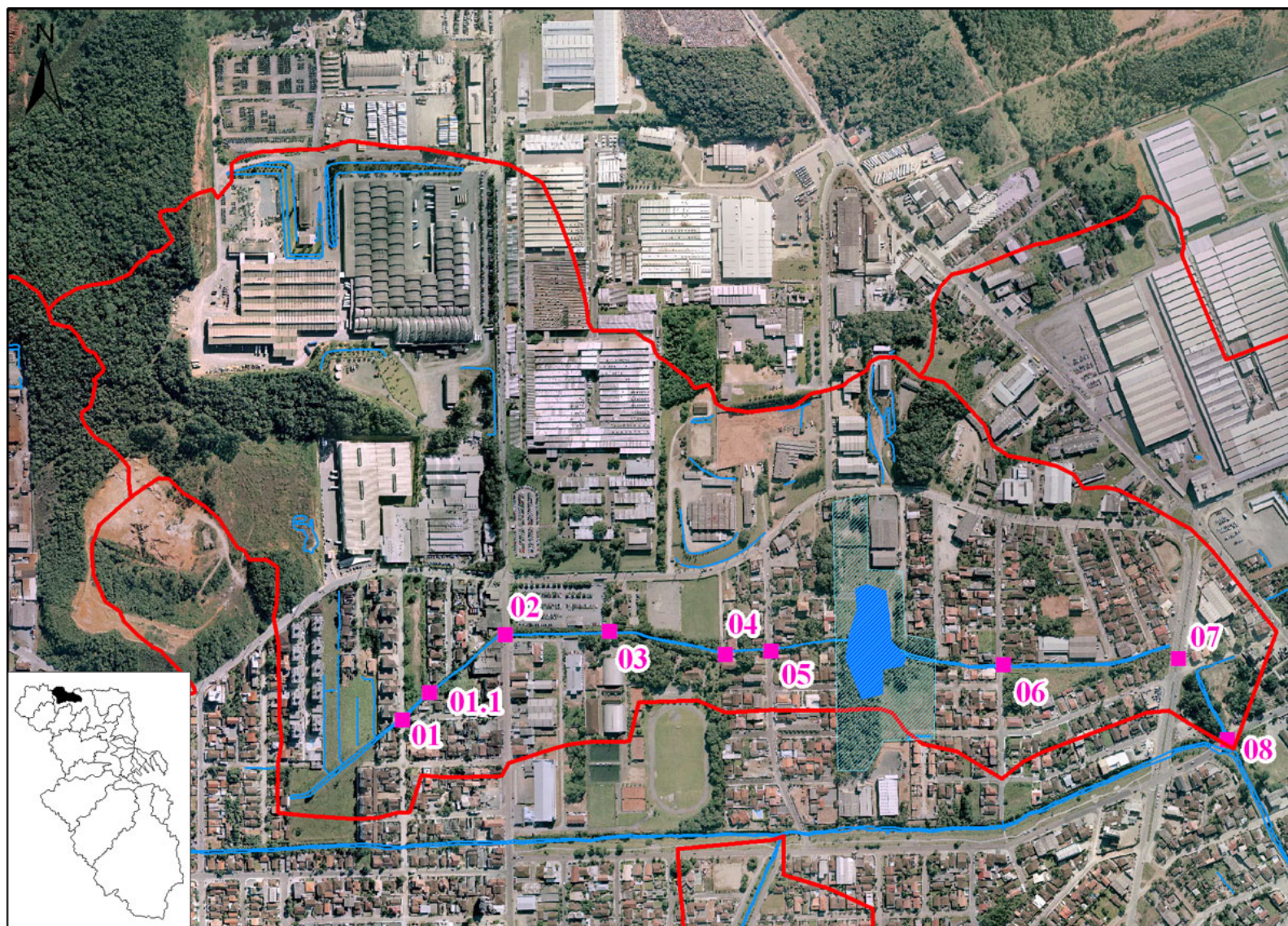
O escopo principal desta reunião foi apresentar as alternativas de intervenção para a sub-bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo, esclarecendo os benefícios e os prejuízos causados com a adoção de cada solução, para que a sociedade, através de uma decisão coletiva, definisse a melhor alternativa para a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

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



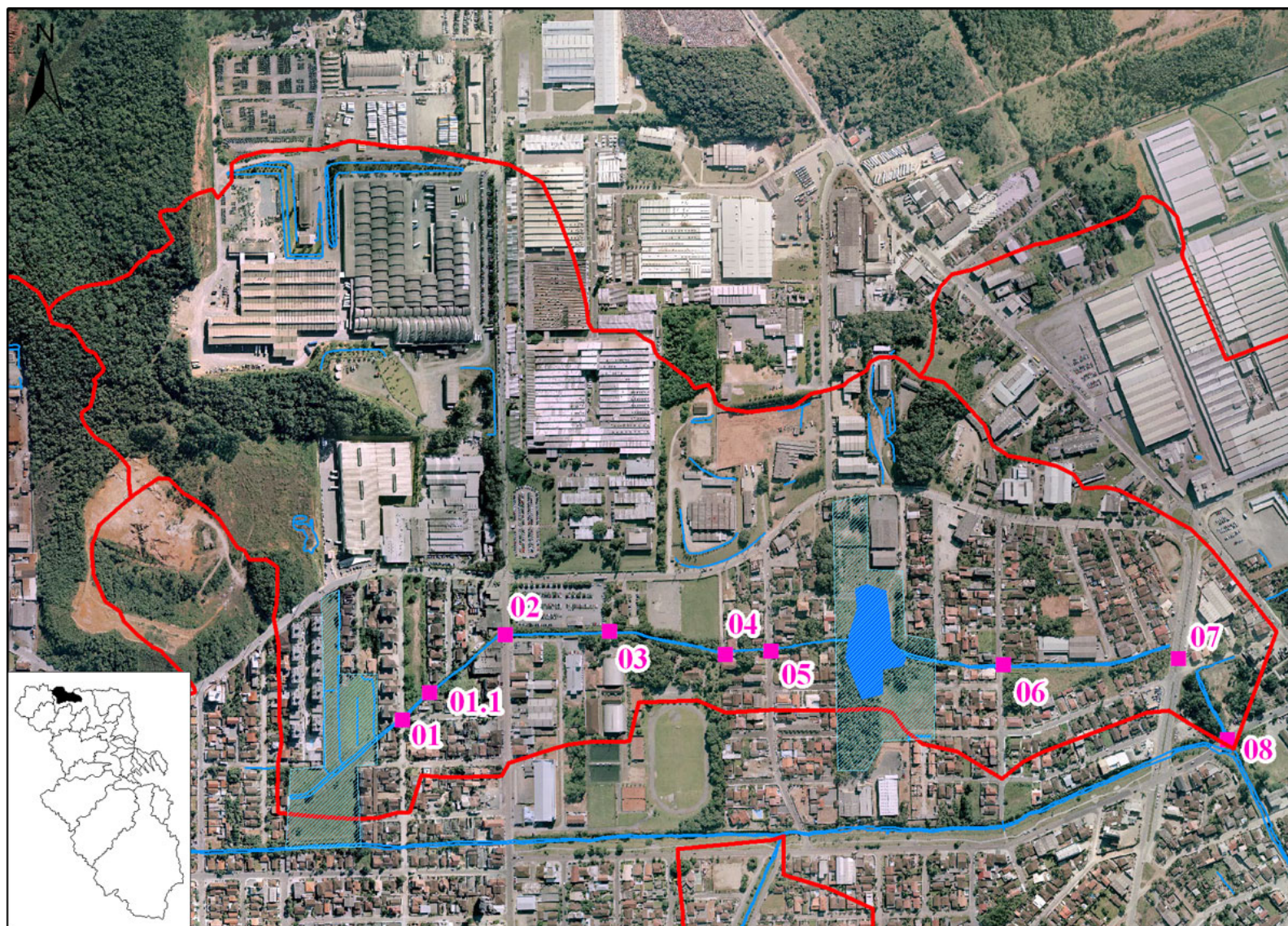
*Ilustração 2.1 - Sub-Bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo – Alternativa A – Concepção Geral.*





*Ilustração 2.2 – Sub-Bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo – Alternativa B – Conceção Geral.*





*Ilustração 2.3 – Sub-Bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo – Alternativa C – Conceção Geral.*

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

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

**QUADRO 2.2**  
**PRIORIDADE DE ESTUDOS**

<i>Alternativa</i>	<i>Prioridade</i>
Alternativa B	1º
Alternativa A	2º
Alternativa C	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 Cachoeira Leito Antigo, 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 consequentemente 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 Cachoeira Leito Antigo.

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 II do Volume 4 do relatório R3. No Quadro 2.3 são apresentadas as precipitações para a sub-bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo com duração de 1 hora.

**QUADRO 2.3**  
**SUB-BACIA DO RIO CACHOEIRA LEITO ANTIGO – 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 Cachoeira Leito Antigo 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**  
**RIO CACHOEIRA LEITO ANTIGO – DISPOSITIVOS ATUAIS**

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (m)</i>	<i>Comprimento (m)</i>
1	Rua das Andorinhas	Galeria/Tubulação	M: 3,09x2,28 J: Ø1,50	60,94
2	Rua Otto Pfuetszenreuter	Ponte	M: 3,43x2,84 J: 3,28x2,97	16,25
3	Associação Desportiva EMBRACO	Ponte	M: 5,92x2,80 J: 5,90x2,70	7,05
4	Rua Otto Kersten	Galeria	M: 3,41x1,85 J: 2,61x1,90	26,56
5	Rua Herman Lanse	Galeria	2,60x1,90	17,29
6	Rua João Dietrich	Ponte	M: 3,53x3,03 J: 3,42x3,03	12,07
7	Avenida Marquês de Olinda	Galeria	M: 3,60x2,50 J: 3,50x2,50/2,60 x1,90	60,41
8	Rua Vice Prefeito Luiz Carlos Garcia	Ponte	M: 2,67x2,52 J: 2,38x3,00	16,33

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

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

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

**QUADRO 2.5**  
**DADOS DA ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA 5**

	<i>Data</i>	<i>Largura (m)</i>	<i>Profundidade (m)</i>	<i>Velocidade (m/s)</i>	<i>Vazão (m³/s)</i>	<i>Sedimentos (mg/L)</i>
<b>Estação 5</b>	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	
<b>Média</b>		<b>4,00</b>	<b>0,215</b>	<b>0,25</b>	<b>0,48</b>	<b>325,50</b>

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>
<b>Estação 5</b>	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
<b>Taxa média</b>		<b>781,10</b>	<b>4927,50</b>	<b>13,51</b>	<b>57,82</b>	<b>364,73</b>

Para avaliar a questão de sedimentos na alternativa C, que contempla reservatórios de retenção das águas do rio, a sub-bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo 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 km<sup>2</sup> 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, respectivamente, a produção de sedimentos nos canais fluviais para as alternativas A e B e a produção e retenção de sedimentos nos dispositivos e canais para a alternativa C.

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

Trecho do Rio	Área da Bacia (km <sup>2</sup> )	Taxa Média (t/ano/km <sup>2</sup> )		Produção de Sedimentos (t/ano)		Total (t/ano)
		Arraste	Suspensão	Arraste	Suspensão	
Cachoeira Leito Antigo	1,07	57,82	364,73	61,95	390,82	70,06

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

Trecho do Rio	Área da Bacia (km <sup>2</sup> )	Taxa Média (t/ano/km <sup>2</sup> )		Produção de Sedimentos (t/ano)		Total (t/ano)
		Arraste	Suspensão	Arraste	Suspensão	
Cachoeira Leito Antigo	1,07	57,82	364,73	61,95	390,82	70,06
Reservatórios	0,87	57,82	364,73	50,15	316,34	76,77

## **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.

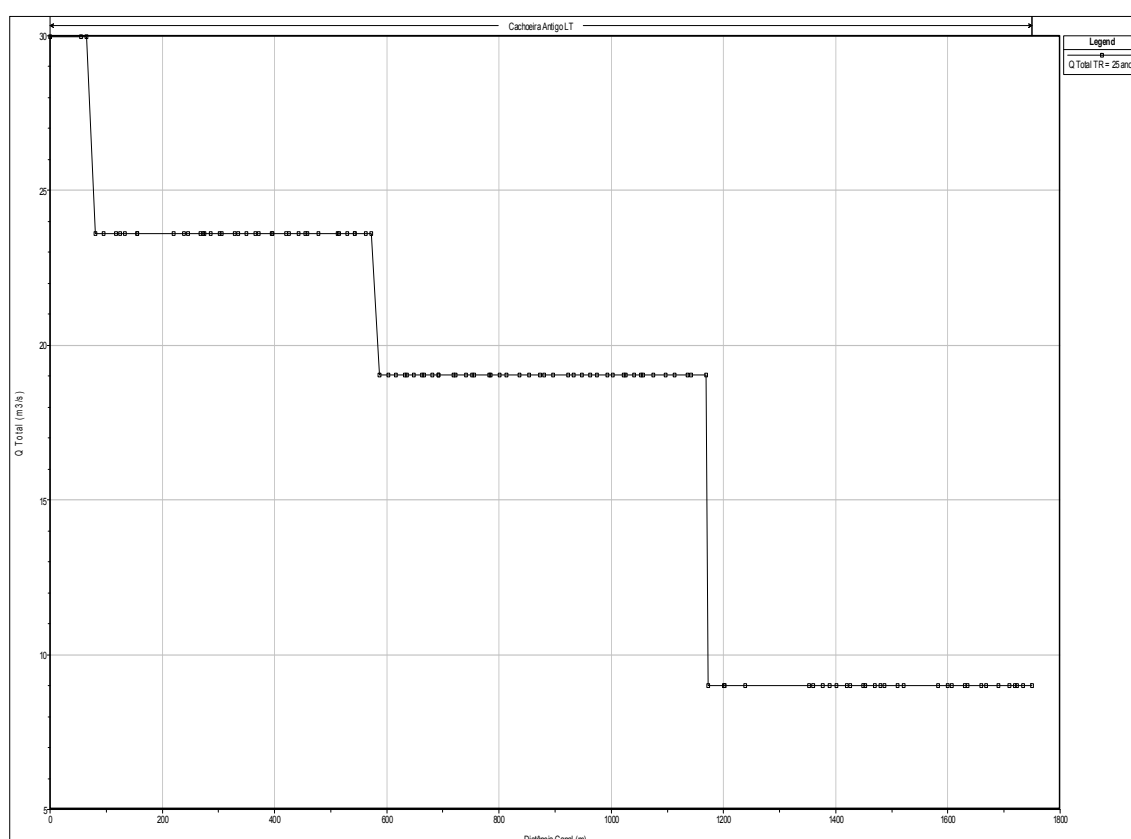
O Quadro 2.9 apresenta as obras propostas na alternativa A indicando os locais onde devem ocorrer as intervenções, assim como aqueles que apresentam capacidade hidráulica satisfatória, não sendo, portanto, necessária qualquer intervenção complementar.

**QUADRO 2.9**  
**SUB-BACIA DO RIO CACHOEIRA LEITO ANTIGO – OBRAS – ALTERNATIVA A**

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>	<i>Situação</i>
1	Rua das Andorinhas	Galeria	3,00x2,00x22,00	Implantação
2	Rua Otto Pfuutzenreuter	Ponte	3,43x3,03x16,25	Rebaixamento de Calha/ Reforço de Fundação
3	Associação Desportiva EMBRACO	Galeria	6,00x2,50x7,05	Implantação
4	Rua Otto Kersten	Galeria	6,00x2,50x26,56	Implantação
5	Rua Herman Lanse	Galeria	6,00x2,50x17,29	Implantação
6	Rua João Dietrich	Galeria	6,00x3,00x12,07	Implantação
7	Avenida Marquês de Olinda	Galeria	5,00x2,80x70,00	Implantação
8	Rua Vice Prefeito Luiz Carlos Garcia	Ponte	10,00x3,05x16,33	Implantação
<b>Implantação do Canal</b>				
Canal Leito Antigo Trecho 1		Canal Trapezoidal	3,00x(var.)x480,71	Implantação
Canal Leito Antigo Trecho 2		Canal Trapezoidal	6,00x(var.)x586,08	Implantação
Canal Leito Antigo Trecho 3		Canal Trapezoidal	8,00x(var.)x348,54	Implantação
Canal Leito Antigo Trecho 4		Canal Trapezoidal	10,00x(var.)x183,57	Implantação

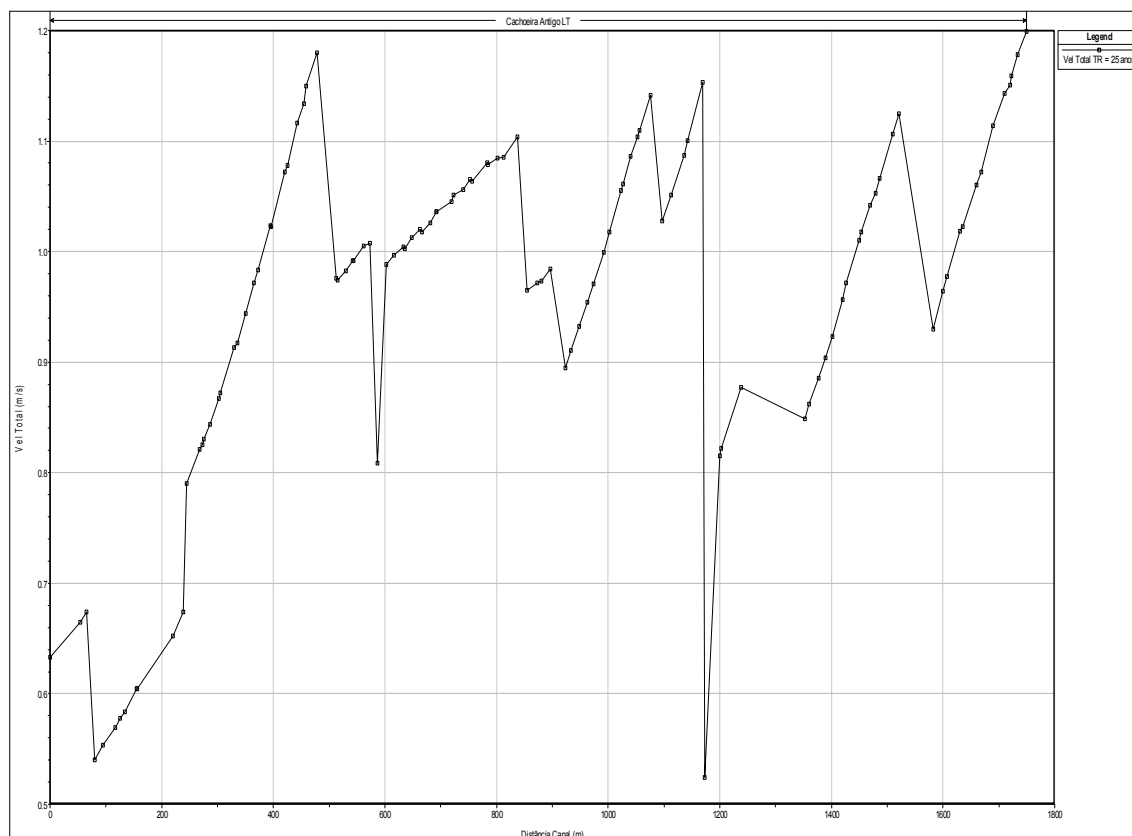
O desenho 951-PMJ-PDC-A3-P769 (vide Anexo 1) apresenta as obras previstas na sub-bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo para a alternativa A.

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 Leito Antigo do rio Cachoeira para a alternativa A.

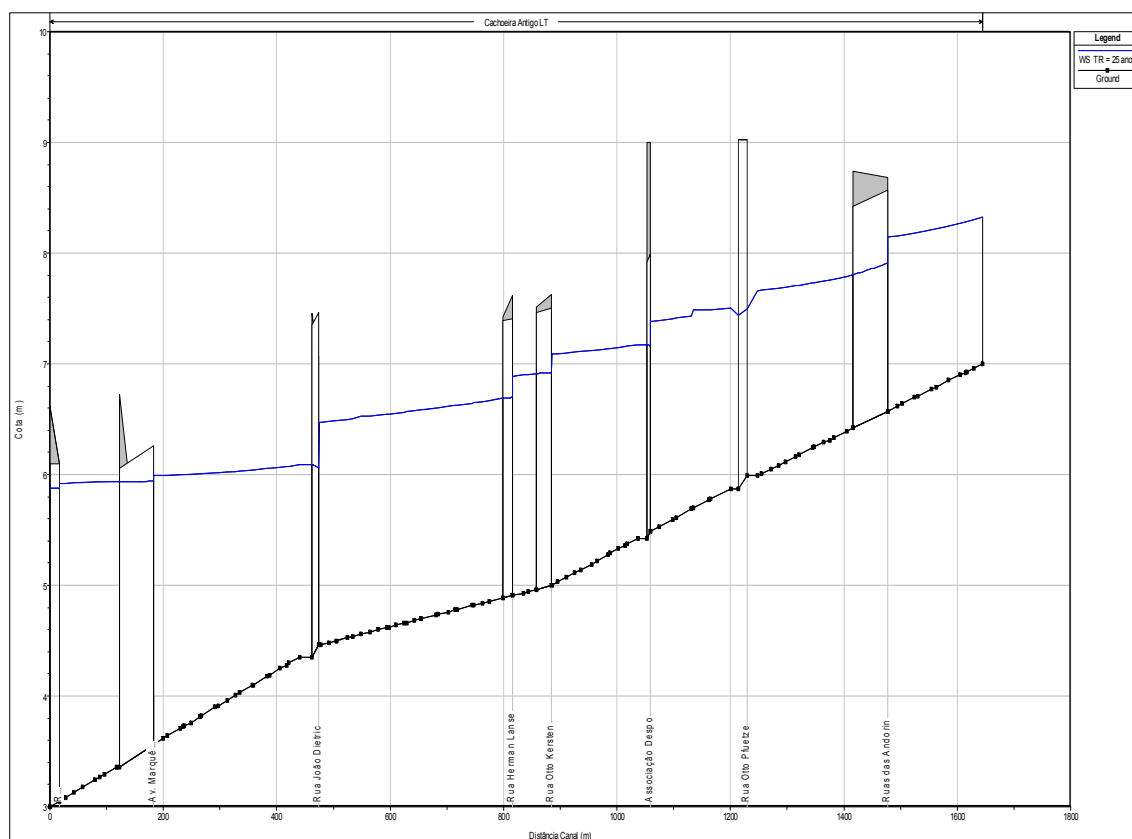


**Figura 2.1 – Vazões no Rio Cachoeira Leito Antigo – Alternativa A.**





**Figura 2.2 – Velocidades no Rio Cachoeira Leito Antigo – Alternativa A.**



**Figura 2.3 – Níveis d'água no Rio Cachoeira Leito Antigo – 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 Cachoeira Leito Antigo 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 km<sup>2</sup> 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 CACHOEIRA LEITO ANTIGO – PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS – ALTERNATIVA A**

Rio	Área da Bacia (km <sup>2</sup> )	Taxa Média (t/ano/km <sup>2</sup> )		Produção de Sedimentos (t/ano)		Total	
		Arraste	Suspensão	Arraste	Suspensão	Peso (t/ano)	Volume (m <sup>3</sup> /ano)
Cachoeira Leito Antigo	1,07	57,82	364,73	61,95	390,82	70,06	46,71

**QUADRO 2.11**

**SUB-BACIA DO RIO CACHOEIRA LEITO ANTIGO – CUSTOS DE MANUTENÇÃO – ALTERNATIVA A**

Item	Comprimento (m)	Relativo (%)	Volume de Sedimentos (m <sup>3</sup> )	Custo Unitário de Manutenção (R\$/m <sup>3</sup> )	Custo Total de Manutenção (R\$/ano)
Canais	1.411,35	88%	41,23	333,19	13.736,36
Pontes e Galerias	185,55	12%	5,48	695,75	3.811,67
				<b>Total (R\$/ano)</b>	<b>17.548,03</b>

## 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, combinando os mesmos com outros tipos de intervenção.

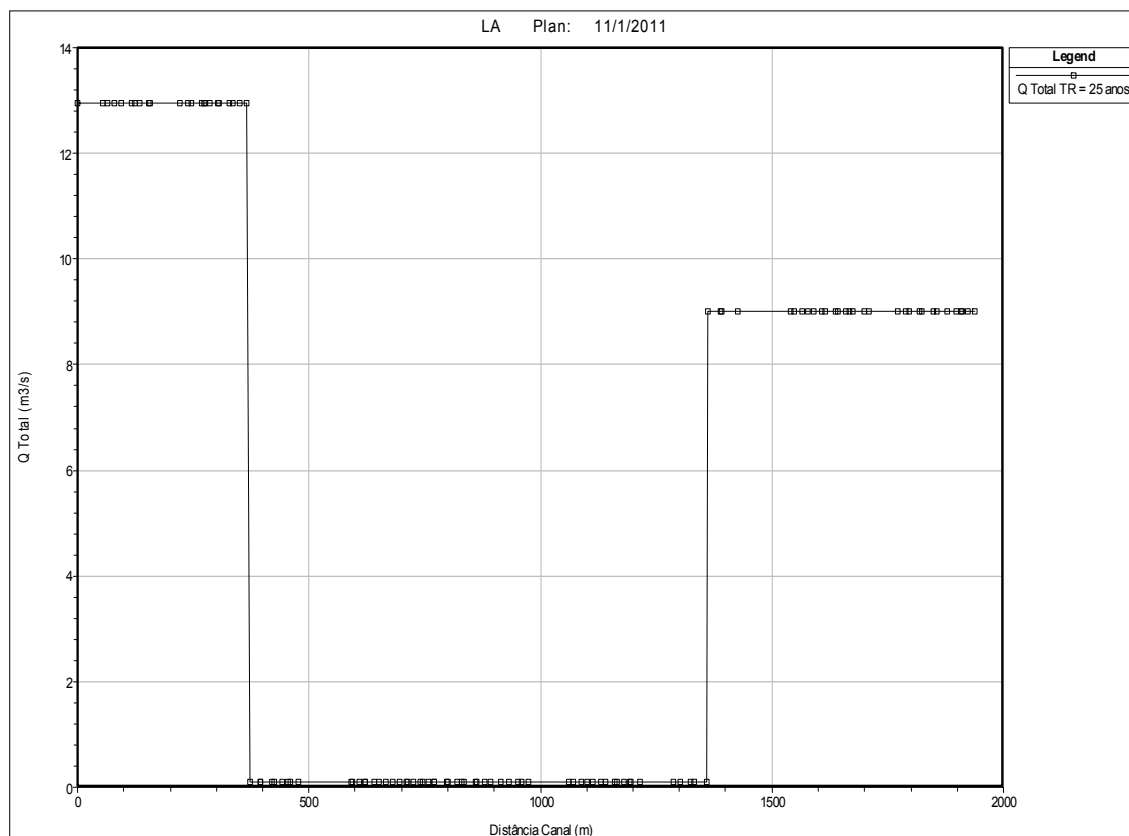
O Quadro 2.12 apresenta as obras propostas na alternativa B indicando os locais onde devem ocorrer as intervenções, assim como aqueles que apresentam capacidade hidráulica satisfatória, não sendo, portanto, necessária qualquer intervenção complementar.

**QUADRO 2.12**  
**SUB-BACIA DO RIO CACHOEIRA LEITO ANTIGO – OBRAS – ALTERNATIVA B**

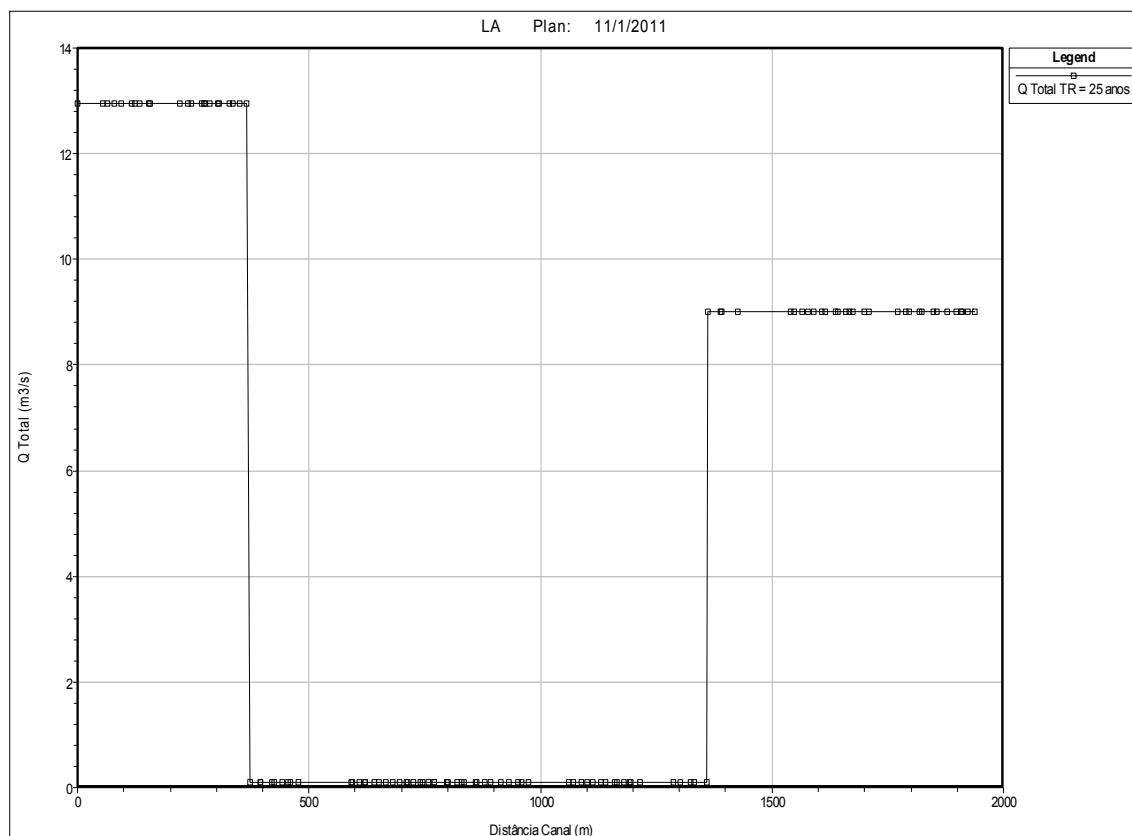
<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>	<i>Situação</i>
1	Rua das Andorinhas	Galeria	3,00x2,00x22,00	Implantação
2	Rua Otto Pfuetzenreuter	Ponte	3,43x2,84x16,25	Permaneça
3	Associação Desportiva EMBRACO	Ponte	5,92x2,80x7,05	Permaneça
4	Rua Otto Kersten	Galeria	3,41x1,85x26,56	Permaneça
5	Rua Herman Lanse	Galeria	2,60x1,90x17,29	Permaneça
6	Rua João Dietrich	Ponte	3,53x3,03x12,07	Permaneça
7	Avenida Marquês de Olinda	Galeria	3,50x2,50x60,41	Permaneça
8	Rua Vice Prefeito Luiz Carlos Garcia	Ponte	2,67x2,51x16,33	Permaneça
<b>Galerias By-Pass</b>				
9	Galeria By-Pass Leito Antigo 1	Galeria	3,00x2,00x323,00	Implantação
10	Galeria By-Pass Leito Antigo 2	Galeria	2,00x1,80x297,50	Implantação
<b>Implantação do Canal</b>				
Canal Leito Antigo Trecho 1		Canal Trapezoidal	3,00x(var.)x444,63	Implantação

O desenho 951-PMJ-PDC-A3-P770 (vide Anexo 1) apresenta as obras previstas na sub-bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo para a alternativa B.

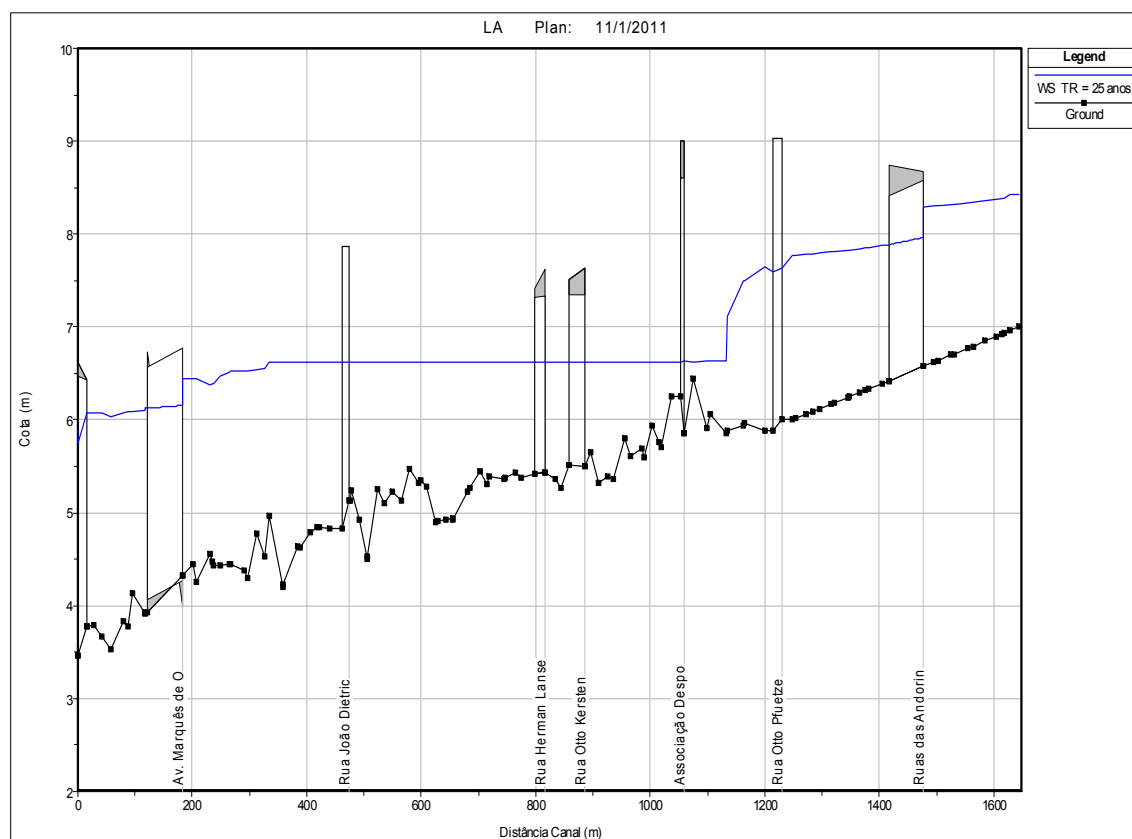
As Figuras 2.4, 2.5 e 2.6 apresentam, respectivamente, as vazões, as velocidades do escoamento e os níveis d'água ao longo do Leito Antigo do rio Cachoeira para a alternativa B. A galeria By-Pass 1 proposta foi dimensionada para vazão de projeto de 12,26 m<sup>3</sup>/s, enquanto a galeria By-Pass 2 foi dimensionada para vazão de projeto de 6,85 m<sup>3</sup>/s.



**Figura 2.4 – Vazões no Rio Cachoeira Leito Antigo – Alternativa B.**



**Figura 2.5 – Velocidades no Rio Cachoeira Leito Antigo – Alternativa B.**



**Figura 2.6 – Níveis d'água no Rio Cachoeira Leito Antigo – 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 CACHOEIRA LEITO ANTIGO – PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS – ALTERNATIVA B**

Rio	Área da Bacia (km <sup>2</sup> )	Taxa Média (t/ano/km <sup>2</sup> )		Produção de Sedimentos (t/ano)		Total	
		Arraste	Suspensão	Arraste	Suspensão	Peso (t/ano)	Volume (m <sup>3</sup> /ano)
Cachoeira Leito Antigo	1,07	57,82	364,73	61,95	390,82	70,06	46,71

**QUADRO 2.14**

**SUB-BACIA DO RIO CACHOEIRA LEITO ANTIGO – CUSTOS DE MANUTENÇÃO – ALTERNATIVA B**

Item	Comprimento (m)	Relativo (%)	Volume de Sedimentos (m <sup>3</sup> )	Custo Unitário de Manutenção (R\$/m <sup>3</sup> )	Custo Total de Manutenção (R\$/ano)
Canais	1.420,94	64,0	29,90	333,19	9.963,19
Pontes e Galerias	798,46	36,0	16,80	695,75	11.690,61
				<b>Total (R\$/ano)</b>	<b>21.653,80</b>

### 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.

A seleção de locais para implantação dos reservatórios de retenção considerou a utilização de áreas livres ou com o mínimo de demolição possível. Por solicitação da PMJ, todos os reservatórios deverão operar por gravidade não se considerando para o dimensionamento a utilização de bombas ou equipamentos de controle. Este fator reduz a eficiência desses reservatórios limitando a redução do pico do hidrograma.

A Figura 2.7 apresenta detalhes da localização do reservatório de retenção para a sub-bacia hidrográfica do Rio Cachoeira Leito Antigo, bem como suas curvas características cota-área-volume.





Figura 2.7 – Localização do Reservatório R2.2.

O reservatório foi denominado R2.2 e está localizado em uma região entre as ruas Hermann Lange e João Dietrich, conforme ilustrado na Figura 2.7.

O Quadro 2.15 apresenta as obras propostas na alternativa C para a sub-bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo 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 CACHOEIRA LEITO ANTIGO – OBRAS – ALTERNATIVA C**

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>	<i>Situação</i>
1	Rua das Andorinhas	Galeria	3,00x2,00x22,00	Implantação
2	Rua Otto Pfuetszenreuter	Ponte	3,43x3,03x16,25	Rebaixamento de Calha/ Reforço de Fundação
3	Associação Desportiva EMBRACO	Galeria	6,00x2,50x7,05	Implantação
4	Rua Otto Kersten	Galeria	6,00x2,50x26,56	Implantação
5	Rua Herman Lanse	Galeria	6,00x2,50x17,29	Implantação
6	Rua João Dietrich	Ponte	3,53x3,41x12,07	Rebaixamento de Calha/ Reforço de Fundação
7	Avenida Marquês de Olinda	Galeria	3,50x2,50x60,41	Permanece
8	Rua Vice Prefeito Luiz Carlos Garcia	Ponte	2,67x3,37x16,33	Rebaixamento de Calha/ Reforço de Fundação
<b>Implantação do Canal</b>				
	Canal Leito Antigo Trecho 1	Canal Trapezoidal	3,00x(var.)x480,71	Implantação
	Canal Leito Antigo Trecho 2	Canal Trapezoidal	6,00x(var.)x586,08	Implantação
	Canal Leito Antigo Trecho 3	Canal Trapezoidal	2,00x(var.)x331,66	Implantação
	Canal Leito Antigo Trecho 4	Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x166,16	Implantação

**QUADRO 2.16**  
**SUB-BACIA DO RIO CACHOEIRA LEITO ANTIGO – 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 R2.2	55.735,09	25,79	3,06	Implantação

O desenho 951-PMJ-PDC-A3-P771 (vide Anexo 1) apresenta as obras previstas na sub-bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo 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 Leito Antigo do rio Cachoeira para a alternativa C.



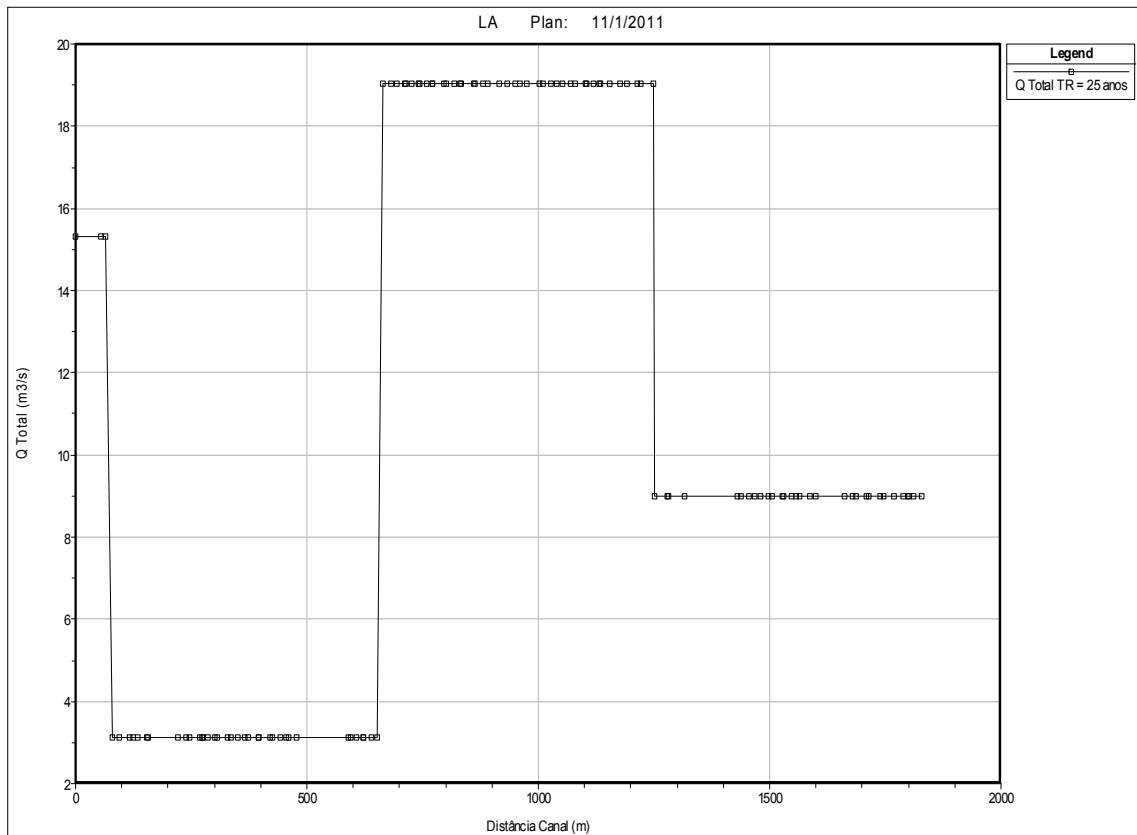


Figura 2.8 – Vazões no Rio Cachoeira Leito Antigo – Alternativa C.

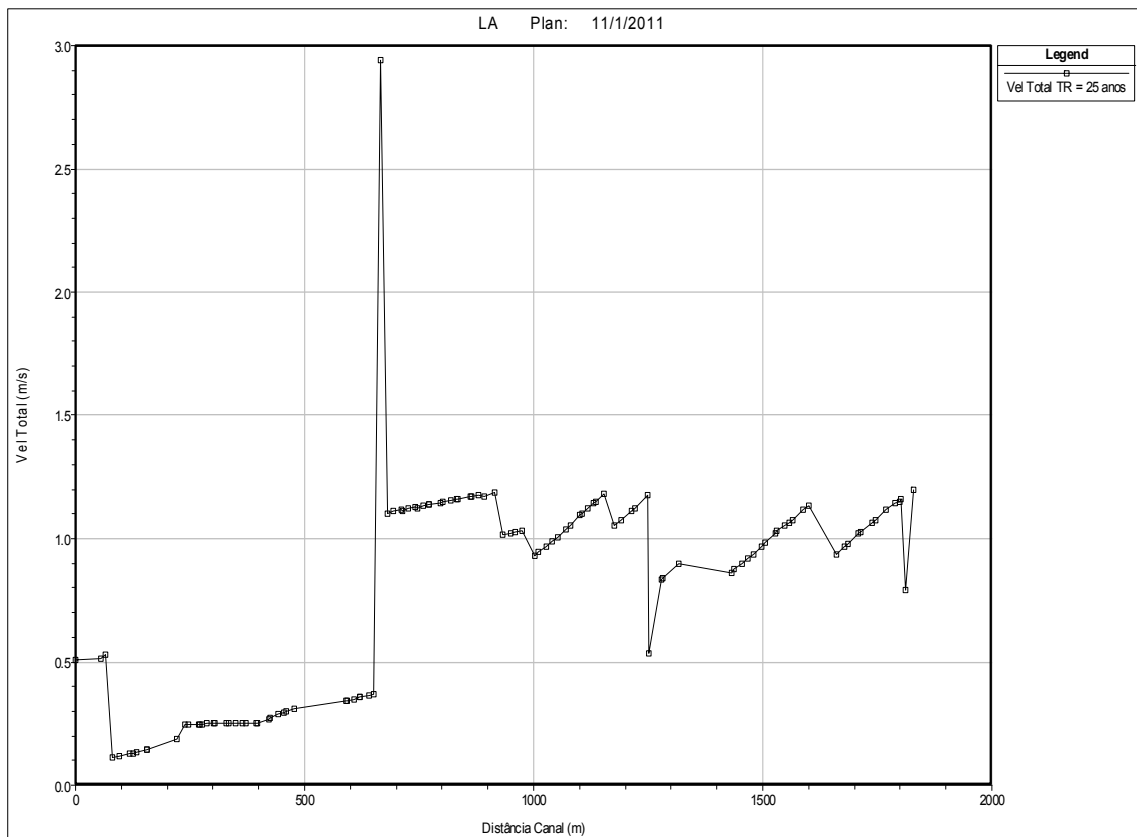
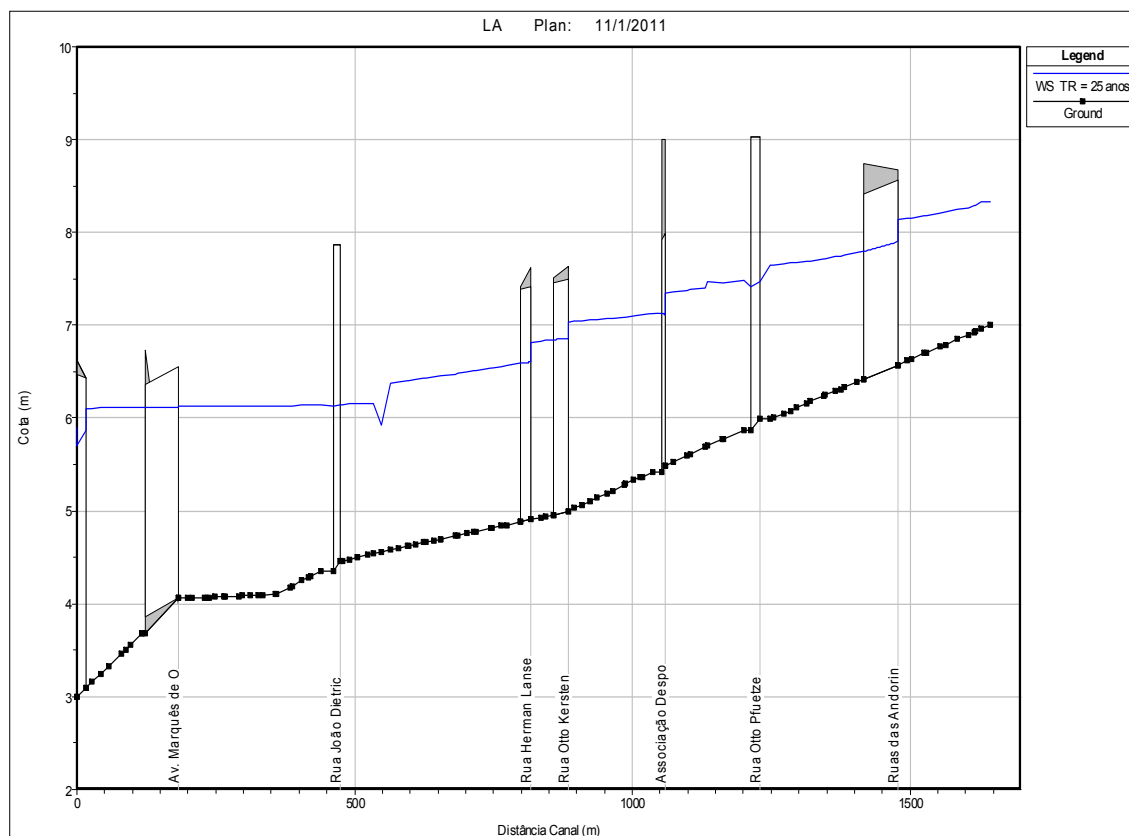


Figura 2.9 – Velocidades no Rio Cachoeira Leito Antigo – Alternativa C.



**Figura 2.10 – Níveis d'água no Rio Cachoeira Leito Antigo – Alternativa C.**

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

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

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

QUADRO 2.17

## SUB-BACIA DO RIO CACHOEIRA LEITO ANTIGO – PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS – ALTERNATIVA C

Rio	Área da Bacia (km <sup>2</sup> )	Taxa Média (t/ano/km <sup>2</sup> )		Produção de Sedimentos (t/ano)		Total	
		Arraste	Suspensão	Arraste	Suspensão	Peso (t/ano)	Volume (m <sup>3</sup> /ano)
Cachoeira Leito Antigo	1,07	57,82	364,73	61,95	390,82	70,06	46,71
Reservatórios	0,87	57,82	364,73	50,15	316,34	76,77	51,18

QUADRO 2.18

## SUB-BACIA DO RIO CACHOEIRA LEITO ANTIGO – CUSTOS DE MANUTENÇÃO – ALTERNATIVA C

Item	Comprimento (m)	Relativo (%)	Volume de Sedimentos (m <sup>3</sup> )	Custo Unitário de Manutenção (R\$/m <sup>3</sup> )	Custo Total de Manutenção (R\$/ano)
Canais	1.420,94	89,0	41,51	333,19	13.829,70
Pontes e Galerias	177,96	11,0	5,20	695,75	3.616,77
Reservatórios	-	-	51,18	333,19	17.051,69
				<b>Total (R\$/ano)</b>	<b>34.498,16</b>

### 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 CACHOEIRA LEITO ANTIGO – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA A**

<b>OBRAS EXISTENTES</b>			
<b>Dispositivo</b>	<b>Local</b>	<b>Tipo</b>	<b>Dimensão (BxhxL) (m)</b>
2	Rua Otto Pfüetzenreuter	Ponte	3,43x3,03x16,25
<b>OBRAS PROPOSTAS</b>			
<b>Dispositivo</b>	<b>Local</b>	<b>Tipo</b>	<b>Dimensão (BxhxL) (m)</b>
1	Rua das Andorinhas	Galeria	3,00x2,00x22,00
3	Associação Desportiva EMBRACO	Galeria	6,00x2,50x7,05
4	Rua Otto Kersten	Galeria	6,00x2,50x26,56
5	Rua Herman Lanse	Galeria	6,00x2,50x17,29
6	Rua João Dietrich	Galeria	6,00x3,00x12,07
7	Avenida Marquês de Olinda	Galeria	5,00x2,80x70,00
8	Rua Vice Prefeito Luiz Carlos Garcia	Ponte	10,00x3,05x16,33
<b>Implantação do Canal</b>			
	Canal Leito Antigo Trecho 1	Canal Trapezoidal	3,00x(var.)x480,71
	Canal Leito Antigo Trecho 2	Canal Trapezoidal	6,00x(var.)x586,08
	Canal Leito Antigo Trecho 3	Canal Trapezoidal	8,00x(var.)x348,54
	Canal Leito Antigo Trecho 4	Canal Trapezoidal	10,00x(var.)x183,57
Obs: As obras existentes indicadas são mantidas na solução proposta. O canal sob o dispositivo 2 será aprofundado para atender as vazões de projeto.			

#### 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 CACHOEIRA LEITO ANTIGO – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA B

OBRAS EXISTENTES			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
2	Rua Otto Pfuetszenreuter	Ponte	3,43x2,84x16,25
3	Associação Desportiva EMBRACO	Ponte	5,92x2,80x7,05
4	Rua Otto Kersten	Galeria	3,41x1,85x26,56
5	Rua Herman Lanse	Galeria	2,60x1,90x17,29
6	Rua João Dietrich	Ponte	3,53x3,03x12,07
7	Avenida Marquês de Olinda	Galeria	3,50x2,50x60,41
8	Rua Vice Prefeito Luiz Carlos Garcia	Ponte	2,67x2,51x16,33
OBRAS PROPOSTAS			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
1	Rua das Andorinhas	Galeria	3,00x2,00x22,00
Galerias By-Pass			
9	Galeria By-Pass Leito Antigo 1	Galeria	3,00x2,00x323,00
10	Galeria By-Pass Leito Antigo 2	Galeria	2,00x1,80x297,50
Implantação do Canal			
Canal Leito Antigo		Canal Trapezoidal	3,00x(var.)x444,63
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 CACHOEIRA LEITO ANTIGO – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA C

OBRAS EXISTENTES			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
2	Rua Otto Pfuetszenreuter	Ponte	3,43x3,03x16,25
6	Rua João Dietrich	Ponte	3,53x3,41x12,07
7	Avenida Marquês de Olinda	Galeria	3,50x2,50x60,41
8	Rua Vice Prefeito Luiz Carlos Garcia	Ponte	2,67x3,37x16,33
OBRAS PROPOSTAS			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
1	Rua das Andorinhas	Galeria	3,00x2,00x22,00
3	Associação Desportiva EMBRACO	Galeria	6,00x2,50x7,05
4	Rua Otto Kersten	Galeria	6,00x2,50x26,56
5	Rua Herman Lanse	Galeria	6,00x2,50x17,29
Implantação do Canal			
Canal Leito Antigo Trecho 1		Canal Trapezoidal	2,00x(var.)x331,66
Canal Leito Antigo Trecho 2		Canal Trapezoidal	3,00x(var.)x480,71
Canal Leito Antigo Trecho 3		Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x166,16
Canal Leito Antigo Trecho 4		Canal Trapezoidal	6,00x(var.)x586,08
Obs: As obras existentes indicadas são mantidas na solução proposta. O canal sob os dispositivos 2, 6 e 8 será aprofundado para atender as vazões de projeto.			

**QUADRO 3.4****SUB-BACIA DO RIO CACHOEIRA LEITO ANTIGO – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS DE RESERVAÇÃO  
– ALTERNATIVA C**

<i>Tipo</i>	<i>Volume de Acumulação (m³)</i>
Reservatório de Detenção	55.735,09

**3.2 CUSTOS****3.2.1 Custos da Alternativa A**

Os custos associados às intervenções propostas para a alternativa A estão detalhados no Quadro 3.5.

**QUADRO 3.5****SUB-BACIA DO RIO CACHOEIRA LEITO ANTIGO – CUSTOS DE INVESTIMENTOS – PREÇOS  
FINANCEIROS – ALTERNATIVA A**

<b>CUSTOS FINAIS (R\$)</b>	
Remoção	77.141,00
Construção de Canais	1.963.266,23
Construção de Pontes	516.794,61
Construção de Galerias	2.548.525,09
Construção de Reservatórios	-
<b>Total Construção</b>	<b>5.105.726,93</b>
BDI (30%)	1.531.718,08
<b>Total Custos Diretos</b>	<b>6.637.445,01</b>
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	530.995,60
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	199.123,35
Contingência (25%)	1.659.361,25
<b>Total Outros Custos</b>	<b>2.389.480,21</b>
Desapropriações	24.420.740,40
<b>TOTAL</b>	<b>33.447.665,62</b>

**3.2.2 Custos da Alternativa B**

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



**QUADRO 3.6**  
**SUB-BACIA DO RIO CACHOEIRA LEITO ANTIGO – CUSTOS DE INVESTIMENTOS – PREÇOS**  
**FINANCEIROS – ALTERNATIVA B**

<b>CUSTOS FINAIS (R\$)</b>	
Remoção	8.562,79
Construção de Canais	367.403,96
Construção de Pontes	-
Construção de Galerias	3.544.505,03
Construção de Reservatórios	-
<b>Total Construção</b>	<b>3.920.471,78</b>
BDI (30%)	1.176.141,53
<b>Total Custos Diretos</b>	<b>5.096.613,31</b>
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	407.729,07
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	152.898,40
Contingência (25%)	1.274.153,33
<b>Total Outros Custos</b>	<b>1.834.780,79</b>
Desapropriações	5.763.835,54
<b>TOTAL</b>	<b>12.605.229,65</b>

### 3.2.3 Custos da Alternativa C

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

**QUADRO 3.7**  
**SUB-BACIA DO RIO CACHOEIRA LEITO ANTIGO – CUSTOS DE INVESTIMENTOS – PREÇOS**  
**FINANCEIROS – ALTERNATIVA C**

<b>CUSTOS FINAIS (R\$)</b>	
Remoção	33.103,78
Construção de Canais	1.461.597,48
Construção de Pontes	-
Construção de Galerias	1.038.067,90
Construção de Reservatórios	4.099.042,72
<b>Total Construção</b>	<b>6.631.811,89</b>
BDI (30%)	1.989.543,57
<b>Total Custos Diretos</b>	<b>8.621.355,45</b>
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	689.708,44
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	258.640,66
Contingência (25%)	2.155.338,86
<b>Total Outros Custos</b>	<b>3.103.687,96</b>
Desapropriações	30.923.224,48
<b>TOTAL</b>	<b>42.648.267,89</b>

### 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 3.8.

**QUADRO 3.8**  
**FATORES DE CONVERSÃO**

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

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

A síntese dos preços econômicos para as alternativas A, B e C está apresentada no Quadro 3.9.

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

<b>PREÇOS ECONÔMICOS – R\$ 1,00</b>					
<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>
31.772.146,06	16.495,15	11.347.472,90	20.354,57	40.456.331,60	32.428,27

### 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 (m<sup>2</sup>)<sup>1</sup>, altura média da lâmina d'água das alternativas (m) e o valor de mercado das edificações na sub-bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo (R\$/m<sup>2</sup>) 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 3.10 apresenta os valores de área inundável e lâmina d'água que ocorreriam na sub-bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo caso não fossem implantadas as obras e os valores resultantes da ocorrência de uma precipitação com TR de 50 anos, admitindo a implantação de obras para o período de retorno de 25 anos.

**QUADRO 3.10**  
**PARÂMETROS PARA ESTIMAÇÃO DO PREJUÍZO DIRETO**

			PRECIPITAÇÃO			
			TR=5 Anos	TR=10 Anos	TR=25 Anos	TR=50 Anos
GEOMETRIA	Atual	Área Inundável (km <sup>2</sup> )	0,119	0,188	0,243	0,281
		Lâmina d'água (m)	0,492	0,478	0,536	0,595
	25-A	Área Inundável (km <sup>2</sup> )	-	-	-	0,015
		Lâmina d'água (m)	-	-	-	0,481
	25-B	Área Inundável (km <sup>2</sup> )	-	-	-	0,033
		Lâmina d'água (m)	-	-	-	0,622
	25-C	Área Inundável (km <sup>2</sup> )	-	-	-	0,018
		Lâmina d'água (m)	-	-	-	0,619

O valor médio do metro quadrado das edificações na sub-bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo foi estimado em R\$981,50 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 3.11, 3.12 e 3.13.

**QUADRO 3.11**  
**BENEFÍCIOS ECONÔMICOS PARA ALTERNATIVA A – TR 25 ANOS**

Tr Chuva	PROBABILIDADE				R\$	
Obra	0,2	0,1	0,04	0,02	Prejuízo Esperado	Benefícios Incrementais
Atual	8.579.217	13.213.603	19.148.649	24.629.193	4.295.734	-
25-A	-	-	-	1.073.699	21.474	4.274.260

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

**QUADRO 3.12**  
**BENEFÍCIOS ECONÔMICOS PARA ALTERNATIVA B – TR 25 ANOS**

Tr Chuva	PROBABILIDADE				R\$	
Obra	0,2	0,1	0,04	0,02	Prejuízo Esperado	Benefícios Incrementais
Atual	8.579.217	13.213.603	19.148.649	24.629.193	4.295.734	-
25-B	-	-	-	3.002.334	60.047	4.235.687

**QUADRO 3.13**  
**BENEFÍCIOS ECONÔMICOS PARA ALTERNATIVA C – TR 25 ANOS**

Tr Chuva	PROBABILIDADE				R\$	
Obra	0,2	0,1	0,04	0,02	Prejuízo Esperado	Benefícios Incrementais
Atual	8.579.217	13.213.603	19.148.649	24.629.193	4.295.734	-
25-C	-	-	-	1.630.750	32.615	4.263.119

Os cálculos dos danos evitados associados ao período de recorrência decorrem da multiplicação da área pela altura média, pelo valor do m<sup>2</sup> 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 dimensionado<sup>2</sup>.

### 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 Leito Antigo. 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*<sup>3</sup> que identifica se aquele imóvel está situado em área inundável). O detalhamento destes procedimentos é apresentado em volume anexo de memória de cálculo.

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

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

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).

Após análises preliminares e consequentes exclusões de alguns dados discrepantes foi ajustado um primeiro modelo utilizando como resposta a variável **vm2tot** e como variáveis explicativas: *inunda*, *uso*, *apart*, *casa*, *loja*, *galpão*, *bacia* e *estrutura*, resultando nos coeficientes apresentados no Quadro 3.14.

**QUADRO 3.14**  
**COEFICIENTES PARA ESTIMATIVA DO MODELO DE VALORIZAÇÃO IMOBILIÁRIA**

	Coeficientes não estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Intervalo de confiança para B a 95%	
	B	Erro típ	Beta			Limite inferior	Limite superior
(Constante)	386,334	101,798	-	3,795	0,000		
apart	-16,820	105,155	-0,022	-0,160	0,873		
casa	-65,554	101,989	-0,157	-0,643	0,521		
loja	49,310	104,155	0,053	0,473	0,636		
galpao	-119,590	101,560	-0,206	-1,178	0,239		
estrutr1	-140,015	11,242	-0,429	-12,455	0,000		
inunda	-32,107	9,854	-0,114	-3,258	0,001		
usor1	-51,819	23,067	-0,104	-2,247	0,025		

a variável dependente: vm2tot

As variáveis com nível de significância acima de 10% foram retiradas e um novo modelo foi ajustado utilizando o logaritmo neperiano da variável *vm2tot* (renomeada para *lnvm2tot*) 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 *lnvm2tot*, foi:

$$Z = 5,729 - 0,544 * \text{galpão} - 0,682 * \text{estrutura} - 0,10 * \text{inunda}$$

ou seja, o valor do metro quadrado total é valorizado<sup>4</sup> em 10,5% após a implantação do projeto.

As tabelas a seguir apresentam os resultados para o modelo final ajustado e através destas observa-se que o modelo ajustado explica 41,5% 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.

<sup>4</sup> 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 3.15**  
**ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS**

	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>N</i>
lnvm2tot	5,5304	,41785	645
galpao	0,04	0,197	645
estrutr1	0,14	0,350	645
inunda	0,79	0,406	645

**QUADRO 3.16**  
**ANOVA**

	<i>Soma de Quadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Média Quadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig</i>
Regressão	46,971	3	15,657	153,294	,000(a)
Residual	65,470	641	0,102		
Total	112,441	644			

a Variáveis preditoras: (Constante), inunda, estrutr1, galpao

b Variável dependente: lnvm2tot

**QUADRO 3.17**  
**COEFICIENTES**

	<i>Coeficientes não estandarizados</i>		<i>Coeficientes estandarizados</i>	<i>t</i>	<i>Sig.</i>	<i>Intervalo de confiança para B al 95%</i>	
	<i>B</i>	<i>Erro típ</i>	<i>Beta</i>			<i>Limite inferior</i>	<i>Limite superior</i>
(Constante)	5,729	0,028		201,859	0,000	5,673	5,785
galpao	-0,544	0,065	-0,256	-8,418	0,000	-0,671	-0,417
estrutr1	-0,682	0,036	-0,571	-18,878	0,000	-0,753	-0,611
inunda	-0,100	0,031	-0,098	-3,202	0,001	-0,162	-0,039

**QUADRO 3.18**  
**R AJUSTADO**

<i>R</i>	<i>R quadrado</i>	<i>R quadrado corrigida</i>
0,646(a)	0,418	0,415

Ao valor monetário do conjunto de imóveis identificados como pertencentes à sub-bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo e que encontram-se em áreas alagáveis foi aplicado o percentual de 10,5% 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\$980,87/m<sup>2</sup>), 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 Cachoeira Leito Antigo.

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 Cachoeira Leito Antigo, o valor do benefício econômico, calculado conforme os procedimentos descritos acima, atingiu a quantia de R\$12,8 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 Cachoeira Leito Antigo 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 Cachoeira Leito Antigo 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\$6.207/ano a preços econômicos. Os detalhamentos dos benefícios de tráfego estão apresentados na memória de cálculo em volume anexo.

### **3.3.4 Benefícios Indiretos**

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

## **3.4 ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO DAS ALTERNATIVAS**

---

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

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

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

**QUADRO 3.19**  
**ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO – ALTERNATIVA A**

**SUB BACIA LEITO ANTIGO**

**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 1,94%
1	-	-	-	-	-	31.772.146		-	-	31.772.146	(31.772.146)
2	516.141	3.555.328	6.207	815.535	4.893.212	-		16.495	-	16.495	4.876.717
3	516.141	3.555.328	6.207	815.535	4.893.212	-		16.495	-	16.495	4.876.717
4	516.141	3.555.328	6.207	815.535	4.893.212	-		16.495	-	16.495	4.876.717
5	516.141	3.555.328	6.207	815.535	4.893.212	-		16.495	-	16.495	4.876.717
6	516.141	3.555.328	6.207	815.535	4.893.212	-		16.495	-	16.495	4.876.717
7	516.141		6.207	104.470	626.818	-		16.495	-	16.495	610.323
8	516.141		6.207	104.470	626.818	-		16.495	-	16.495	610.323
9	516.141		6.207	104.470	626.818	-		16.495	-	16.495	610.323
10	516.141		6.207	104.470	626.818	-		16.495	-	16.495	610.323
11	516.141		6.207	104.470	626.818	-		16.495	-	16.495	610.323
12	516.141		6.207	104.470	626.818	-		16.495	-	16.495	610.323
13	516.141		6.207	104.470	626.818	-		16.495	-	16.495	610.323
14	516.141		6.207	104.470	626.818	-		16.495	-	16.495	610.323
15	516.141		6.207	104.470	626.818	-		16.495	-	16.495	610.323
16	516.141		6.207	104.470	626.818	-		16.495	-	16.495	610.323
17	516.141		6.207	104.470	626.818	-		16.495	-	16.495	610.323
18	516.141		6.207	104.470	626.818	-		16.495	-	16.495	610.323
19	516.141		6.207	104.470	626.818	-		16.495	-	16.495	610.323
20	516.141		6.207	104.470	626.818	-		16.495	-	16.495	610.323
21	516.141		6.207	104.470	626.818	-		16.495	-	16.495	610.323
22	516.141		6.207	104.470	626.818	-		16.495	-	16.495	610.323
23	516.141		6.207	104.470	626.818	-		16.495	-	16.495	610.323
24	516.141		6.207	104.470	626.818	-		16.495	-	16.495	610.323
25	516.141		6.207	104.470	626.818	-		16.495	-	16.495	610.323
<b>VPL</b>	4.017.804	12.816.163	48.319	3.376.457	20.258.743	31.772.146	-	128.403	-	31.900.550	(11.641.807)

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

**QUADRO 3.20**  
**ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO – ALTERNATIVA B**

**SUB BACIA LEITO ANTIGO**

**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 34,27%
1	-	-			-	11.347.473		-	-	11.347.473	(11.347.473)
2	511.483	3.555.328	6.207	814.604	4.887.622	-		20.355	-	20.355	4.867.268
3	511.483	3.555.328	6.207	814.604	4.887.622	-		20.355	-	20.355	4.867.268
4	511.483	3.555.328	6.207	814.604	4.887.622	-		20.355	-	20.355	4.867.268
5	511.483	3.555.328	6.207	814.604	4.887.622	-		20.355	-	20.355	4.867.268
6	511.483	3.555.328	6.207	814.604	4.887.622	-		20.355	-	20.355	4.867.268
7	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
8	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
9	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
10	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
11	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
12	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
13	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
14	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
15	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
16	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
17	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
18	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
19	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
20	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
21	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
22	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
23	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
24	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
25	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
<b>VPL</b>	3.981.546	12.816.163	48.319	3.369.205	20.215.233	11.347.473	-	158.446	-	11.505.919	<b>8.709.314</b>

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

**QUADRO 3.21**  
**ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO – ALTERNATIVA C**

**SUB BACIA LEITO ANTIGO**

**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 -1,78%
1	-	-			-	40.456.332		-	-	40.456.332	(40.456.332)
2	514.796	3.555.328	6.207	815.266	4.891.597	-		32.428	-	32.428	4.859.169
3	514.796	3.555.328	6.207	815.266	4.891.597	-		32.428	-	32.428	4.859.169
4	514.796	3.555.328	6.207	815.266	4.891.597	-		32.428	-	32.428	4.859.169
5	514.796	3.555.328	6.207	815.266	4.891.597	-		32.428	-	32.428	4.859.169
6	514.796	3.555.328	6.207	815.266	4.891.597	-		32.428	-	32.428	4.859.169
7	514.796		6.207	104.201	625.203	-		32.428	-	32.428	592.775
8	514.796		6.207	104.201	625.203	-		32.428	-	32.428	592.775
9	514.796		6.207	104.201	625.203	-		32.428	-	32.428	592.775
10	514.796		6.207	104.201	625.203	-		32.428	-	32.428	592.775
11	514.796		6.207	104.201	625.203	-		32.428	-	32.428	592.775
12	514.796		6.207	104.201	625.203	-		32.428	-	32.428	592.775
13	514.796		6.207	104.201	625.203	-		32.428	-	32.428	592.775
14	514.796		6.207	104.201	625.203	-		32.428	-	32.428	592.775
15	514.796		6.207	104.201	625.203	-		32.428	-	32.428	592.775
16	514.796		6.207	104.201	625.203	-		32.428	-	32.428	592.775
17	514.796		6.207	104.201	625.203	-		32.428	-	32.428	592.775
18	514.796		6.207	104.201	625.203	-		32.428	-	32.428	592.775
19	514.796		6.207	104.201	625.203	-		32.428	-	32.428	592.775
20	514.796		6.207	104.201	625.203	-		32.428	-	32.428	592.775
21	514.796		6.207	104.201	625.203	-		32.428	-	32.428	592.775
22	514.796		6.207	104.201	625.203	-		32.428	-	32.428	592.775
23	514.796		6.207	104.201	625.203	-		32.428	-	32.428	592.775
24	514.796		6.207	104.201	625.203	-		32.428	-	32.428	592.775
25	514.796		6.207	104.201	625.203	-		32.428	-	32.428	592.775
<b>VPL</b>	4.007.331	12.816.163	48.319	3.374.363	20.246.176	40.456.332	-	252.432	-	40.708.763	(20.462.588)

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



**QUADRO 3.22**  
**SÍNTESE DOS RESULTADOS – SELEÇÃO DA ALTERNATIVA**

Alternativa	Benefícios					Custo			Resultados		Índices		
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos	Benefício Total	Investimentos	O&M	Custo Total	VPL	TIR	VPL	Benefícios	Custos
ALTERNATIVA "A" - 25 ANOS	4.017.804,00	12.816.163,10	48.318,70	3.376.457,16	20.258.742,97	31.772.146,06	128.403,46	31.900.549,53	-11.641.806,56	1,94%	-1,34	1,00	2,77
ALTERNATIVA "B" - 25 ANOS	3.981.545,67	12.816.163,10	48.318,70	3.369.205,49	20.215.232,97	11.347.472,90	158.446,43	11.505.919,32	8.709.313,65	34,27%	1,00	1,00	1,00
ALTERNATIVA "C" - 25 ANOS	4.007.331,44	12.816.163,10	48.318,70	3.374.362,65	20.246.175,89	40.456.331,60	252.431,90	40.708.763,50	-20.462.587,61	-1,78%	-2,35	1,00	3,54
Escolha Econômica													
Escolha População													

## **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 Cachoeira Leito Antigo, 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 CACHOEIRA LEITO ANTIGO – CARACTERÍSTICAS DOS DISPOSITIVOS E**  
**CANAIIS 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	Rua das Andorinhas	2,40x1,80x22,00	2,50x1,80x22,00	3,00x2,00x22,00	3,20x2,00x22,00
2	Rua Otto Pfuetszenreuter	3,43x2,84x16,25	3,43x2,84x16,25	3,43x2,84x16,25	3,43x2,84x16,25
3	Associação Desportiva EMBRACO	5,92x2,80x7,05	5,92x2,80x7,05	5,92x2,80x7,05	5,92x2,80x7,05
4	Rua Otto Kersten	3,41x1,85x26,56	3,41x1,85x26,56	3,41x1,85x26,56	3,41x1,85x26,56
5	Rua Herman Lanse	2,60x1,90x17,29	2,60x1,90x17,29	2,60x1,90x17,29	2,60x1,90x17,29
6	Rua João Dietrich	3,53x3,03x12,07	3,53x3,03x12,07	3,53x3,03x12,07	3,53x3,03x12,07
7	Avenida Marquês de Olinda	3,50x2,50x60,41	3,50x2,50x60,41	3,50x2,50x60,41	3,50x2,50x60,41
8	Rua Vice Prefeito Luiz Carlos Garcia	2,67x2,52x16,33	2,67x2,52x16,33	2,67x2,52x16,33	2,67x2,52x16,33
9	Galeria By-Pass Leito Antigo 1	2,20x2,00x323,00	2,50x2,00x323,00	3,00x2,00x323,00	3,50x2,00x323,00
10	Galeria By-Pass Leito Antigo 2	2,00x1,50x297,50	2,00x1,50x297,50	2,00x1,80x297,50	2,00x1,80x297,50
Canal Leito Antigo Trecho 1		2,00x(var.)x444,06	2,00x(var.)x444,06	3,00x(var.)x444,06	3,00x(var.)x444,06
<div>Galerias</div> <div>Pontes</div> <div>Reservatórios</div> <div>Canais</div>					

## 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 CACHOEIRA LEITO ANTIGO – 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	8.562,79	8.562,79	8.562,79	8.562,79
Construção de Canais	208.026,00	208.026,00	367.403,96	367.403,96
Construção de Pontes	-	-	-	-
Construção de Galerias	2.848.008,16	3.035.783,71	3.544.505,03	3.853.266,42
Construção de Reservatórios	-	-	-	-
<b>Total Construção</b>	<b>3.064.596,95</b>	<b>3.252.372,50</b>	<b>3.920.471,78</b>	<b>4.229.233,17</b>

continua...

**QUADRO 4.2**  
**SUB-BACIA DO RIO CACHOEIRA LEITO ANTIGO – 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>
BDI (30%)	919.379,09	975.711,75	1.176.141,53	1.268.769,95
<b>Total Custos Diretos</b>	<b>3.983.976,04</b>	<b>4.228.084,25</b>	<b>5.096.613,31</b>	<b>5.498.003,13</b>
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	318.718,08	338.246,74	407.729,07	439.840,25
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	119.519,28	126.842,53	152.898,40	164.940,09
Contingência (25%)	995.994,01	1.057.021,06	1.274.153,33	1.374.500,78
<b>Total Outros Custos</b>	<b>1.434.231,37</b>	<b>1.522.110,33</b>	<b>1.834.780,79</b>	<b>1.979.281,13</b>
Desapropriações	5.673.835,54	5.673.835,54	5.673.835,54	5.673.835,54
<b>TOTAL</b>	<b>11.092.042,96</b>	<b>11.424.030,12</b>	<b>12.605.229,65</b>	<b>13.151.119,79</b>

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 3.8. 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 ( $m^2$ )<sup>5</sup>, altura média da lâmina d'água das alternativas (m) e o valor de mercado das edificações na sub-bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo (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.

**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 (km<sup>2</sup>)</i>	<i>h (m)</i>	<i>Área (km<sup>2</sup>)</i>	<i>h (m)</i>	<i>Área (km<sup>2</sup>)</i>	<i>h (m)</i>	<i>Área (km<sup>2</sup>)</i>	<i>h (m)</i>
Atual	0,12	0,49	0,19	0,48	0,24	0,54	0,28	0,60
5-B	-	-	0,02	0,63	0,04	0,64	0,04	0,50
10-B	-	-	-	-	0,03	0,65	0,04	0,63
25-B	-	-	-	-	-	-	0,03	0,62
50-B	-	-	-	-	-	-	-	-

O valor médio do metro quadrado das edificações na sub-bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo foi estimado em R\$980,87 a partir de pesquisas realizadas no mercado imobiliário de Joinville. Os benefícios estimados para cada período de retorno estão apresentados no Quadro 4.4.

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

**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	8.579.217	13.213.603	19.148.649	24.629.193	4.295.734	-
5-B	-	1.917.531	3.478.231	2.893.627	388.755	3.906.979
10-B	-	-	2.524.453	3.476.901	170.516	4.125.217
25-B	-	-	-	3.002.334	60.047	4.235.687
50-B	-	-	-	-	-	4.295.734

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	6.258.280
10	9.910.422
25	12.816.163
50	14.841.681

#### **4.3.3 Benefícios de Tráfego**

Conforme metodologia já apresentada anteriormente, o benefício de tráfego para a sub-bacia do rio Cachoeira Leito Antigo 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 Cachoeira Leito Antigo 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	23.595
10	37.364
25	48.319
50	55.955

#### **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.

Tomando como base os resultados das análises, verificou-se que o TR de 10 anos é aquele que maximiza o retorno econômico, embora em nenhum dos TRs tenhamos TIR maior que 12% ou VPL maior que zero.

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

Como pode ser observado, o TR de 50 anos é o que proporciona maiores benefícios econômicos. Relacionando as obras do TR de 25 anos e a escolha econômica, é perceptível que um aporte pouco maior de recursos gera benefícios em proporção vantajosa, o que torna a obra de TR 50 anos o investimento mais aconselhável.

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

SUB BACIA LEITO ANTIGO											
ALTERNATIVA "B" - 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  TIRE 16,14%
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		
1	-	-	-	-	-	10.110.638		-	-	10.110.638	(10.110.638)
2	471.790	1.736.108	3.031	442.186	2.653.114	-		20.355	-	20.355	2.632.760
3	471.790	1.736.108	3.031	442.186	2.653.114	-		20.355	-	20.355	2.632.760
4	471.790	1.736.108	3.031	442.186	2.653.114	-		20.355	-	20.355	2.632.760
5	471.790	1.736.108	3.031	442.186	2.653.114	-		20.355	-	20.355	2.632.760
6	471.790	1.736.108	3.031	442.186	2.653.114	-		20.355	-	20.355	2.632.760
7	471.790		3.031	94.964	569.785	-		20.355	-	20.355	549.430
8	471.790		3.031	94.964	569.785	-		20.355	-	20.355	549.430
9	471.790		3.031	94.964	569.785	-		20.355	-	20.355	549.430
10	471.790		3.031	94.964	569.785	-		20.355	-	20.355	549.430
11	471.790		3.031	94.964	569.785	-		20.355	-	20.355	549.430
12	471.790		3.031	94.964	569.785	-		20.355	-	20.355	549.430
13	471.790		3.031	94.964	569.785	-		20.355	-	20.355	549.430
14	471.790		3.031	94.964	569.785	-		20.355	-	20.355	549.430
15	471.790		3.031	94.964	569.785	-		20.355	-	20.355	549.430
16	471.790		3.031	94.964	569.785	-		20.355	-	20.355	549.430
17	471.790		3.031	94.964	569.785	-		20.355	-	20.355	549.430
18	471.790		3.031	94.964	569.785	-		20.355	-	20.355	549.430
19	471.790		3.031	94.964	569.785	-		20.355	-	20.355	549.430
20	471.790		3.031	94.964	569.785	-		20.355	-	20.355	549.430
21	471.790		3.031	94.964	569.785	-		20.355	-	20.355	549.430
22	471.790		3.031	94.964	569.785	-		20.355	-	20.355	549.430
23	471.790		3.031	94.964	569.785	-		20.355	-	20.355	549.430
24	471.790		3.031	94.964	569.785	-		20.355	-	20.355	549.430
25	471.790		3.031	94.964	569.785	-		20.355	-	20.355	549.430
<b>VPL</b>	3.672.560	6.258.280	23.595	1.990.887	11.945.321	10.110.638	-	158.446	-	10.269.085	1.676.237

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

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

SUB BACIA LEITO ANTIGO											
ALTERNATIVA "B" - 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 28,20%
1	-	-			-	10.382.813		-	-	10.382.813	(10.382.813)
2	498.143	2.749.248	4.800	650.438	3.902.629	-		20.355	-	20.355	3.882.274
3	498.143	2.749.248	4.800	650.438	3.902.629	-		20.355	-	20.355	3.882.274
4	498.143	2.749.248	4.800	650.438	3.902.629	-		20.355	-	20.355	3.882.274
5	498.143	2.749.248	4.800	650.438	3.902.629	-		20.355	-	20.355	3.882.274
6	498.143	2.749.248	4.800	650.438	3.902.629	-		20.355	-	20.355	3.882.274
7	498.143		4.800	100.589	603.532	-		20.355	-	20.355	583.177
8	498.143		4.800	100.589	603.532	-		20.355	-	20.355	583.177
9	498.143		4.800	100.589	603.532	-		20.355	-	20.355	583.177
10	498.143		4.800	100.589	603.532	-		20.355	-	20.355	583.177
11	498.143		4.800	100.589	603.532	-		20.355	-	20.355	583.177
12	498.143		4.800	100.589	603.532	-		20.355	-	20.355	583.177
13	498.143		4.800	100.589	603.532	-		20.355	-	20.355	583.177
14	498.143		4.800	100.589	603.532	-		20.355	-	20.355	583.177
15	498.143		4.800	100.589	603.532	-		20.355	-	20.355	583.177
16	498.143		4.800	100.589	603.532	-		20.355	-	20.355	583.177
17	498.143		4.800	100.589	603.532	-		20.355	-	20.355	583.177
18	498.143		4.800	100.589	603.532	-		20.355	-	20.355	583.177
19	498.143		4.800	100.589	603.532	-		20.355	-	20.355	583.177
20	498.143		4.800	100.589	603.532	-		20.355	-	20.355	583.177
21	498.143		4.800	100.589	603.532	-		20.355	-	20.355	583.177
22	498.143		4.800	100.589	603.532	-		20.355	-	20.355	583.177
23	498.143		4.800	100.589	603.532	-		20.355	-	20.355	583.177
24	498.143		4.800	100.589	603.532	-		20.355	-	20.355	583.177
25	498.143		4.800	100.589	603.532	-		20.355	-	20.355	583.177
<b>VPL</b>	3.877.704	9.910.422	37.364	2.765.098	16.590.588	10.382.813	-	158.446	-	10.541.259	<b>6.049.329</b>

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

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

SUB BACIA LEITO ANTIGO											
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  TIRE 34,27%
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		
1	-	-			-	11.347.473		-	-	11.347.473	(11.347.473)
2	511.483	3.555.328	6.207	814.604	4.887.622	-		20.355	-	20.355	4.867.268
3	511.483	3.555.328	6.207	814.604	4.887.622	-		20.355	-	20.355	4.867.268
4	511.483	3.555.328	6.207	814.604	4.887.622	-		20.355	-	20.355	4.867.268
5	511.483	3.555.328	6.207	814.604	4.887.622	-		20.355	-	20.355	4.867.268
6	511.483	3.555.328	6.207	814.604	4.887.622	-		20.355	-	20.355	4.867.268
7	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
8	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
9	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
10	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
11	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
12	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
13	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
14	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
15	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
16	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
17	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
18	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
19	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
20	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
21	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
22	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
23	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
24	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
25	511.483		6.207	103.538	621.228	-		20.355	-	20.355	600.874
<b>VPL</b>	3.981.546	12.816.163	48.319	3.369.205	20.215.233	11.347.473	-	158.446	-	11.505.919	<b>8.709.314</b>

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

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

SUB BACIA LEITO ANTIGO											
ALTERNATIVA "B" - 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 38,99%
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		
1	-	-			-	11.795.012		-	-	11.795.012	(11.795.012)
2	518.734	4.117.227	7.188	928.630	5.571.779	-		20.355	-	20.355	5.551.424
3	518.734	4.117.227	7.188	928.630	5.571.779	-		20.355	-	20.355	5.551.424
4	518.734	4.117.227	7.188	928.630	5.571.779	-		20.355	-	20.355	5.551.424
5	518.734	4.117.227	7.188	928.630	5.571.779	-		20.355	-	20.355	5.551.424
6	518.734	4.117.227	7.188	928.630	5.571.779	-		20.355	-	20.355	5.551.424
7	518.734		7.188	105.184	631.107	-		20.355	-	20.355	610.752
8	518.734		7.188	105.184	631.107	-		20.355	-	20.355	610.752
9	518.734		7.188	105.184	631.107	-		20.355	-	20.355	610.752
10	518.734		7.188	105.184	631.107	-		20.355	-	20.355	610.752
11	518.734		7.188	105.184	631.107	-		20.355	-	20.355	610.752
12	518.734		7.188	105.184	631.107	-		20.355	-	20.355	610.752
13	518.734		7.188	105.184	631.107	-		20.355	-	20.355	610.752
14	518.734		7.188	105.184	631.107	-		20.355	-	20.355	610.752
15	518.734		7.188	105.184	631.107	-		20.355	-	20.355	610.752
16	518.734		7.188	105.184	631.107	-		20.355	-	20.355	610.752
17	518.734		7.188	105.184	631.107	-		20.355	-	20.355	610.752
18	518.734		7.188	105.184	631.107	-		20.355	-	20.355	610.752
19	518.734		7.188	105.184	631.107	-		20.355	-	20.355	610.752
20	518.734		7.188	105.184	631.107	-		20.355	-	20.355	610.752
21	518.734		7.188	105.184	631.107	-		20.355	-	20.355	610.752
22	518.734		7.188	105.184	631.107	-		20.355	-	20.355	610.752
23	518.734		7.188	105.184	631.107	-		20.355	-	20.355	610.752
24	518.734		7.188	105.184	631.107	-		20.355	-	20.355	610.752
25	518.734		7.188	105.184	631.107	-		20.355	-	20.355	610.752
<b>VPL</b>	4.037.990	14.841.681	55.955	3.787.125	22.722.751	11.795.012	-	158.446	-	11.953.459	<b>10.769.293</b>

\*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	3.672.560,01	6.258.279,85	23.594,58	1.990.886,89	11.945.321,32	10.110.638,32	158.446,43	10.269.084,74	1.676.236,58	16,14%	563,99	0,16	0,53
10 ANOS	3.877.704,36	9.910.422,30	37.363,65	2.765.098,06	16.590.588,38	10.382.812,61	158.446,43	10.541.259,04	6.049.329,34	28,20%	578,94	0,56	0,73
25 ANOS	3.981.545,67	12.816.163,10	48.318,70	3.369.205,49	20.215.232,97	11.347.472,90	158.446,43	11.505.919,32	8.709.313,65	34,27%	631,92	0,81	0,89
50 ANOS	4.037.989,55	14.841.681,48	55.955,18	3.787.125,24	22.722.751,45	11.795.012,08	158.446,43	11.953.458,51	10.769.292,94	38,99%	656,49	1,00	1,00
Escolha Econômica													



## **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:

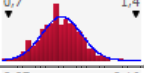
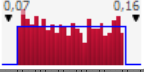
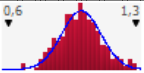
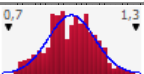
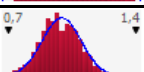

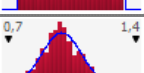




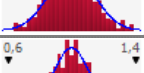
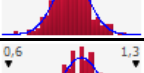
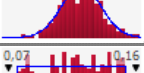

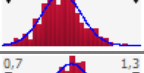
- a) Custos de investimentos;
- b) Taxa de oportunidade do capital;
- c) Benefícios por danos evitados e
- d) Benefícios por valorização imobiliária.

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 Cachoeira Leito Antigo.

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

<b>@RISK Input Results</b> <b>Performed By:</b> Luiz Cláudio Faria <b>Date:</b> segunda-feira, 15 de novembro de 2010 11:38:14									
	Name	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
TR 5 ANOS	Benefícios Valorizacão Imobiliária	B11		,70261	,99233	1,32101	,82419	1,15412	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		0,0801168	0,1136222	0,149845	8,37E-02	0,1459643	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,69980	,99929	1,28169	,83279	1,18097	0
	Custos de Investimentos	B15		,74809	,99734	1,28025	,82117	1,15250	0
TR 10 ANOS	Benefícios Valorizacão Imobiliária	B11		,70681	,99344	1,32640	,83296	1,15400	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		0,08000462	0,1143826	0,1497981	0,0822162	0,1461286	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,72998	,99978	1,33200	,83722	1,16197	0
	Custos de Investimentos	B15		,72238	1,00077	1,28726	,83720	1,16589	0
TR 25 ANOS	Benefícios Valorizacão Imobiliária	B11		,59449	1,00793	1,29487	,82454	1,17389	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		0,08003543	0,1154275	0,1498384	0,0842666	0,1462367	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,74889	,99709	1,27588	,84038	1,15739	0
	Custos de Investimentos	B15		,66824	1,00102	1,32129	,83588	1,16635	0
TR 50 ANOS	Benefícios Valorizacão Imobiliária	B11		,69461	1,00052	1,29778	,84928	1,16505	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		0,08017066	0,1163759	0,1499962	8,35E-02	0,1471457	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,70952	1,00327	1,33845	,84463	1,17748	0
	Custos de Investimentos	B15		,70103	1,00168	1,29153	,84128	1,16505	0

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

### 5.1.1 Análise de Risco para Período de Retorno de 5 Anos

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

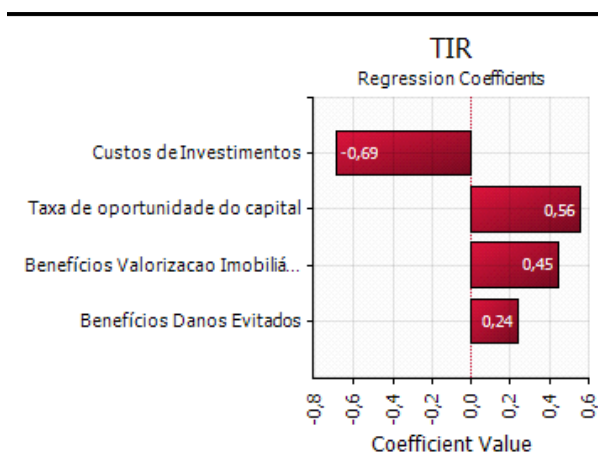
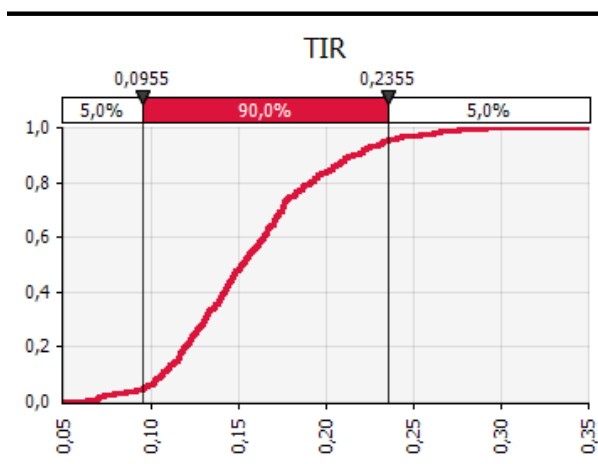
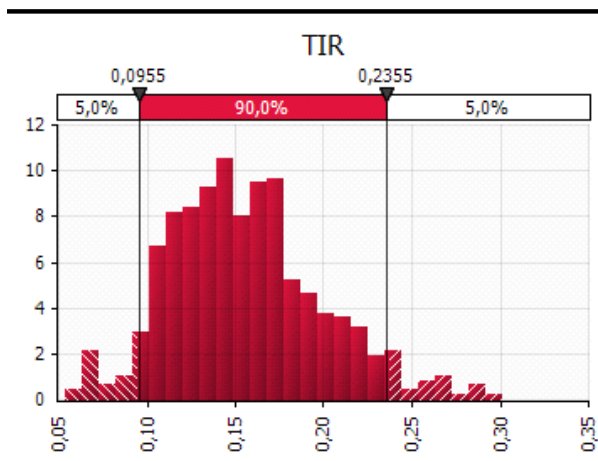
**QUADRO 5.2**

#### **TIR – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR 5 ANOS**

##### **@RISK Output Report for TIR**

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: segunda-feira, 15 de novembro de 2010 11:46:13



##### **Simulation Summary Information**

Workbook Name	02 LA RISCO 05_A.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	11/15/10 12:45:53
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	194799981

##### **Summary Statistics for TIR**

Statistics		Percentile	
Minimum	5,40%	5%	9,55%
Maximum	30,12%	10%	10,62%
Mean	15,65%	15%	11,43%
Std Dev	4,33%	20%	11,95%
Variance	0,001874477	25%	12,50%
Skewness	0,507965354	30%	13,07%
Kurtosis	3,228385691	35%	13,64%
Median	15,14%	40%	14,22%
Mode	13,14%	45%	14,64%
Left X	9,55%	50%	15,14%
Left P	5%	55%	15,74%
Right X	23,55%	60%	16,42%
Right P	95%	65%	16,98%
Diff X	13,99%	70%	17,47%
Diff P	90%	75%	18,08%
#Errors	0	80%	19,00%
Filter Min	Off	85%	20,38%
Filter Max	Off	90%	21,56%
#Filtered	0	95%	23,55%

##### **Regression and Rank Information for TIR**

Rank	Name	Regr	Corr
1	Custos de Invest	-0,689	-0,637
2	Taxa de oportuni	0,557	0,551
3	Benefícios Valori	0,448	0,394
4	Benefícios Danos	0,237	0,167

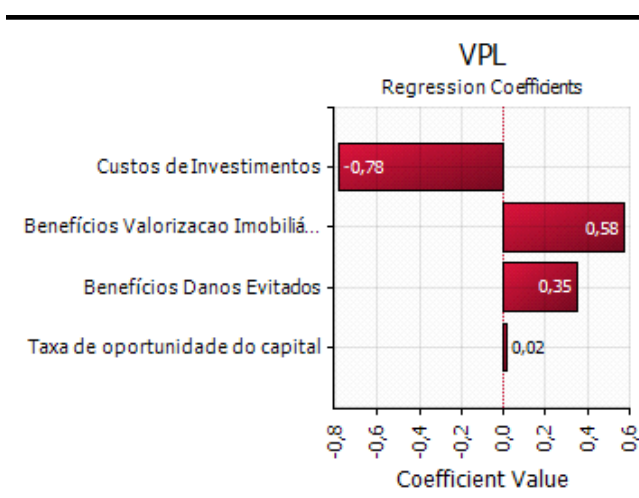
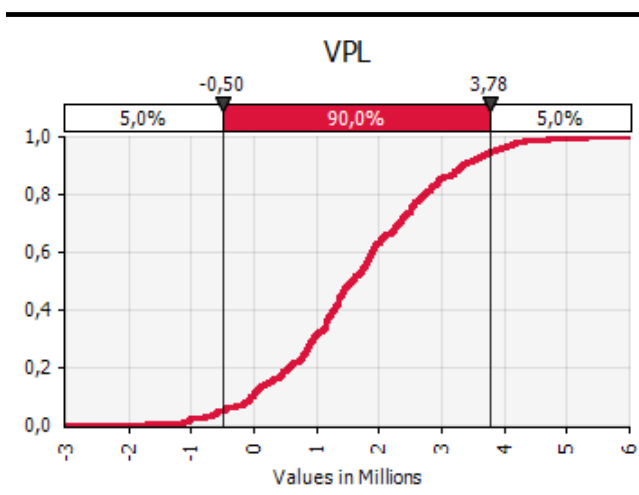
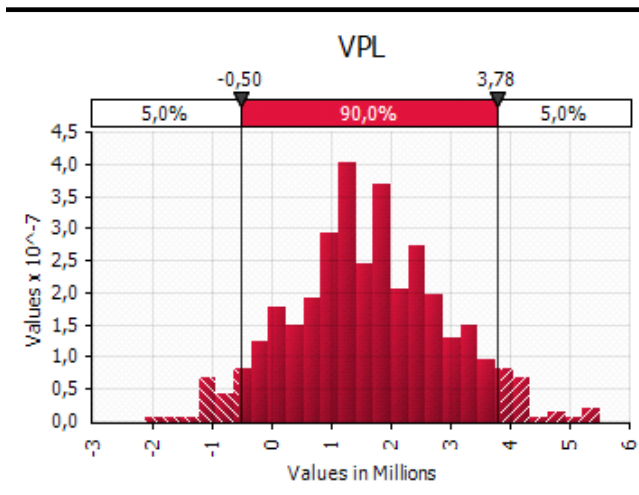
## QUADRO 5.3

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

## @RISK Output Report for VPL

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: segunda-feira, 15 de novembro de 2010 11:46:15



## Simulation Summary Information

Workbook Name	02 LA RISCO 05_A.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	11/15/10 12:45:53
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	194799981

## Summary Statistics for VPL

Statistics		Percentile	
Minimum	(2.106.222)	5%	(500.459)
Maximum	5.517.241	10%	(43.652)
Mean	1.634.094	15%	235.202
Std Dev	1.292.140	20%	567.635
Variance	1,66962E+12	25%	821.158
Skewness	0,109720713	30%	944.411
Kurtosis	2,897409647	35%	1.151.627
Median	1.580.931	40%	1.285.594
Mode	1.149.546	45%	1.396.496
Left X	(500.459)	50%	1.580.931
Left P	5%	55%	1.762.382
Right X	3.784.086	60%	1.889.729
Right P	95%	65%	2.054.159
Diff X	4.284.545	70%	2.313.906
Diff P	90%	75%	2.512.364
#Errors	0	80%	2.704.124
Filter Min	Off	85%	2.953.272
Filter Max	Off	90%	3.323.577
#Filtered	0	95%	3.784.086

## Regression and Rank Information for VPL

Rank	Name	Regr	Corr
1	Custos de Investi	-0,780	-0,747
2	Benefícios Valori	0,577	0,512
3	Benefícios Danos	0,350	0,289
4	Taxa de oportuni	0,016	-0,013

Com base nos quadros acima pode-se afirmar que o modelo é bastante sensível às variações nos custos de investimentos e nos benefícios por valorização imobiliária e 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.

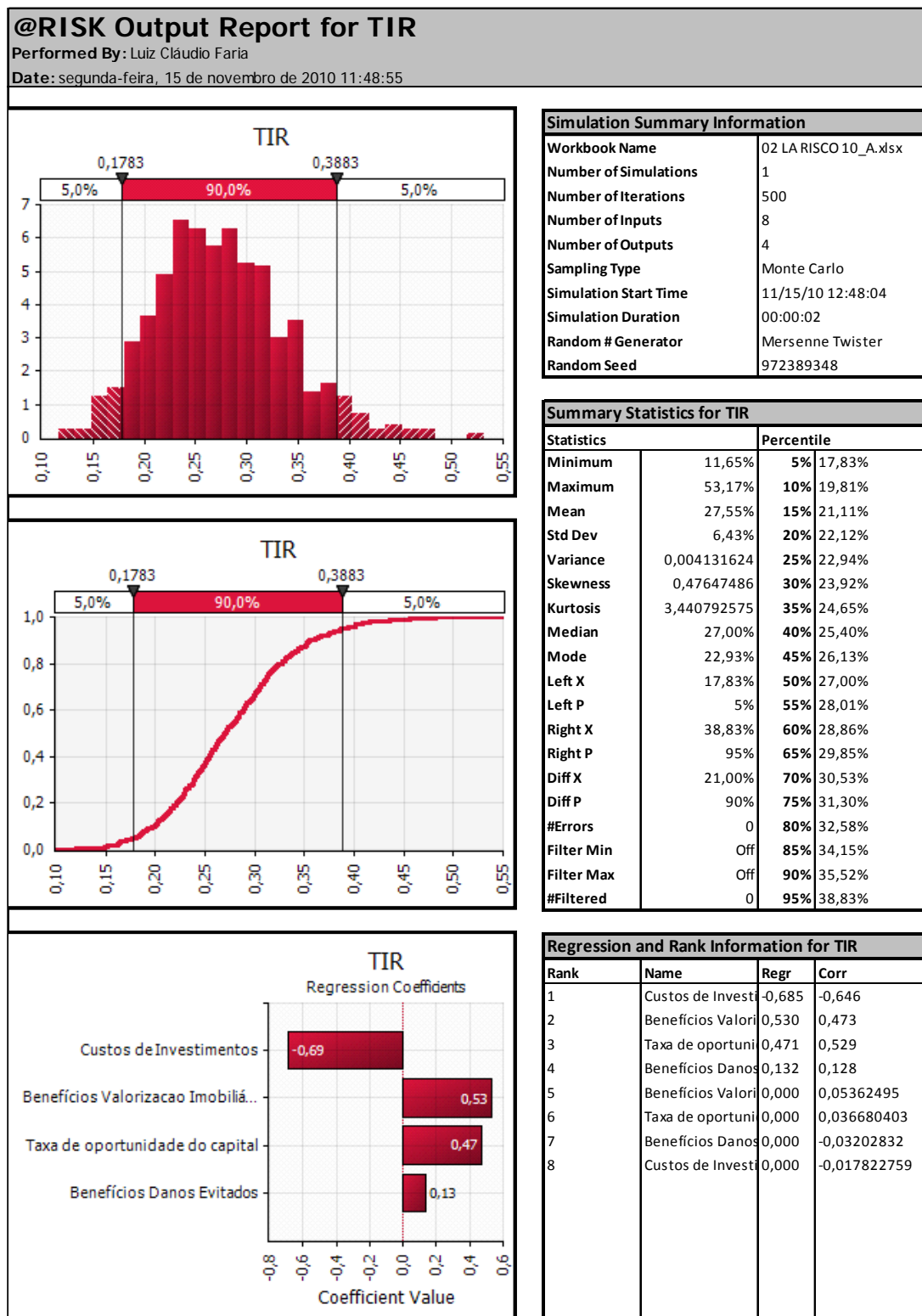
Os Quadros 5.2 e 5.3 indicam ainda que há uma probabilidade de 90% de que a TIR esteja no intervalo entre 9,55% e 23,55% e que o VPL esteja situado entre **-R\$500,5 mil** e R\$3,78 milhões. A relação benefícios/custo da alternativa é de 1,16, ou seja, para cada unidade de custo a alternativa gera 1,16 unidades de benefícios.

### 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**





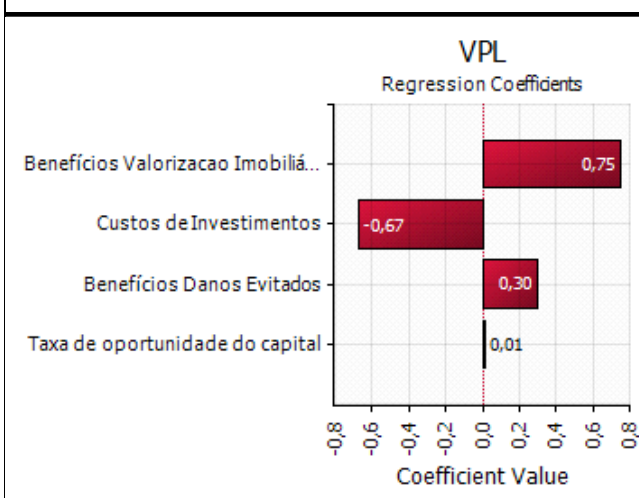
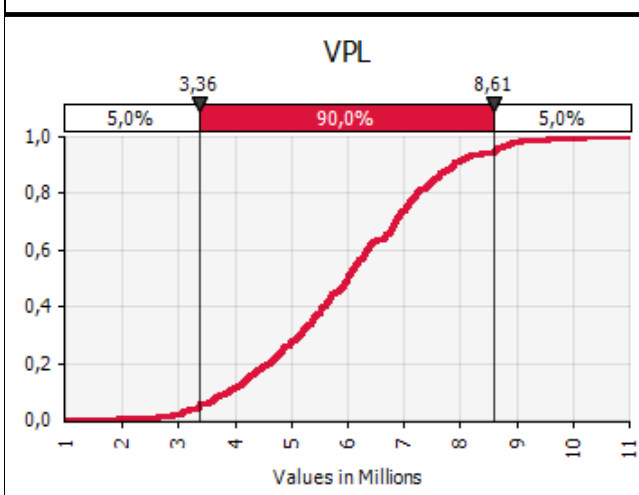
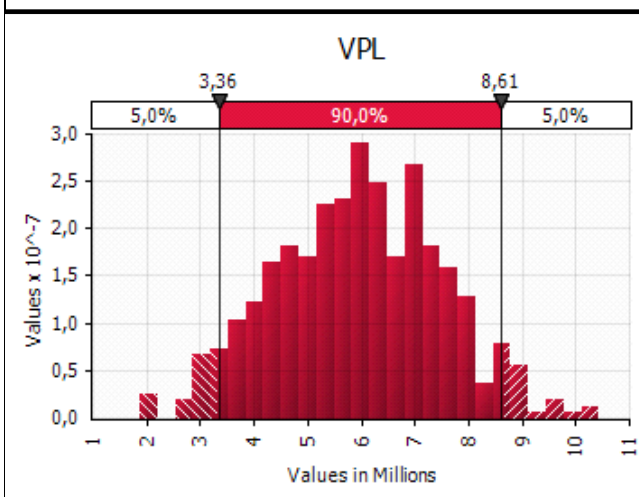
## QUADRO 5.5

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

## @RISK Output Report for VPL

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: segunda-feira, 15 de novembro de 2010 11:48:57



## Simulation Summary Information

Workbook Name	02 LA RISCO 10_A.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	8
Number of Outputs	4
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	11/15/10 12:48:04
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	972389348

## Summary Statistics for VPL

Statistics		Percentile	
Minimum	1.873.124	5%	3.361.547
Maximum	10.442.269	10%	3.868.951
Mean	5.955.664	15%	4.241.749
Std Dev	1.543.033	20%	4.583.897
Variance	2,38095E+12	25%	4.841.151
Skewness	-0,010024317	30%	5.143.977
Kurtosis	2,716345711	35%	5.377.526
Median	6.002.081	40%	5.560.086
Mode	6.009.111	45%	5.765.449
Left X	3.361.547	50%	6.002.081
Left P	5%	55%	6.148.678
Right X	8.609.509	60%	6.344.680
Right P	95%	65%	6.668.305
Diff X	5.247.962	70%	6.862.751
Diff P	90%	75%	7.035.402
#Errors	0	80%	7.227.689
Filter Min	Off	85%	7.543.378
Filter Max	Off	90%	7.852.401
#Filtered	0	95%	8.609.509

## Regression and Rank Information for VPL

Rank	Name	Regr	Corr
1	Benefícios Valorizacão Imobiliária	0,752	0,687
2	Custos de Investimentos	-0,668	-0,591
3	Benefícios Danos Evitados	0,297	0,237
4	Taxa de oportunidade do capital	0,011	0,063
5	Benefícios Valorizacão Imobiliária	0,000	-0,050530954
6	Benefícios Danos Evitados	0,000	-0,035999568
7	Taxa de oportunidade do capital	0,000	0,02093394
8	Custos de Investimentos	0,000	0,000417026

Com base nos quadros acima pode-se observar que o comportamento do modelo é idêntico ao verificado para o TR de 5 anos, sendo mais sensível às variações nos custos de investimentos, seguidos pelos os benefícios por valorização imobiliária e danos evitados. 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.

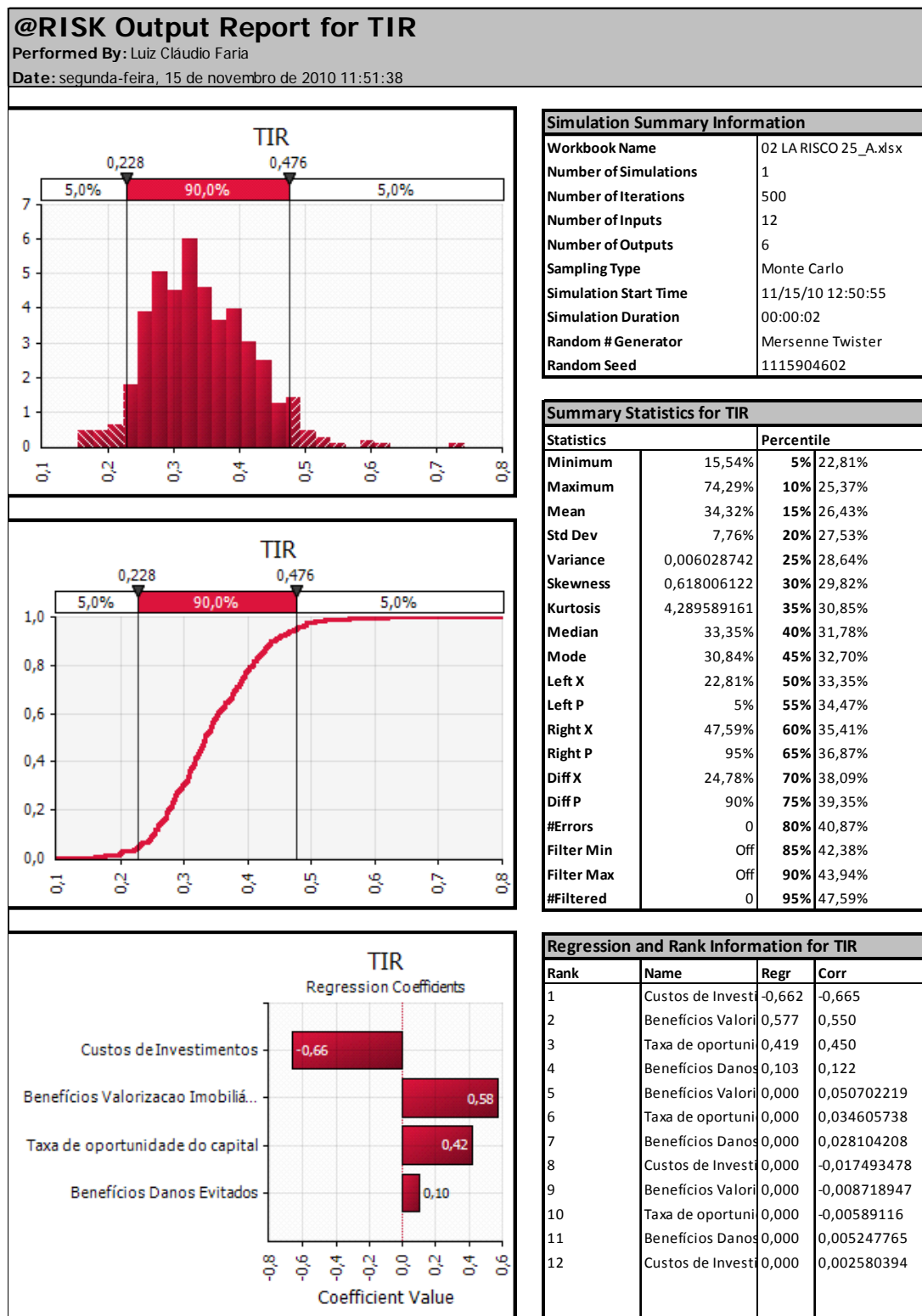
Os Quadros 5.4 e 5.5 indicam ainda que há uma probabilidade de 90% de que a TIR esteja no intervalo entre 17,83% e 38,83% e que o VPL esteja situado entre R\$3,36 milhões e R\$8,61 milhões. A relação benefícios/custo da alternativa é de 1,57, ou seja, para cada unidade de custo a alternativa gera 1,57 unidades de benefícios.

### 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



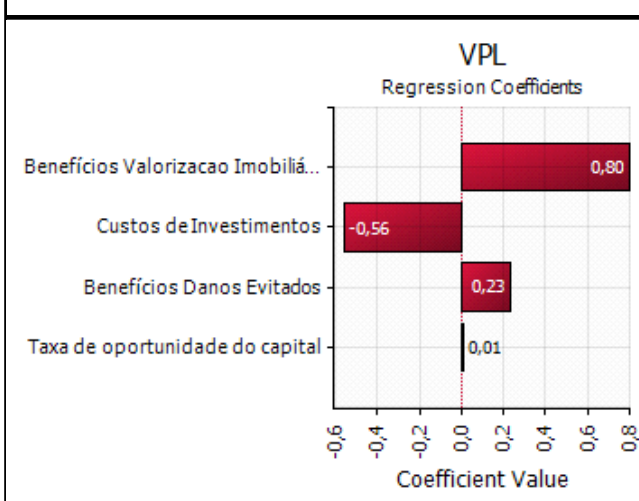
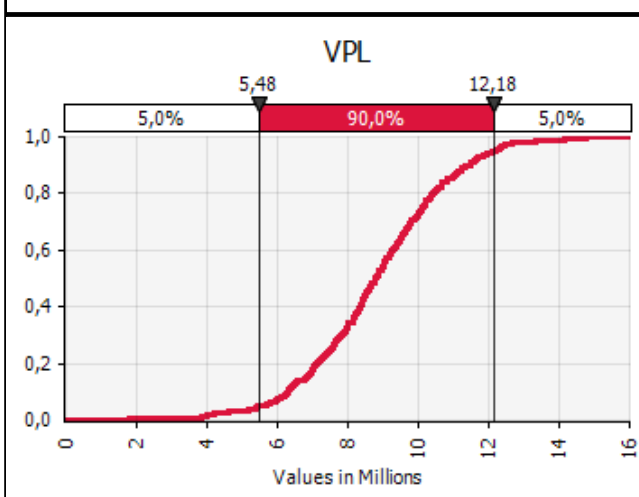
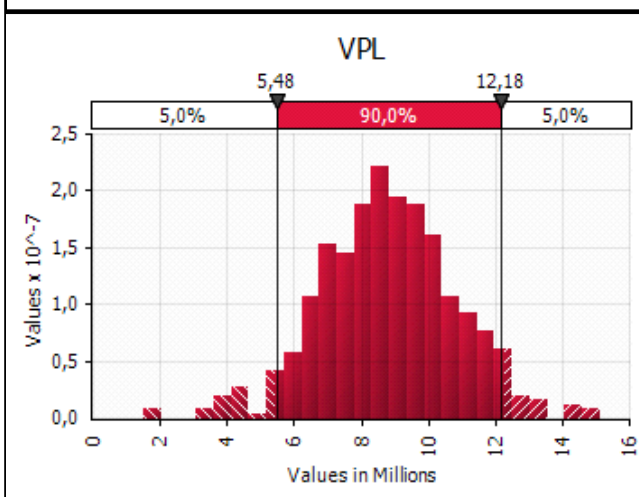
## QUADRO 5.7

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

## @RISK Output Report for VPL

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: segunda-feira, 15 de novembro de 2010 11:51:41



## Simulation Summary Information

Workbook Name	02 LA RISCO 25_A.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	12
Number of Outputs	6
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	11/15/10 12:50:55
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1115904602

## Summary Statistics for VPL

Statistics		Percentile	
Minimum	1.516.005	5%	5.477.922
Maximum	15.125.796	10%	6.284.322
Mean	8.800.871	15%	6.831.569
Std Dev	2.040.461	20%	7.125.698
Variance	4,16348E+12	25%	7.544.049
Skewness	-0,100282305	30%	7.815.451
Kurtosis	3,48049968	35%	8.129.743
Median	8.787.586	40%	8.340.312
Mode	8.819.641	45%	8.526.915
Left X	5.477.922	50%	8.787.586
Left P	5%	55%	9.011.249
Right X	12.178.933	60%	9.273.531
Right P	95%	65%	9.538.162
Diff X	6.701.012	70%	9.775.082
Diff P	90%	75%	10.127.990
#Errors	0	80%	10.419.480
Filter Min	Off	85%	10.840.198
Filter Max	Off	90%	11.458.988
#Filtered	0	95%	12.178.933

## Regression and Rank Information for VPL

Rank	Name	Regr	Corr
1	Benefícios Valori	0,798	0,766
2	Custos de Investi	-0,558	-0,546
3	Benefícios Danos	0,229	0,236
4	Taxa de oportuni	0,007	0,034
5	Taxa de oportuni	0,000	0,034134857
6	Custos de Investi	0,000	0,033668679
7	Benefícios Danos	0,000	0,022790299
8	Custos de Investi	0,000	0,021635703
9	Benefícios Valori	0,000	0,019392558
10	Taxa de oportuni	0,000	0,004343345
11	Benefícios Danos	0,000	0,003708207
12	Benefícios Valori	0,000	-0,002674763

Com base nos quadros acima pode-se observar que comportamento do modelo é um pouco diferente dos anteriores, pois é mais sensível a modificações nos benefícios por valorização imobiliária, seguido por modificações nos custos de investimentos. Observa-se também que as variações na taxa de oportunidade do capital têm maior relevância que nos modelos anteriores e afetam mais os resultados da TIR do que do VPL.

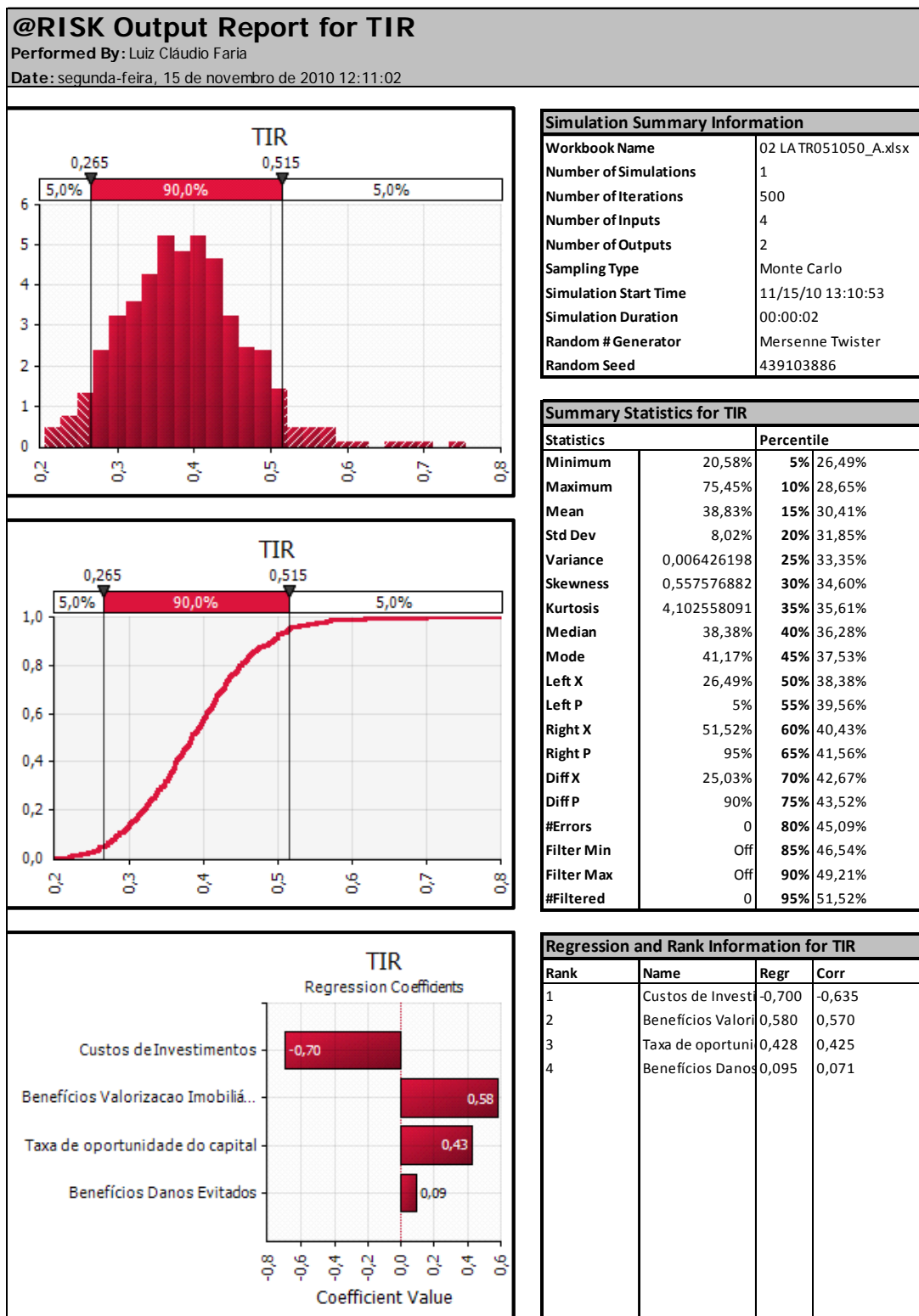
Os Quadros 5.6 e 5.7 indicam ainda que há uma probabilidade de 90% de que a TIR esteja no intervalo entre 22,8% e 47,6% e que o VPL esteja situado entre R\$5,48 milhões e R\$12,18 milhões. A relação benefícios/custo da alternativa é de 1,76, ou seja, para cada unidade de custo a alternativa gera 1,76 unidades de benefícios.

### 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.

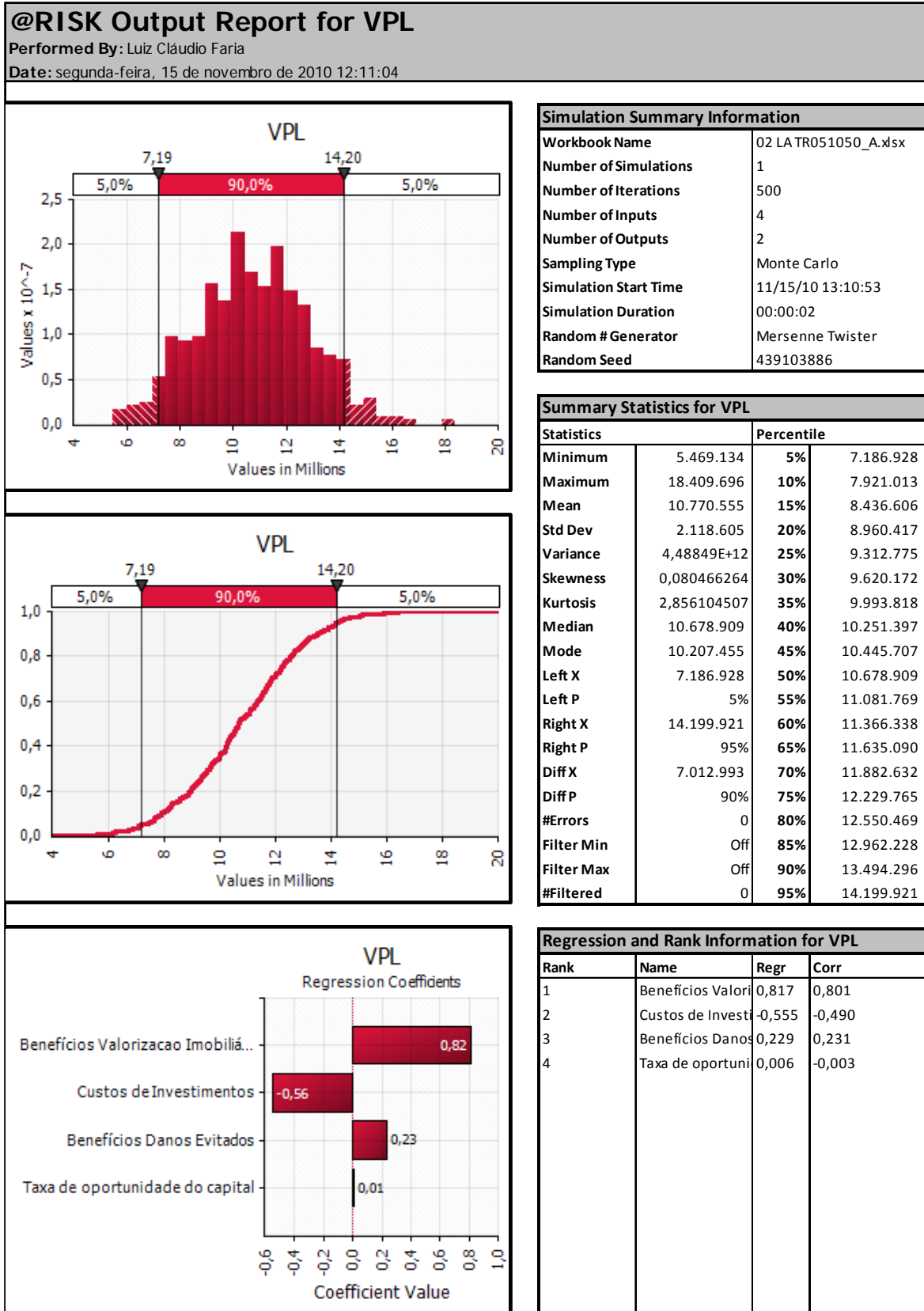
**QUADRO 5.8**

#### **TIR – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR 50 ANOS**





**QUADRO 5.9**  
**VPL – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR DE 50 ANOS**



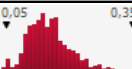

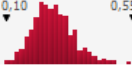

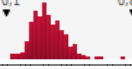
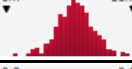
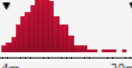

Com base nos quadros acima pode-se observar que o modelo para o TR de 50 anos tem comportamento idêntico ao modelo para o TR de 25 anos, com maior sensibilidade a alterações nos benefícios por valorização imobiliária, seguido de modificações nos custos de investimentos. Observa-se que as variações na taxa de oportunidade do capital têm muito maior relevância nos resultados da TIR que do VPL.

Os Quadros 5.8 e 5.9 indicam ainda que há uma probabilidade de 90% de que a TIR esteja no intervalo entre 26,5% e 51,5% e que o VPL esteja situado entre R\$7,19 milhões e R\$14,20 milhões. A relação benefícios/custo da alternativa é de 1,90, ou seja, para cada unidade de custo a alternativa gera 1,9 unidades de benefícios.

### 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**

<b>@RISK Output Results</b> Performed By: Luiz Cláudio Faria Date: segunda-feira, 15 de novembro de 2010 11:38:16									
	Name	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
TR 5 ANOS	TIR	N11		5,40%	15,65%	30,12%	9,55%	23,55%	0
	VPL	N37		(2.106.222)	1.634.094	5.517.242	(500.459)	3.784.086	0
TR 10 ANOS	TIR	N11		11,65%	27,55%	53,17%	17,83%	38,83%	0
	VPL	N37		1.873.124	5.955.664	10.442.270	3.361.547	8.609.509	0
TR 25 ANOS	TIR	N11		15,54%	34,32%	74,29%	22,81%	47,59%	0
	VPL	N37		1.516.005	8.800.871	15.125.800	5.477.922	12.178.930	0
TR 50 ANOS	TIR	N11		20,58%	38,83%	75,45%	26,49%	51,52%	0
	VPL	N37		5.469.134	10.770.560	18.409.700	7.186.928	14.199.920	0

Pode-se verificar que os resultados das análises de sensibilidade reforçam a escolha da alternativa com TR de 50 anos para as obras na sub-bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo. Deve-se ressaltar que os resultados positivos são decorrentes, principalmente, dos baixos custos para implantação da alternativa B de projeto.

## 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-P935 apresenta as obras a serem implantadas na sub-bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo, as quais estão resumidas nos Quadro 6.1.

**QUADRO 6.1**

#### **SUB-BACIA DO RIO CACHOEIRA LEITO ANTIGO – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS PROPOSTAS**

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>
CA-LA-G01	Galeria <i>By-Pass</i> Leito Antigo 1	Galeria	2,00x2,00x216
CA-LA-G02	Galeria <i>By-Pass</i> Leito Antigo 2	Galeria	2,00x2,00x134
CA-LA-G03	Galeria <i>By-Pass</i> Leito Antigo 3	Galeria	3,50x2,00x190
CA-LA-G04	Galeria <i>By-Pass</i> Leito Antigo 4	Galeria	2,00x1,80x296

Obs: os dispositivos existentes avaliados serão mantidos na solução proposta, exceto o dispositivo que será removido.

A galeria *By-Pass* CA-LA-G01 tem início na rua da Andorinhas e segue sob a rua Luna até a rua Otto Pfuetzenreuter onde encontra a galeria *By-Pass* CA-LA-G02.

A galeria *By-Pass* CA-LA-G02 tem início na esquina das ruas Vereador Hubert Hubener e Otto Pfuetzenreuter e segue sob a Rua Otto Pfuetzenreuter onde encontra a galeria *By-Pass* CA-LA-G02.

A galeria *By-Pass* CA-LA-G03 tem início no encontro entre as galerias *By-Pass* CA-LA-G01 e CA-LA-G02 e segue sob a Rua Otto Pfuetzenreuter até encontrar o rio Cachoeira.

A galeria *By-Pass* CA-LA-G04 tem início na esquina das ruas Servidão Jimmy Hendrix e Hermann Lange e segue sob a rua Hermann Lange até encontrar o rio Cachoeira.

### 6.2 DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO

A modelagem hidrológica da sub-bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo 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 25 anos. Os valores máximos dos hidrogramas em cada uma das junções estão apresentados no Quadro 6.2.

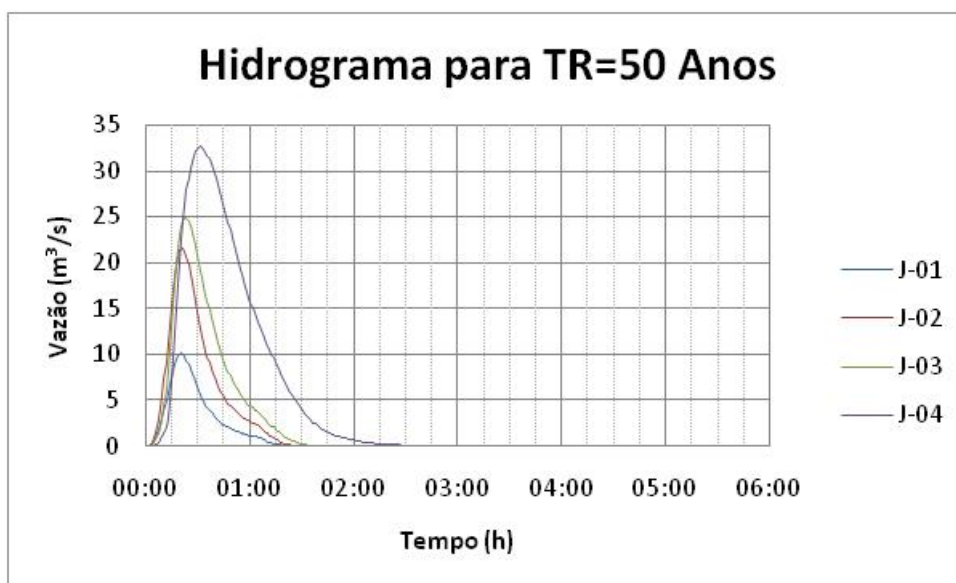


Figura 6.1 – Hidrograma das Junções para Tempo de Retorno de 50 Anos.

#### QUADRO 6.2

##### VAZÕES DE PROJETO EM CADA TRECHO

Propagação/Trecho	Junção	Área de Drenagem (km²)	TR=25 Anos
			Vazão (m³/s)
P-01	J-01	0,26	10,17
P-02	J-02	0,56	21,47
P-03	J-03	0,80	26,63
Rio Cachoeira	J-04	1,55	33,56

### 6.3 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

O dimensionamento hidráulico dos canais, galerias e pontes que integram a rede de macrodrenagem da sub-bacia do rio Cachoeira Leito Antigo 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.

O Quadro 6.3 apresenta as vazões de pico ao longo do rio Cachoeira Leito Antigo e as vazões de dimensionamento das galerias *By-Pass*.

**QUADRO 6.3**  
**VAZÕES DE PROJETO EM CADA TRECHO**

<i>By-Pass</i>	<i>Vazão (m³/s)</i>
Rio Leito Antigo a Jusante do <i>By-Pass</i> CA-LA-G04	14,73
CA-LA-G01	10,17
CA-LA-G02	12,26
CA-LA-G03	21,47
CA-LA-G04	7,87

O dimensionamento do sistema de drenagem (canal) da alternativa selecionada foi realizado utilizando como condição de contorno o nível de 5,87m (IBGE). A Figura 6.2 apresenta os níveis da água para a simulação hidráulica, enquanto a Figura 6.3 apresenta o perfil de velocidades ao longo do rio Cachoeira Leito Antigo.

As Figuras 6.4, 6.6, 6.8 e 6.10 apresentam os níveis da água para a simulação hidráulica dos *By-Pass*, enquanto as Figuras 6.5, 6.7, 6.9 e 6.11 apresentam os perfis de velocidade.

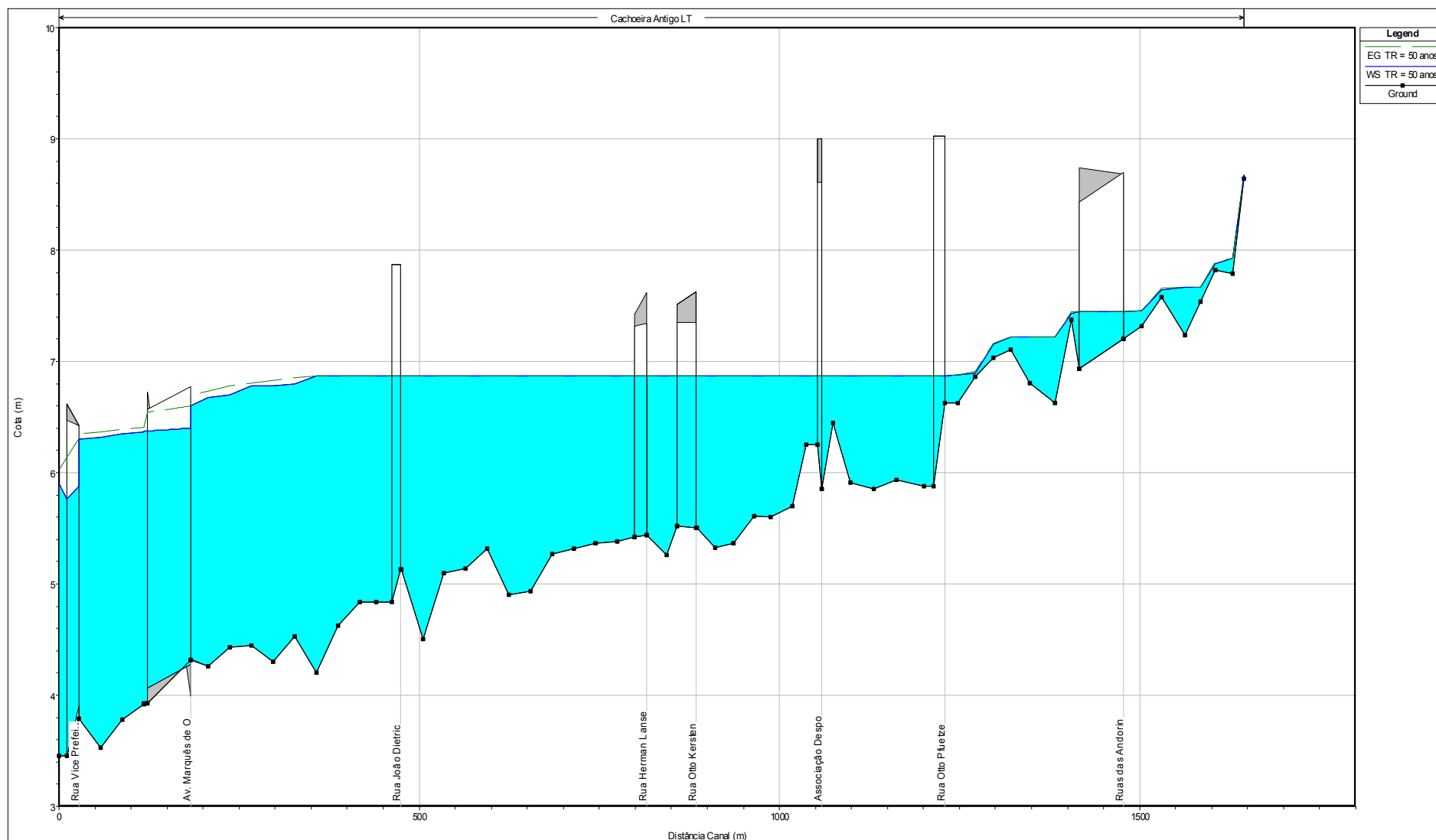
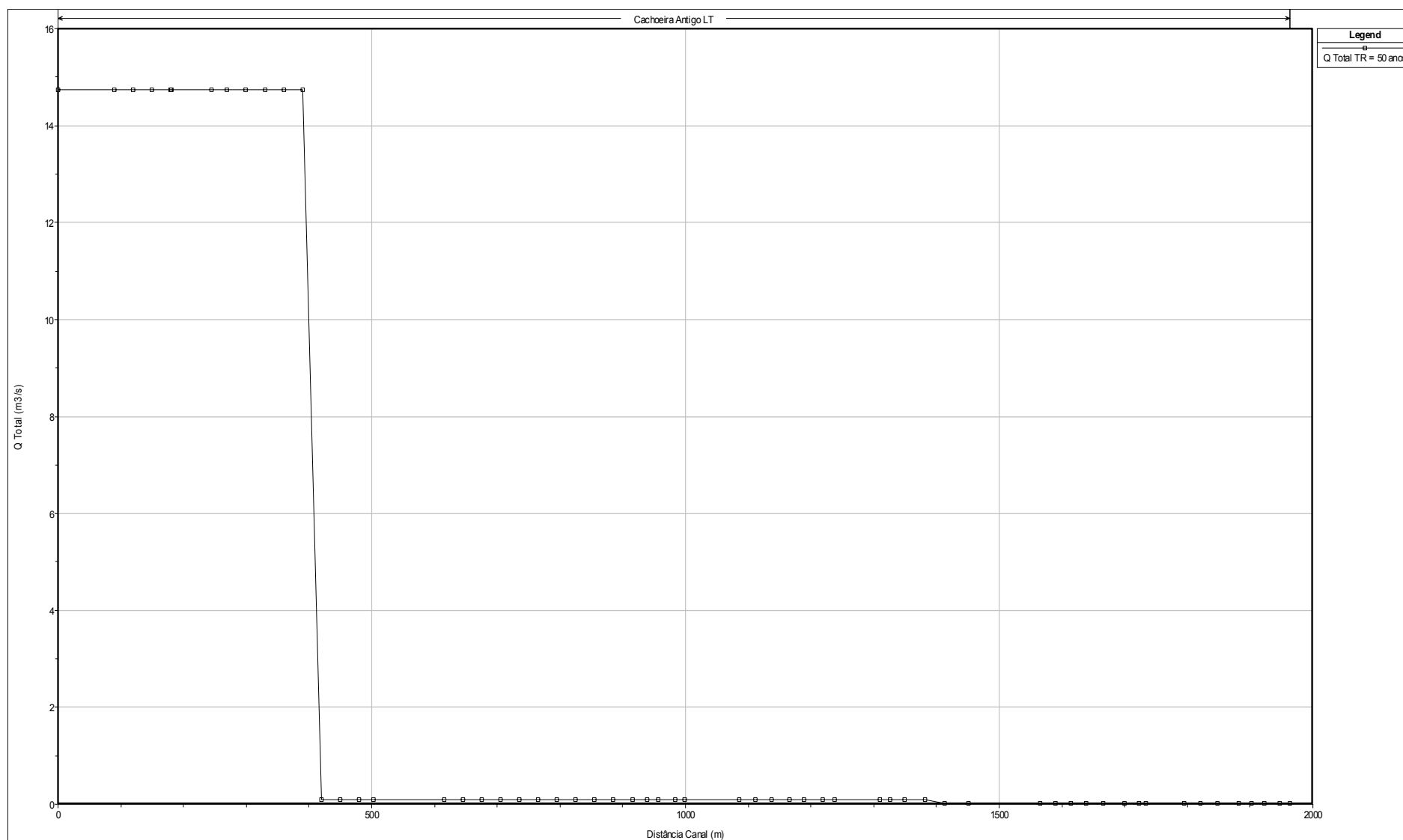


Figura 6.2 – Perfil do N.A. do Rio Cachoeira Leito Antigo para o esquema de obras com TR=50 Anos.





**Figura 6.3 – Perfil de Velocidades do Rio Cachoeira Leito Antigo para o esquema de obras com TR=50 Anos.**

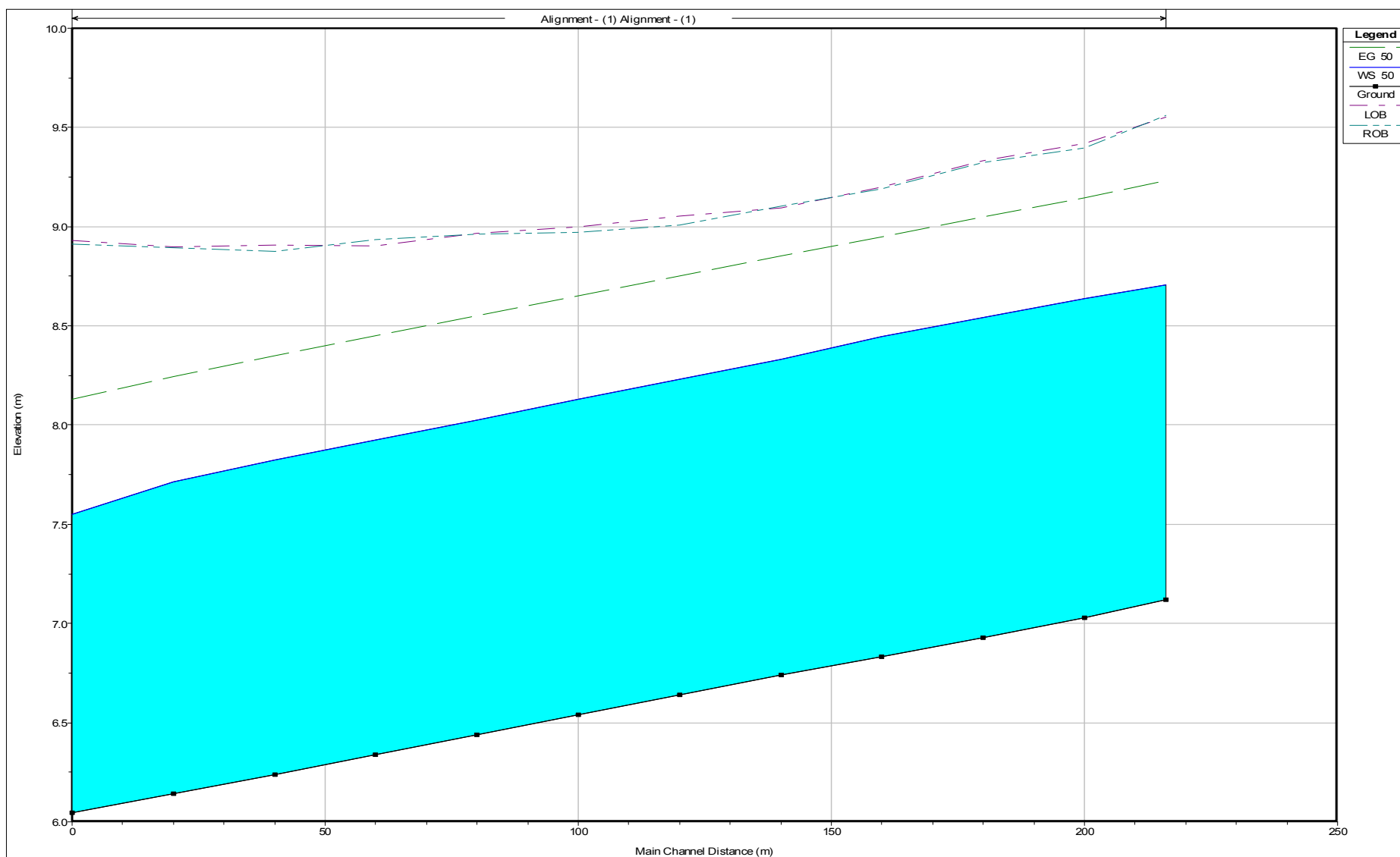
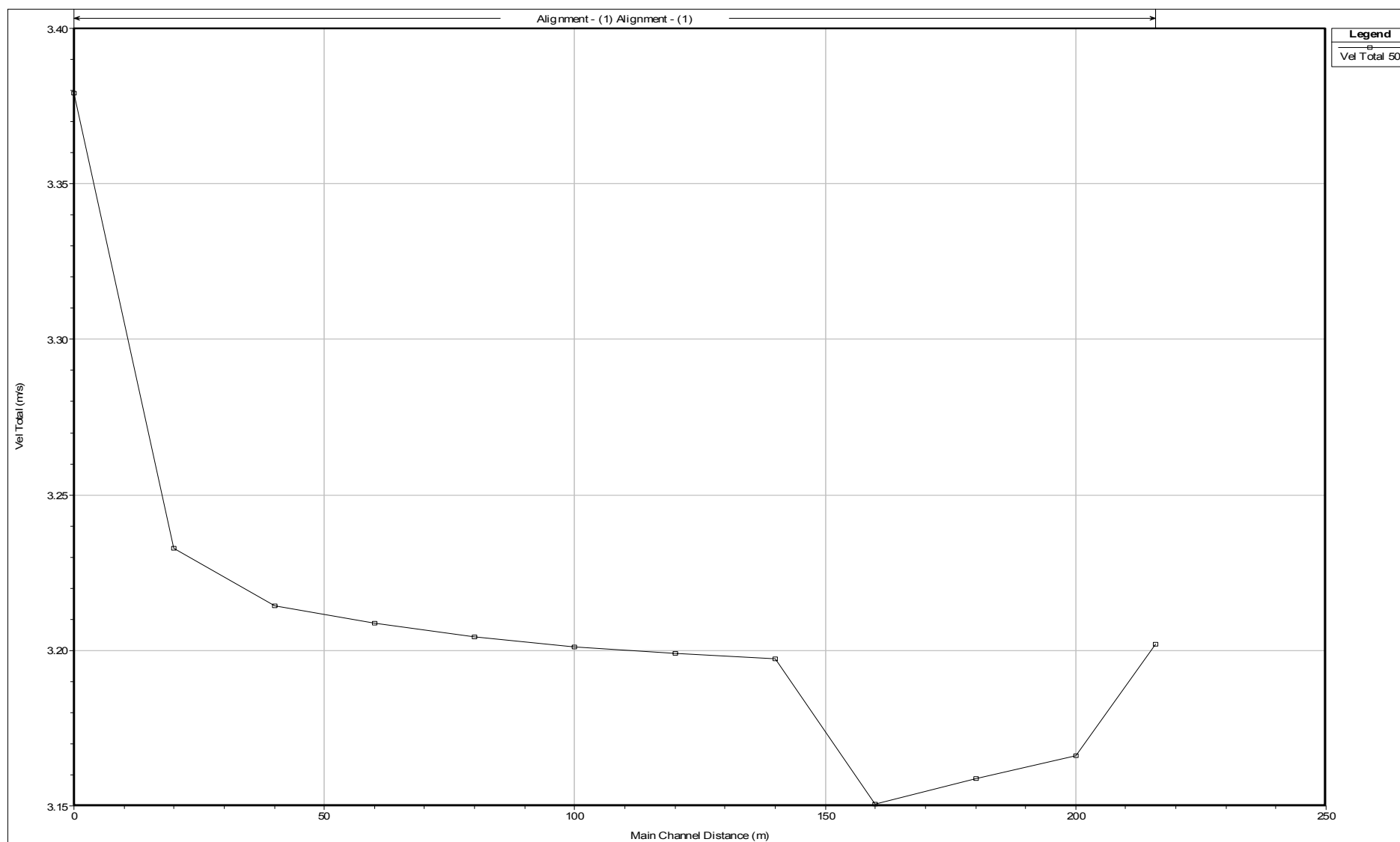


Figura 6.4 – Perfil do N.A. do By-Pass CA-LA-G01 para o esquema de obras com TR=50 Anos.



**Figura 6.5 – Perfil de Velocidades do By-Pass CA-LA-G01 para o esquema de obras com TR=50 Anos.**

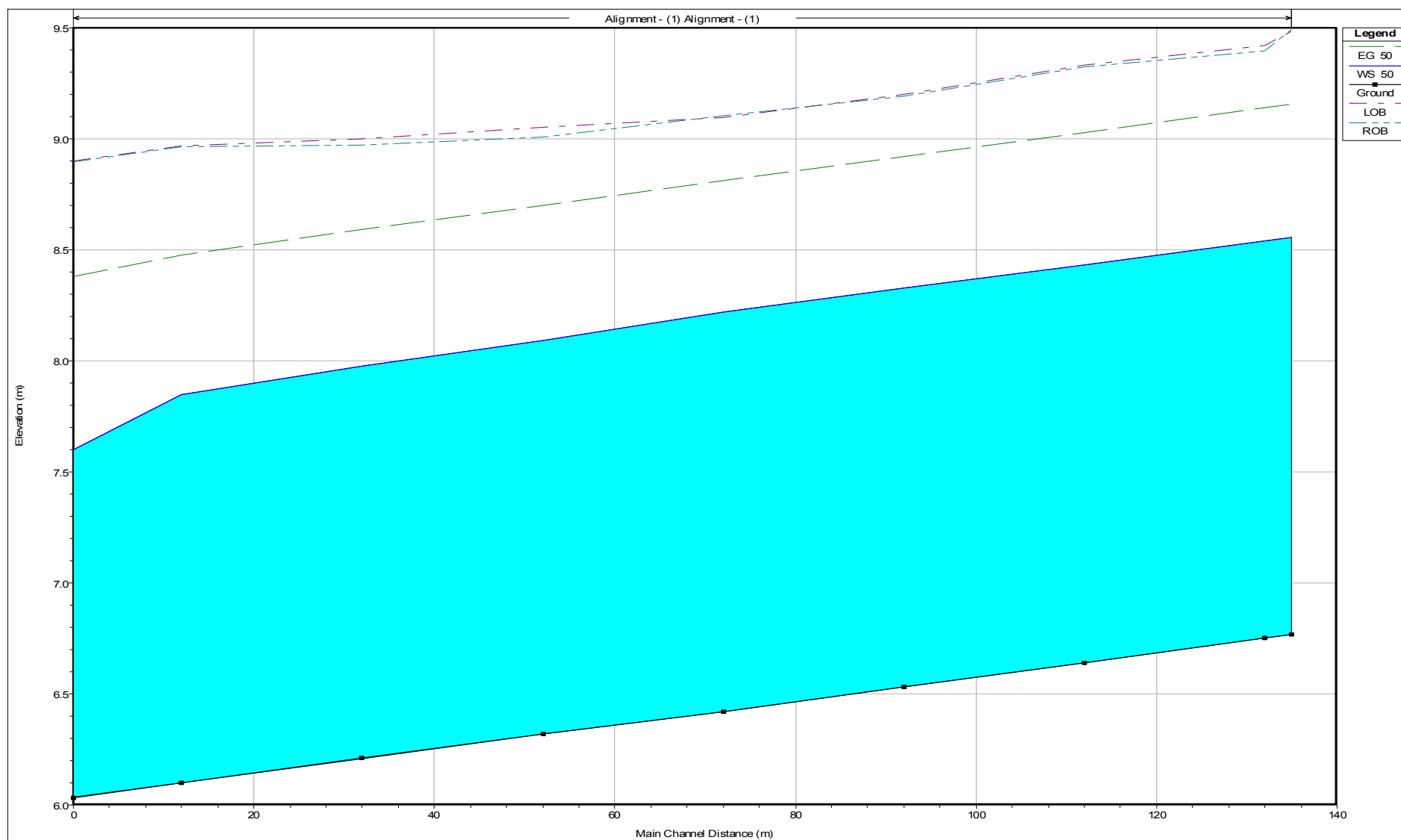
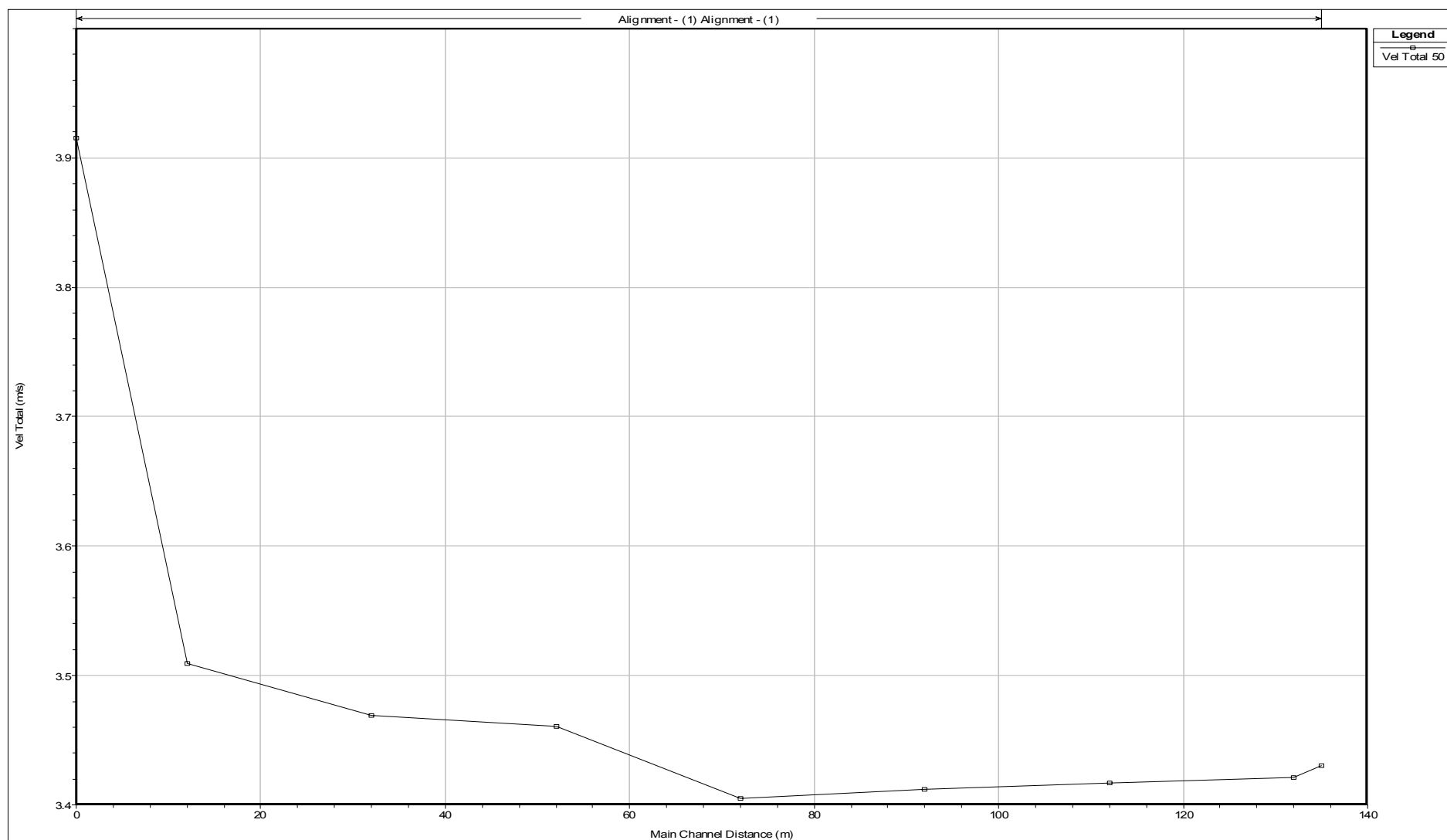


Figura 6.6 – Perfil do N.A. do By-Pass CA-LA-G02 para o esquema de obras com TR=50 Anos.



**Figura 6.7 – Perfil de Velocidades do By-Pass CA-LA-G02 para o esquema de obras com TR=50 Anos.**

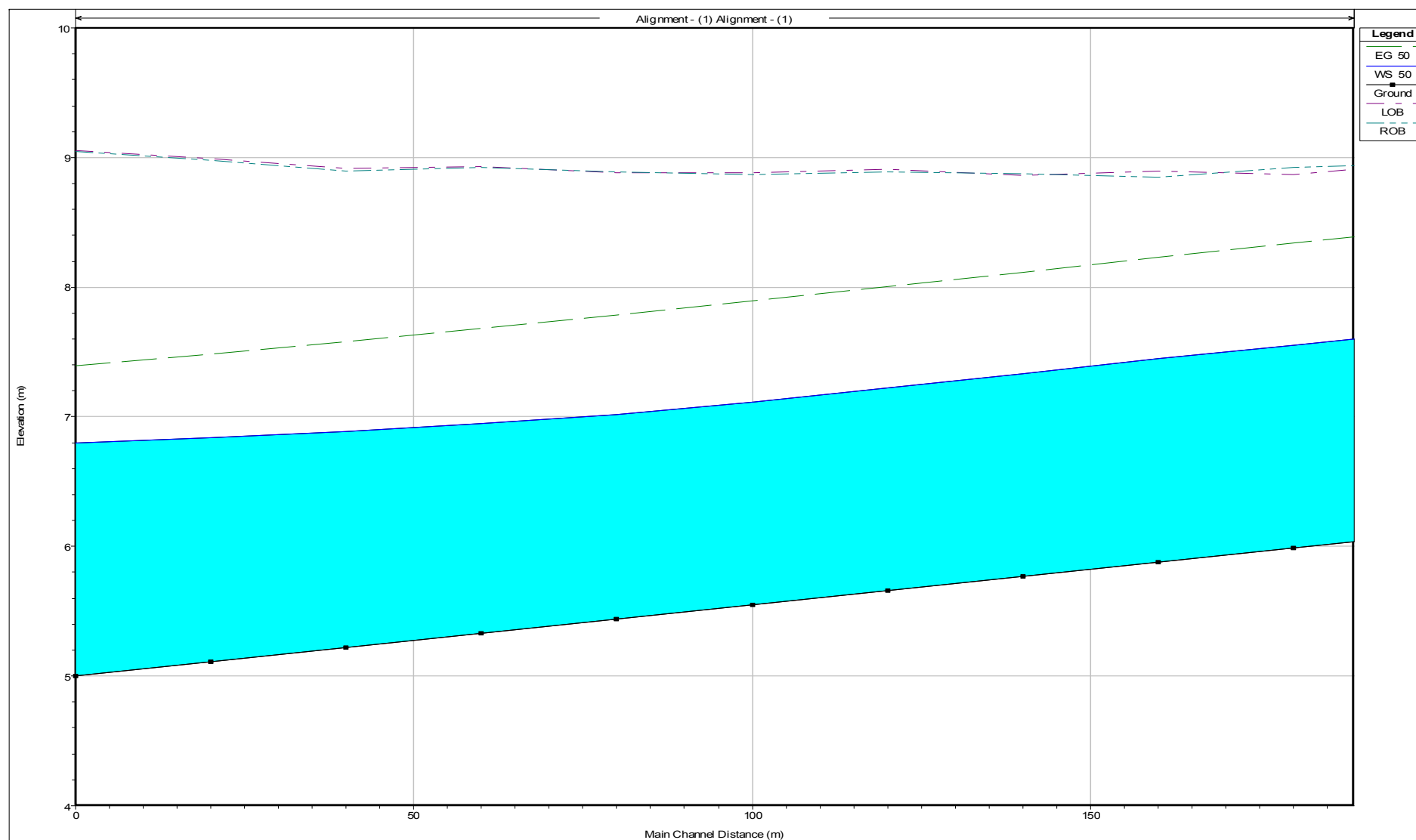


Figura 6.8 – Perfil do N.A. do By-Pass CA-LA-G03 para o esquema de obras com TR=50 Anos.

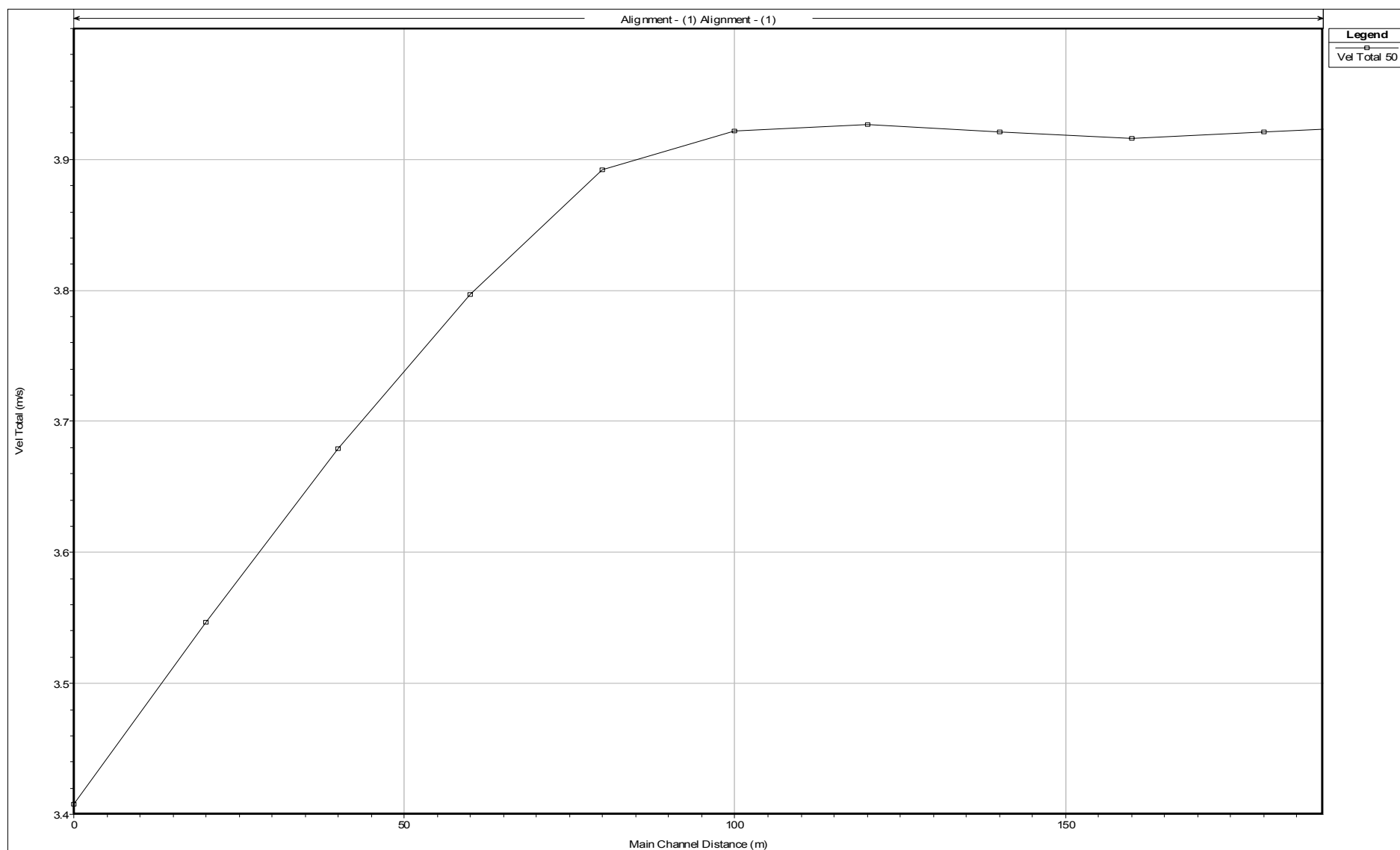


Figura 6.9 – Perfil de Velocidades do By-Pass CA-LA-G03 para o esquema de obras com TR=50 Anos.



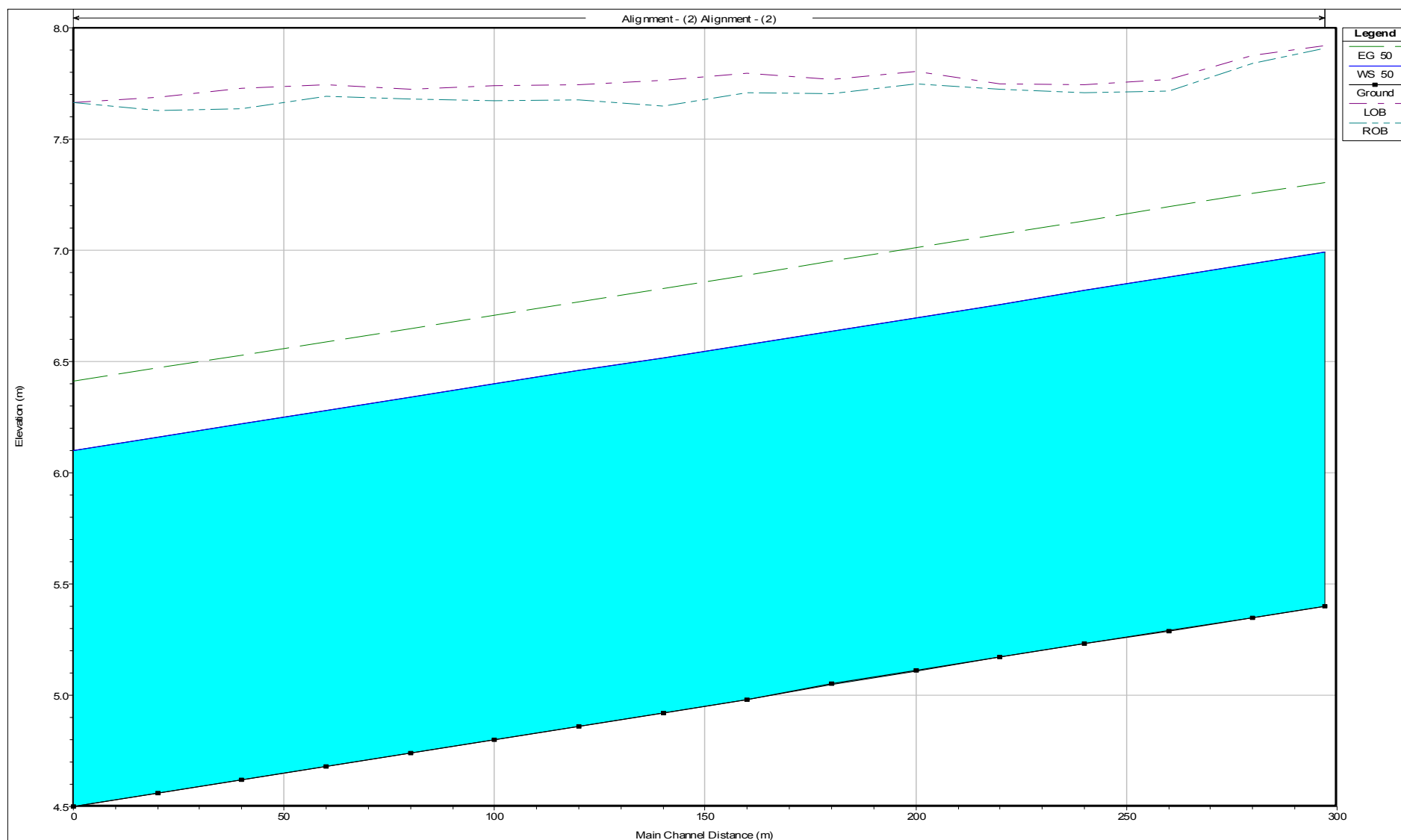


Figura 6.10 – Perfil do N.A. do By-Pass CA-LA-G04 para o esquema de obras com TR=50 Anos.

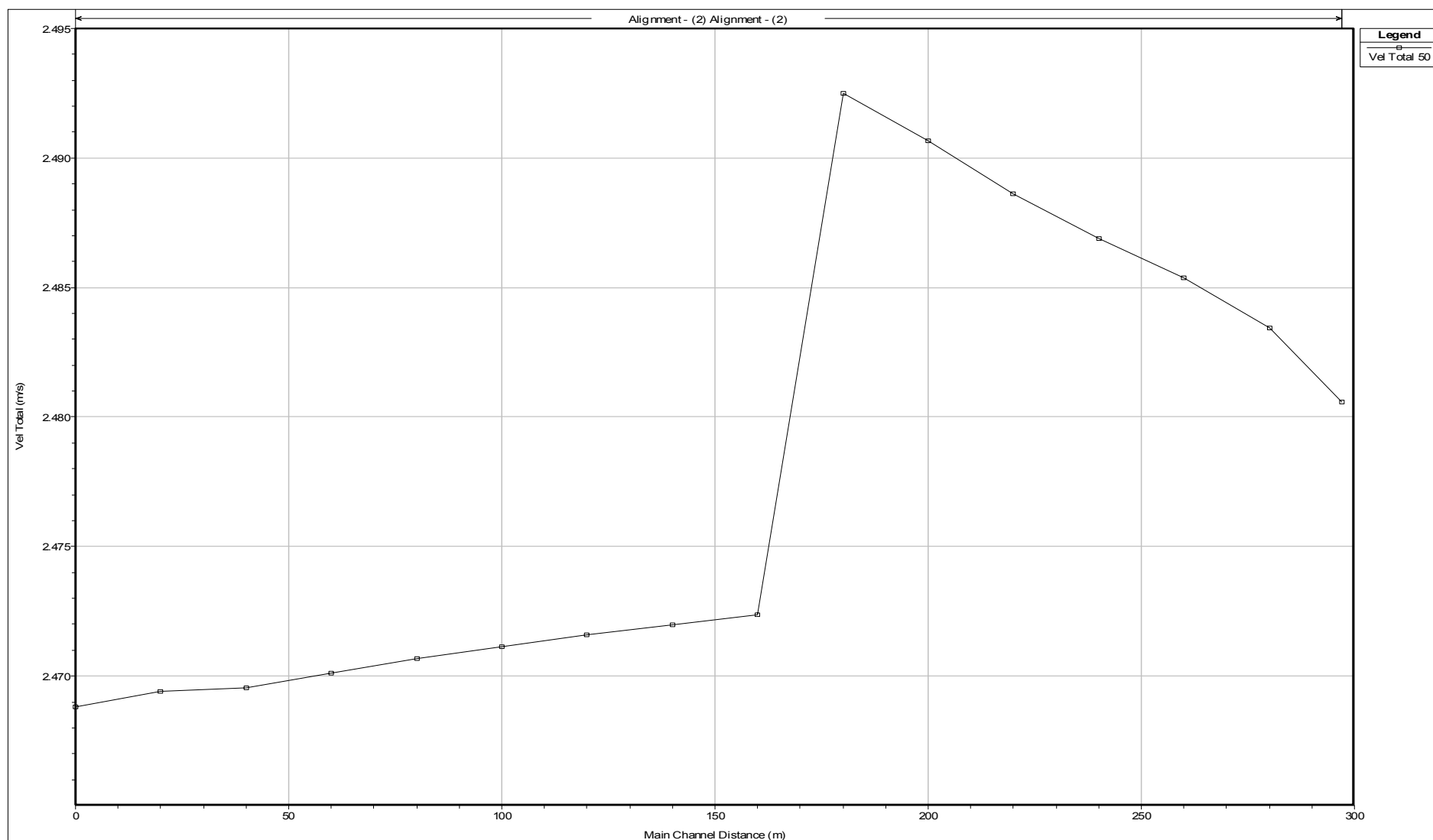


Figura 6.11 – Perfil de Velocidades do By-Pass CA-LA-G04 para o esquema de obras com TR=50 Anos.

## **6.4      DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS**

---

As obras a serem implantadas na rede de macrodrenagem da sub-bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo foram definidas tendo em consideração as principais características construtivas de cada solução com destaque para as obras em canal e as travessias em pontes e galerias. 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 Cachoeira Leito Antigo.

- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P199 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=05 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P200 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P575 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P576 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P650 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=05 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P651 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P652 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P653 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P769 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Estudo de Alternativas - Alternativa A
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P770 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Estudo de Alternativas - Alternativa B

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P771 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Estudo de Alternativas - Alternativa C
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P935 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Alternativa Selecionada - Alternativa B - TR=50 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P953 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Galeria By-Pass - CA-LA-G01 - Planta e Perfil
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P954 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Galerias By-Pass - CA-LA-G02 e G03 - Planta e Perfil
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P955 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Galeria By-Pass - CA-LA-G04 - Planta e Perfil
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P956 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Galerias By-Pass - CA-LA-G01, G02A e G02B - Seções Transversais
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P957 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Galerias By-Pass - CA-LA-G03A, G03B, G04A e G04B - 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 6.4 apresenta o resumo do orçamento para construção das obras de macrodrenagem da sub-bacia do Rio Cachoeira Leito Antigo. As planilhas detalhadas estão apresentadas no Anexo II deste documento.

**QUADRO 6.4****ORÇAMENTO****ORÇAMENTO RESUMO - BACIA 02 - RIO CACHOEIRA LEITO ANTIGO - ALTERNATIVA B - TR 50 ANOS****DEMOLIÇÃO - RIO CACHOEIRA LEITO ANTIGO**

<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>
1	Rua das Andorinhas	Tubulação	(1,50/1,00)x57,00	R\$ 36.677,93	R\$ 13.204,05	R\$ 49.881,98
<b>Subtotal</b>						<b>R\$ 49.881,98</b>

**CONSTRUÇÃO - RIO CACHOEIRA LEITO ANTIGO**

<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>
02-CA-LA-G01	Galeria By-Pass Leito Antigo 1	Galeria By-Pass	2,00x2,00x216,00	R\$ 1.076.452,69	R\$ 387.522,97	R\$ 1.463.975,66
02-CA-LA-G02A	Galeria By-Pass Leito Antigo 2A	Galeria By-Pass	2,00x2,00x14,00	R\$ 122.084,96	R\$ 43.950,58	R\$ 166.035,54
02-CA-LA-G02B	Galeria By-Pass Leito Antigo 2B	Galeria By-Pass	2,00x2,00x120,00	R\$ 840.261,27	R\$ 302.494,06	R\$ 1.142.755,33
02-CA-LA-G03A	Galeria By-Pass Leito Antigo 3A	Galeria By-Pass	3,50x2,00x40,00	R\$ 487.398,40	R\$ 175.463,42	R\$ 662.861,82
02-CA-LA-G03B	Galeria By-Pass Leito Antigo 3B	Galeria By-Pass	3,50x2,00x150,00	R\$ 1.404.060,47	R\$ 505.461,77	R\$ 1.909.522,23
02-CA-LA-G04A	Galeria By-Pass Leito Antigo 4A	Galeria By-Pass	2,00x1,80x180,00	R\$ 898.300,52	R\$ 323.388,19	R\$ 1.221.688,71
02-CA-LA-G04B	Galeria By-Pass Leito Antigo 4B	Galeria By-Pass	2,00x1,80x116,00	R\$ 760.313,26	R\$ 273.712,77	R\$ 1.034.026,04
<b>Subtotal</b>						<b>R\$ 7.600.865,33</b>

**Custo Total (Obras + Indiretos)****R\$ 7.650.747,30****Custo Total de Desapropriações****R\$ -****TOTAL****R\$ 7.650.747,30****Manutenção / ano****R\$ 32.495,23**

# **ANEXO I**

## **DESENHOS DE PROJETO**

---

---

---

## LISTA DE DESENHOS

---

### ***Manchas de Inundação***

- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P199 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=05 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P200 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P575 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P576 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P650 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=05 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P651 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P652 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P653 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos

### ***Estudo de Alternativas***

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P769 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Estudo de Alternativas - Alternativa A
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P770 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Estudo de Alternativas - Alternativa B
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P771 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Estudo de Alternativas - Alternativa C
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P935 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Alternativa Selecionada - Alternativa B - TR=50 anos

### ***Obras Lineares – Planta e Perfil***

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P953 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Galeria By-Pass - CA-LA-G01 - Planta e Perfil
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P954 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Galerias By-Pass - CA-LA-G02 e G03 - Planta e Perfil



- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P955 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Galeria *By-Pass* - CA-LA-G04 - Planta e Perfil

### ***Obras Lineares – Seções Transversais Típicas***

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P956 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Galerias *By-Pass* - CA-LA-G01, G02A e G02B - Seções Transversais
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P957 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Galerias *By-Pass* - CA-LA-G03A, G03B, G04A e G04B - 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**

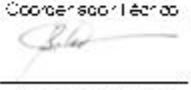
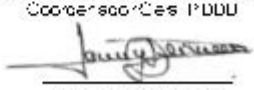
PROVETO:

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

TÍTULO:

SUB-BACIA 02-CA-LA - RIO CACHOEIRA LEITO ANTIGO  
DIAGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=5 ANOS

**ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi**

DESENHISTA	M.A.G.	APROVADO	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico  CREA 06003125/0	APROVADO	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU  CREA 0600180522
PROJETO	A.S.M.				

Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUÇÃO 951-PMJ-PDC-A1-P199	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 02-CA-LA - RIO CACHOEIRA LEITO ANTIGO  
DIAGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=10 ANOS

**ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi**

COORDINISTA:	M.A.G.	Alborto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU
PROJETO	A.S.M.	APROVADO  C.T.C.F. 0600313570	APROVADO  C.T.C.F. 0600495622

Nº P/L	DATA:	ENC. F.F.:	T.O. F.:
Nº DE PROJETO: 951-PMJ-PDC-A1-P200	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

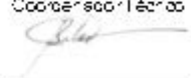
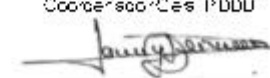
PROJETO:

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

TÍTULO:

SUB-BACIA 02-CA-LA - RIO CACHOEIRA LEITO ANTIGO  
DIAGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=25 ANOS

**ENGEORPS - HIDROSTUDIO - BRLi**

DESENHISTA			
M.A.G.		Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson do Oliveira Coordenador de PDDU
PROJETO		APROVADO	APROVADO
A.S.M.		 CREA 06003125/0	 CREA 06001806/22

Nº PMJ	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P575	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**

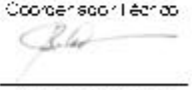
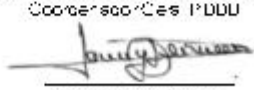
PROJETO:

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

TÍTULO:

SUB-BACIA 02-CA-LA - RIO CACHOEIRA LEITO ANTIGO  
 DIAGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=50 ANOS

**ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi**

DESENHISTA	M.A.G.	APROVADO	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico  CREA 06003125/0	APROVADO	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU  CREA 0600180622
PROJETO	A.S.M.				

Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUÇÃO 951-PMJ-PDC-A1-P576	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

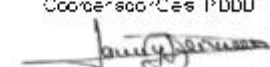
PROJETO:

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

TÍTULO:

SUB-BACIA 02-CA-LA - RIO CACHOEIRA LEITO ANTIGO  
PROGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=5 ANOS

**ENGEORPS - HIDROSTUDIO - BRLi**

DESENHISTA			
M.A.G.		Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson do Oliveira Coordenador de PDDU
PROJETO		APROVADO	APROVADO
A.S.M.		 CREA 06003123/0	 CREA 06001806/22

Nº PMJ	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P650	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 MUNICIPAL DE ADMINISTRAÇÃO	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 02-CA-LA - RIO CACHOEIRA LEITO ANTIGO PROGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=10 ANOS
---------	---

## ENGEORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA	M.A.G.	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson do Oliveira Coordenador de PDDU
PROJETO	A.S.M.	APROVADO _____ CREA 06003125/0	APROVADO _____ CREA 06001806/22

Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P651	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	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 02-CA-LA - RIO CACHOEIRA LEITO ANTIGO PROGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=25 ANOS
---------	---

## ENGEORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico		Danny Dalberson do Oliveira Coordenador de PDDU	
PROJETO	APROVADO _____ CREA 06003125/0		APROVADO _____ CREA 06001806/22	
	M.A.G.			
	A.S.M.			

Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P652	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

	<b>PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE</b> <b>SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO</b>
---	--

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

TÍTULO:	SUB-BACIA 02-CA-LÁ - RIO CACHOEIRA LEITO ANTIGO PROGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=50 ANOS
---------	---

## ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador de Projetos
M.A.G.		
PROJETO	APROVADO	APROVADO
A.S.M.	_____	_____
	CREA 06003185/0	CREA 06001806/22

Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P653	JAN/2011	5.000	01/01

## ***ESTUDO DE ALTERNATIVAS***

---

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P769 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Estudo de Alternativas - Alternativa A
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P770 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Estudo de Alternativas - Alternativa B
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P771 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Estudo de Alternativas - Alternativa C
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P935 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Alternativa Selecionada - Alternativa B - TR=50 anos

## ***OBRAS LINEARES – PLANTA E PERFIL***

---

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P953 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Galeria By-Pass - CA-LA-G01 - Planta e Perfil
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P954 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Galerias By-Pass - CA-LA-G02 e G03 - Planta e Perfil
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P955 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Galeria By-Pass - CA-LA-G04 - Planta e Perfil



## ***OBRAS LINEARES – SEÇÕES TRANSVERSAIS TÍPICAS***

---

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P956 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Galerias Bypass - CA-LA-G01, G02A e G02B - Seções Transversais
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P957 - Sub-Bacia 02-CA-LA - Rio Cachoeira Leito Antigo - Galerias Bypass - CA-LA-G03A, G03B, G04A e G04B - Seções Transversais

## **ANEXO II**

## **ORÇAMENTO**

---

---

**ORÇAMENTO DE OBRA**

Código da Obra: 02-CA-LA-G01  
 Obra: Galeria By-Pass G01  
 Comprimento (m): 216

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	5.063,78	
						Total Material	R\$ 56.005,40
						Total M.O	R\$ 6.279,09
						Total	R\$ 62.284,48
C10.12.05.10.005	Fornecimento de argila para aterro, posto obra (sem regularização e compactação)	M3	11,50	0,00	11,50	2.210,69	
						Total Material	R\$ 25.422,91
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 25.422,91
C35.25.15.10.005	Aterro com saibro - compactado	M3	38,94	0,90	39,84	1.766,18	
						Total Material	R\$ 68.775,11
						Total M.O	R\$ 1.589,56
						Total	R\$ 70.364,68
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	64,80	
						Total Material	R\$ 16.350,34
						Total M.O	R\$ 416,66
						Total	R\$ 16.767,00
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	M2	1,61	0,19	1,80	885,60	
						Total Material	R\$ 1.425,82
						Total M.O	R\$ 168,26
						Total	R\$ 1.594,08
C35.10.05.17.005	Execução de base estabilizada granulom etricam ente	M3	65,97	1,59	67,56	221,40	
						Total Material	R\$ 14.605,76
						Total M.O	R\$ 352,03
						Total	R\$ 14.957,78
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	453,60	
						Total Material	R\$ 703,08
						Total M.O	R\$ 22,68
						Total	R\$ 725,76
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	1,08	
						Total Material	R\$ 372,42
						Total M.O	R\$ 7,55
						Total	R\$ 379,97
C10.84.15.25.010	Guia em concreto extrusado	M	11,64	1,47	13,11	432,00	
						Total Material	R\$ 5.028,48
						Total M.O	R\$ 635,04
						Total	R\$ 5.663,52
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	2.376,00	
						Total Material	R\$ 66.623,04
						Total M.O	R\$ 37.255,68
						Total	R\$ 103.878,72
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	542,12	
						Total Material	R\$ 156.775,51
						Total M.O	R\$ 15.472,09
						Total	R\$ 172.247,60
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	48.619,64	
						Total Material	R\$ 191.075,19
						Total M.O	R\$ 76.332,84
						Total	R\$ 267.408,03
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	1.965,60	
						Total Material	R\$ 7.665,84
						Total M.O	R\$ 60.835,32
						Total	R\$ 68.501,16
478	Escora de eucalipto de Ø 200 mm	M	7,75	0,00	7,75	2.302,56	
						Total Material	R\$ 17.844,84
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 17.844,84
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\$ 199.366,80
						Total Material	R\$ 628.673,73
						Total	R\$ 828.040,53
Construção	BDI (Benefício e Despesas Indiretas)	%	30			BDI	R\$ 248.412,16
						Custo de Construção	R\$ 1.076.452,69
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8				86.116,22
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3				32.293,58
Indireto	Contingência	%	25				269.113,17
						Custos Indiretos	R\$ 387.522,97
						Custo Total	R\$ 1.463.975,66

**ORÇAMENTO DE OBRA**

Código da Obra: 02-CA-IA-C02A  
 Obra: Galeria By-Pass C02A  
 Comprimento (m): 14

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	2.165,08	
						Total Material	R\$ 23.945,77
						Total M.O	R\$ 2.684,70
						Total	R\$ 26.630,47
C10.12.05.10.005	Fornecimento de argila para aterro, posto obra (sem regularização e compactação)	M3	11,50	0,00	11,50	165,44	
						Total Material	R\$ 1.902,54
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 1.902,54
C35.25.15.10.005	Aterro com saibro - compactado	M3	38,94	0,90	39,84	129,98	
						Total Material	R\$ 5.061,49
						Total M.O	R\$ 116,98
						Total	R\$ 5.178,47
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	4,20	
						Total Material	R\$ 1.059,74
						Total M.O	R\$ 27,01
						Total	R\$ 1.086,75
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	M2	1,61	0,19	1,80	57,40	
						Total Material	R\$ 92,41
						Total M.O	R\$ 10,91
						Total	R\$ 103,32
C35.10.05.17.005	Execução de base estabilizada granulom etricam ente	M3	65,97	1,59	67,56	14,35	
						Total Material	R\$ 946,67
						Total M.O	R\$ 22,82
						Total	R\$ 969,49
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	29,40	
						Total Material	R\$ 45,57
						Total M.O	R\$ 1,47
						Total	R\$ 47,04
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	0,07	
						Total Material	R\$ 24,14
						Total M.O	R\$ 0,49
						Total	R\$ 24,63
C10.84.15.25.010	Guia em concreto extrusado	M	11,64	1,47	13,11	28,00	
						Total Material	R\$ 325,92
						Total M.O	R\$ 41,16
						Total	R\$ 367,08
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	154,00	
						Total Material	R\$ 4.318,16
						Total M.O	R\$ 2.414,72
						Total	R\$ 6.732,88
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	87,62	
						Total Material	R\$ 25.338,66
						Total M.O	R\$ 2.500,66
						Total	R\$ 27.839,31
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	3.169,64	
						Total Material	R\$ 12.456,69
						Total M.O	R\$ 4.976,34
						Total	R\$ 17.433,03
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	127,40	
						Total Material	R\$ 496,86
						Total M.O	R\$ 3.943,03
						Total	R\$ 4.439,89
478	Escora de eucalipto de Ø 200 mm	M	7,75	0,00	7,75	149,24	
						Total Material	R\$ 1.156,61
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 1.156,61
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\$ 16.740,27
						Total Material	R\$ 77.171,23
						Total	R\$ 93.911,51
Construção	BDI (Benefício e Despesas Indiretas)	%	30			BDI	R\$ 28.173,45
						Custo de Construção	R\$ 122.084,96
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8				R\$ 9.766,80
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3				R\$ 3.662,55
Indireto	Contingência	%	25				R\$ 30.521,24
						Custos Indiretos	R\$ 43.950,58
						Custo Total	R\$ 166.035,54

**ORÇAMENTO DE OBRA**

Código da Obra: 02-CA-IA-C02B  
 Obra: Galeria By-Pass C02B  
 Comprimento (m): 120

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	5.447,67	
						Total Material	R\$ 60.251,25
						Total M.O	R\$ 6.755,11
						Total	R\$ 67.006,36
C10.12.05.10.005	Fornecimento de argila para aterro, posto obra (sem regularização e compactação)	M3	11,50	0,00	11,50	4.899,48	
						Total Material	R\$ 56.343,97
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 56.343,97
C35.25.15.10.005	Aterro com saibro - compactado	M3	38,94	0,90	39,84	3.918,63	
						Total Material	R\$ 152.591,56
						Total M.O	R\$ 3.526,77
						Total	R\$ 156.118,33
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	36,00	
						Total Material	R\$ 9.083,52
						Total M.O	R\$ 231,48
						Total	R\$ 9.315,00
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	M2	1,61	0,19	1,80	1.332,00	
						Total Material	R\$ 2.144,52
						Total M.O	R\$ 253,08
						Total	R\$ 2.397,60
C35.10.05.17.005	Execução de base estabilizada granulom etricam ente	M3	65,97	1,59	67,56	333,00	
						Total Material	R\$ 21.968,01
						Total M.O	R\$ 529,47
						Total	R\$ 22.497,48
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	852,00	
						Total Material	R\$ 1.320,60
						Total M.O	R\$ 42,60
						Total	R\$ 1.363,20
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	18,60	
						Total Material	R\$ 6.413,84
						Total M.O	R\$ 130,01
						Total	R\$ 6.543,85
C10.84.15.25.010	Guia em concreto extrusado	M	11,64	1,47	13,11	240,00	
						Total Material	R\$ 2.793,60
						Total M.O	R\$ 352,80
						Total	R\$ 3.146,40
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	480,00	
						Total Material	R\$ 14.467,20
						Total M.O	R\$ 7.982,40
						Total	R\$ 22.449,60
C35.25.35.05.005	Forma de madeira	M2	28,04	15,68	43,72	1.320,00	
						Total Material	R\$ 37.012,80
						Total M.O	R\$ 20.697,60
						Total	R\$ 57.710,40
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	292,45	
						Total Material	R\$ 84.572,97
						Total M.O	R\$ 8.346,46
						Total	R\$ 92.919,43
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	27.007,86	
						Total Material	R\$ 106.140,88
						Total M.O	R\$ 42.402,34
						Total	R\$ 148.543,21
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\$ 91.250,12
						Total Material	R\$ 555.104,70
						Total	R\$ 646.354,82
Construção	BDI (Benefício e Despesas Indiretas)	%	30			BDI	R\$ 193.906,45
						Custo de Construção	R\$ 840.261,27
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8				67.220,90
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3				25.207,84
Indireto	Contingência	%	25				210.065,32
						Custos Indiretos	R\$ 302.494,06
						Custo Total	R\$ 1.142.755,33

**ORÇAMENTO DE OBRA**

Código da Obra: 02-CA-IA-C03A  
 Obra: Galeria By-Pass C03A  
 Comprimento (m): 40

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	1.606,47	
						Total Material	R\$ 17.767,58
						Total M.O	R\$ 1.992,02
						Total	R\$ 19.759,60
C10.12.05.10.005	Fornecimento de argila para aterro, posto obra (sem regularização e compactação)	M3	11,50	0,00	11,50	502,48	
						Total Material	R\$ 5.778,47
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 5.778,47
C35.25.15.10.005	Aterro com saibro - compactado	M3	38,94	0,90	39,84	401,03	
						Total Material	R\$ 15.616,21
						Total M.O	R\$ 360,93
						Total	R\$ 15.977,14
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	18,00	
						Total Material	R\$ 4.541,76
						Total M.O	R\$ 115,74
						Total	R\$ 4.657,50
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	M2	1,61	0,19	1,80	228,00	
						Total Material	R\$ 367,08
						Total M.O	R\$ 43,32
						Total	R\$ 410,40
C35.10.05.17.005	Execução de base estabilizada granulom etricam ente	M3	65,97	1,59	67,56	57,00	
						Total Material	R\$ 3.760,29
						Total M.O	R\$ 90,63
						Total	R\$ 3.850,92
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	148,00	
						Total Material	R\$ 229,40
						Total M.O	R\$ 7,40
						Total	R\$ 236,80
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	3,40	
						Total Material	R\$ 1.172,42
						Total M.O	R\$ 23,77
						Total	R\$ 1.196,19
C10.84.15.25.010	Guia em concreto extrusado	M	11,64	1,47	13,11	80,00	
						Total Material	R\$ 931,20
						Total M.O	R\$ 117,60
						Total	R\$ 1.048,80
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	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	508,00	
						Total Material	R\$ 14.244,32
						Total M.O	R\$ 7.965,44
						Total	R\$ 22.209,76
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	168,85	
						Total Material	R\$ 48.829,08
						Total M.O	R\$ 4.818,92
						Total	R\$ 53.648,00
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	14.647,86	
						Total Material	R\$ 57.566,08
						Total M.O	R\$ 22.997,14
						Total	R\$ 80.563,21
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	374,40	
						Total Material	R\$ 76.639,68
						Total M.O	R\$ 14.837,47
						Total	R\$ 91.477,15
948	Perfil tipo H W150x22,5	M	93,76	0,00	93,76	790,40	
						Total Material	R\$ 74.107,90
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 74.107,90
						Total M.O	R\$ 53.370,37
						Total Material	R\$ 321.551,47
						Total	R\$ 374.921,84
Construção	BDI (Benefício e Despesas Indiretas)	%	30			BDI	R\$ 112.476,55
						Custo de Construção	R\$ 487.398,40
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8				R\$ 38.991,87
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3				R\$ 14.621,95
Indireto	Contingência	%	25				R\$ 121.849,60
						Custos Indiretos	R\$ 175.463,42
						Custo Total	R\$ 662.861,82

**ORÇAMENTO DE OBRA**

Código da Obra: 02-CA-IA-C03B  
 Obra: Galeria By-Pass C03B  
 Comprimento (m): 150

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	8.930,18	
						Total Material	R\$ 98.767,78
						Total M.O	R\$ 11.073,42
						Total	R\$ 109.841,20
C10.12.05.10.005	Fornecimento de argila para aterro, posto obra (sem regularização e compactação)	M3	11,50	0,00	11,50	6.732,44	
						Total Material	R\$ 77.423,04
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 77.423,04
C35.25.15.10.005	Aterro com saibro - compactado	M3	38,94	0,90	39,84	5.383,58	
						Total Material	R\$ 209.636,67
						Total M.O	R\$ 4.845,22
						Total	R\$ 214.481,89
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	67,50	
						Total Material	R\$ 17.031,60
						Total M.O	R\$ 434,03
						Total	R\$ 17.465,63
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	M2	1,61	0,19	1,80	1.935,00	
						Total Material	R\$ 3.115,35
						Total M.O	R\$ 367,65
						Total	R\$ 3.483,00
C35.10.05.17.005	Execução de base estabilizada granulom etricam ente	M3	65,97	1,59	67,56	483,75	
						Total Material	R\$ 31.912,99
						Total M.O	R\$ 769,16
						Total	R\$ 32.682,15
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	1.335,00	
						Total Material	R\$ 2.069,25
						Total M.O	R\$ 66,75
						Total	R\$ 2.136,00
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	36,75	
						Total Material	R\$ 12.672,50
						Total M.O	R\$ 256,88
						Total	R\$ 12.929,39
C10.84.15.25.010	Guia em concreto extrusado	M	11,64	1,47	13,11	300,00	
						Total Material	R\$ 3.492,00
						Total M.O	R\$ 441,00
						Total	R\$ 3.933,00
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	600,00	
						Total Material	R\$ 18.084,00
						Total M.O	R\$ 9.978,00
						Total	R\$ 28.062,00
C35.25.35.05.005	Forma de madeira	M2	28,04	15,68	43,72	1.905,00	
						Total Material	R\$ 53.416,20
						Total M.O	R\$ 29.870,40
						Total	R\$ 83.286,60
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	605,12	
						Total Material	R\$ 174.994,48
						Total M.O	R\$ 17.270,11
						Total	R\$ 192.264,59
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	54.919,64	
						Total Material	R\$ 215.834,19
						Total M.O	R\$ 86.223,84
						Total	R\$ 302.058,03
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\$ 161.596,46
						Total Material	R\$ 918.450,05
						Total	R\$ 1.080.046,51
Construção	BDI (Benefício e Despesas Indiretas)	%	30			BDI	R\$ 324.013,95
						Custo de Construção	R\$ 1.404.060,47
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8				112.324,84
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3				42.121,81
Indireto	Contingência	%	25				351.015,12
						Custos Indiretos	R\$ 505.461,77
						Custo Total	R\$ 1.909.522,23



**ORÇAMENTO DE OBRA**

Código da Obra: 02-CA-IA-C04A  
 Obra: Galeria By-Pass C04A  
 Comprimento (m): 180

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	5,493,18	
						Total Material	R\$ 60.754,55
						Total M.O	R\$ 6.811,54
						Total	R\$ 67.566,09
C10.12.05.10.005	Fornecimento de argila para aterro, posto obra (sem regularização e compactação)	M3	11,50	0,00	11,50	1.786,14	
						Total Material	R\$ 20.540,59
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 20.540,59
C35.25.15.10.005	Aterro com saibro - compactado	M3	38,94	0,90	39,84	1.425,35	
						Total Material	R\$ 55.503,00
						Total M.O	R\$ 1.282,81
						Total	R\$ 56.785,81
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	54,00	
						Total Material	R\$ 13.625,28
						Total M.O	R\$ 347,22
						Total	R\$ 13.972,50
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	M2	1,61	0,19	1,80	738,00	
						Total Material	R\$ 1.188,18
						Total M.O	R\$ 140,22
						Total	R\$ 1.328,40
C35.10.05.17.005	Execução de base estabilizada granulom etricam ente	M3	65,97	1,59	67,56	184,50	
						Total Material	R\$ 12.171,47
						Total M.O	R\$ 293,36
						Total	R\$ 12.464,82
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	378,00	
						Total Material	R\$ 585,90
						Total M.O	R\$ 18,90
						Total	R\$ 604,80
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	0,90	
						Total Material	R\$ 310,35
						Total M.O	R\$ 6,29
						Total	R\$ 316,64
C10.84.15.25.010	Guia em concreto extrusado	M	11,64	1,47	13,11	360,00	
						Total Material	R\$ 4.190,40
						Total M.O	R\$ 529,20
						Total	R\$ 4.719,60
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	1.836,00	
						Total Material	R\$ 51.481,44
						Total M.O	R\$ 28.788,48
						Total	R\$ 80.269,92
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	474,37	
						Total Material	R\$ 137.181,64
						Total M.O	R\$ 13.538,38
						Total	R\$ 150.720,02
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	38.730,58	
						Total Material	R\$ 152.211,17
						Total M.O	R\$ 60.807,01
						Total	R\$ 213.018,18
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	1.544,40	
						Total Material	R\$ 6.023,16
						Total M.O	R\$ 47.799,18
						Total	R\$ 53.822,34
478	Escora de eucalipto de Ø 200 mm	M	7,75	0,00	7,75	1.918,80	
						Total Material	R\$ 14.870,70
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 14.870,70
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\$ 160.362,58
						Total Material	R\$ 530.637,82
						Total	R\$ 691.000,40
Construção	BDI (Benefício e Despesas Indiretas)	%	30			BDI	R\$ 207.300,12
						Custo de Construção	R\$ 898.300,52
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8				71.864,04
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3				26.949,02
Indireto	Contingência	%	25				224.575,13
						Custos Indiretos	R\$ 323.388,19
						Custo Total	R\$ 1.221.688,71

**ORÇAMENTO DE OBRA**

Código da Obra: 02-CA-IA-C04B  
 Obra: Galeria By-Pass C04B  
 Comprimento (m): 116

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	4.860,40	
						Total Material	R\$ 53.756,07
						Total M.O	R\$ 6.026,90
						Total	R\$ 59.782,97
C10.12.05.10.005	Fornecimento de argila para aterro, posto obra (sem regularização e compactação)	M3	11,50	0,00	11,50	4.295,11	
						Total Material	R\$ 49.393,76
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 49.393,76
C35.25.15.10.005	Aterro com saibro - compactado	M3	38,94	0,90	39,84	3.435,20	
						Total Material	R\$ 133.766,56
						Total M.O	R\$ 3.091,68
						Total	R\$ 136.858,24
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	34,80	
						Total Material	R\$ 8.780,74
						Total M.O	R\$ 223,76
						Total	R\$ 9.004,50
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	M2	1,61	0,19	1,80	1.241,20	
						Total Material	R\$ 1.998,33
						Total M.O	R\$ 235,83
						Total	R\$ 2.234,16
C35.10.05.17.005	Execução de base estabilizada granulom etricam ente	M3	65,97	1,59	67,56	310,30	
						Total Material	R\$ 20.470,49
						Total M.O	R\$ 493,38
						Total	R\$ 20.963,87
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	777,20	
						Total Material	R\$ 1.204,66
						Total M.O	R\$ 38,86
						Total	R\$ 1.243,52
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	15,66	
						Total Material	R\$ 5.400,04
						Total M.O	R\$ 109,46
						Total	R\$ 5.509,50
C10.84.15.25.010	Guia em concreto extrusado	M	11,64	1,47	13,11	232,00	
						Total Material	R\$ 2.700,48
						Total M.O	R\$ 341,04
						Total	R\$ 3.041,52
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	464,00	
						Total Material	R\$ 13.984,96
						Total M.O	R\$ 7.716,32
						Total	R\$ 21.701,28
C35.25.35.05.005	Forma de madeira	M2	28,04	15,68	43,72	1.183,20	
						Total Material	R\$ 33.176,93
						Total M.O	R\$ 18.552,58
						Total	R\$ 51.729,50
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	271,24	
						Total Material	R\$ 78.440,26
						Total M.O	R\$ 7.741,23
						Total	R\$ 86.181,49
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	24.947,64	
						Total Material	R\$ 98.044,24
						Total M.O	R\$ 39.167,80
						Total	R\$ 137.212,04
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\$ 83.738,83
						Total Material	R\$ 501.117,52
						Total	R\$ 584.856,36
						BDI	R\$ 175.456,91
Construção	BDI (Benefício e Despesas Indiretas)	%	30				
						Custo de Construção	R\$ 760.313,26
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8				60.825,06
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3				22.809,40
Indireto	Contingência	%	25				190.078,32
						Custos Indiretos	R\$ 273.712,77
						Custo Total	R\$ 1.034.026,04