

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

## Estudo de Alternativas e Anteprojeto

### *Volume 2 | Estudos*

Tomo VIII • Sub-Bacia 8 • Vertente da Rua Salvador • Canal Salvador



**BID**



Fevereiro / 2011

951-PMJ-PDC-RT-P719 | REV.1



REV.	DATA	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
1	01/11	Emissão Final	ASM / FG / LDLF	
		<p align="center"><b>PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE</b></p> <p align="center">SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO</p>		
<p align="center"><b>ENGECORPS ♦ HIDROSTUDIO ♦ BRLi</b></p>				
<p align="center"><b>PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA – PDDU</b></p> <p align="center"><b>BACIA HIDROGRAFICA DO RIO CACHOEIRA NO MUNICIPIO DE JOINVILLE - SC</b></p>				
<p align="center"><b>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</b></p> <p align="center"><b>VOLUME 2 – TOMO VIII – SUB-BACIA SB-08 – VERTENTE DDA RUA SALVADOR – CANAL SALVADOR</b></p>				
ELABORADO:			APROVADO:	
ASM / FG / LDLF / MSTC			 Alberto Lang Filho	
VERIFICADO			COORDENADOR GERAL:	
Alberto Lang Filho			 Danny Dalberson Oliveira      CREA :      0600495622	
Nº PMJ:			DATA:	FOLHA:
			jan/11	
Nº ENGECORPS:	951-PMJ-PDC-RT-P719			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 PIII - 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 VIII – SUB-BACIA SB-08 –  
VERTENTE DA RUA SALVADOR – CANAL  
SALVADOR***

CONSÓRCIO ENGECORPS♦HIDROSTUDIO♦BRLi

951-PMJ-PDC-RT-P719

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 ENGEORPS♦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 Saguacú.

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**

<b>Número Bacia</b>	<b>Sigla da PMJ</b>	<b>Nome Sub-Bacia</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>
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 Saguaçú	0,57
SB-14	CA-MT	Rio Mathias	2,05
SB-15	CA-BL	Vertente Buschile & Lepper	0,84
SB-16	CA-UO	Vertente Unidade de Obras	0,21
SB-17	CA-VI	Vertente Vick	0,40
SB-18	CA-PG	Vertente Ponta Grossa	0,08
SB-19	CA-PE	Vertente rua Pedro Álvares Cabral	0,48
SB-20	CA-MD	Vertente rua Matilde Amim	0,35
SB-21	CA-NO	Vertente rua Noruega	0,64
SB-22	CA-JA	Rio Jaguarão	8,53
SB-23	CA-BU	Rio Bupeva	1,96
SB-24	CA-BC	Rio Bucarein	10,97
SB-25	CA-IA	Rio Itaum-Açú	24,64

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

---

## SUMÁRIO GERAL

---

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

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

## ÍNDICE

	<b>PÁG.</b>
<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 CONCEPÇÃO DAS ALTERNATIVAS.....	2
2.2.1 Alternativa A .....	2
2.2.2 Alternativa B .....	2
2.2.3 Alternativa C .....	2
2.2.4 Dimensionamento das Alternativas .....	3
2.3 DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS .....	5
2.3.1 Alternativa A .....	5
2.3.2 Alternativa B .....	8
2.3.3 Alternativa C .....	11
<b>3. SELEÇÃO DA ALTERNATIVA PARA TR 25 ANOS.....</b>	<b>16</b>
3.1 CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS.....	18
3.1.1 Alternativa A .....	18
3.1.2 Alternativa B .....	18
3.1.3 Alternativa C .....	19
3.2 CUSTOS .....	20
3.2.1 Custos da Alternativa A .....	20
3.2.2 Custos da Alternativa B.....	20
3.2.3 Custos da Alternativa C .....	21
3.2.4 Desagregação dos Preços Financeiros e Cálculo dos Preços Econômicos .....	22
3.3 BENEFÍCIOS ECONÔMICOS .....	23
3.3.1 Danos Evitados.....	23
3.3.2 Benefícios por Valorização Imobiliária .....	24
3.3.3 Benefícios de Tráfego.....	27
3.3.4 Benefícios Indiretos .....	27
3.4 ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO DAS ALTERNATIVAS .....	27
<b>4. ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO POR PERÍODO DE RETORNO .....</b>	<b>32</b>
4.1 DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS .....	32



4.2	CUSTOS POR PERÍODO DE RETORNO.....	33
4.3	BENEFÍCIOS POR PERÍODO DE RETORNO.....	34
4.3.1	<i>Benefícios por Danos Evitados .....</i>	<i>34</i>
4.3.2	<i>Benefícios de Valorização Imobiliária por Período de Retorno.....</i>	<i>34</i>
4.3.3	<i>Benefícios de Tráfego.....</i>	<i>35</i>
4.3.4	<i>Benefícios Indiretos .....</i>	<i>35</i>
4.4	RESULTADOS DA ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO.....	36
<b>5.</b>	<b><i>ANÁLISE DE SENSIBILIDADE.....</i></b>	<b><i>42</i></b>
5.1	MODELAGEM DAS SIMULAÇÕES .....	42
5.1.1	<i>Análise de Risco para Período de Retorno de 5 Anos.....</i>	<i>44</i>
5.1.2	<i>Análise de Risco para Período de Retorno de 10 Anos.....</i>	<i>47</i>
5.1.3	<i>Análise de Risco para Período de Retorno de 25 Anos.....</i>	<i>50</i>
5.1.4	<i>Análise de Risco para Período de Retorno de 50 Anos.....</i>	<i>53</i>
5.1.5	<i>Conclusões da Análise de Risco .....</i>	<i>55</i>
<b>6.</b>	<b><i>DETALHAMENTO DA ALTERNATIVA SELECIONADA.....</i></b>	<b><i>56</i></b>
6.1	DESCRIÇÃO DA ALTERNATIVA .....	56
6.2	DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO .....	56
6.3	DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO .....	58
6.4	DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS .....	65
6.5	ORÇAMENTO.....	66

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

## **ANEXO II - ORÇAMENTO**

**ÍNDICE DE FIGURAS****PÁG.**

Figura 2.1 – Vazões na Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Alternativa A. ....	6
Figura 2.2 – Velocidades na Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Alternativa A. ....	7
Figura 2.3 – Níveis d'água na Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Alternativa A. ....	7
Figura 2.4 – Vazões na Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Alternativa B. ....	9
Figura 2.5 – Velocidades na Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Alternativa B. ....	10
Figura 2.6 – Níveis d'água na Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Alternativa B. ....	10
Figura 2.7 – Localização do Reservatório R8.1. ....	13
Figura 2.8 – Vazões na Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Alternativa C. ....	14
Figura 2.9 – Velocidades na Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Alternativa C. ....	14
Figura 2.10 – Níveis d'água na Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Alternativa C. ....	15
Figura 6.1 – Esquema da Alternativa C da Bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador no Software HEC-HMS. ....	57
Figura 6.2 – Hidrograma das Junções para Período de Retorno de 50 Anos. ....	57
Figura 6.3 – Hidrograma Afluente e Efluente do Reservatório para Período de Retorno de 50 Anos. ....	58
Figura 6.4 – Perfil das Vazões de Dimensionamento do Canal Salvador para a Alternativa Escolhida – Galeria Existente. ....	59
Figura 6.5 – Perfil do N.A. do Canal Salvador para a Alternativa Escolhida – Galeria Existente. ....	60
Figura 6.6 – Perfil de velocidades do Canal Salvador para a alternativa escolhida – Galeria Existente. ....	61
Figura 6.7 – Vazão do Canal Salvador para a Alternativa Escolhida – Galeria CA-CS-G01. ....	62
Figura 6.8 – Perfil do N.A. do Canal Salvador para a Alternativa Escolhida – Galeria CA-CS-G01. ....	62
Figura 6.9 – Perfil de Velocidades no Canal Salvador para a Alternativa Escolhida – Galeria CA-CS-G01. ....	63
Figura 6.10 – Vazão do Canal Salvador para a Alternativa Escolhida – Galeria CA-CS-G02. ....	63
Figura 6.11 – Perfil do N.A. do Canal Salvador para a Alternativa Escolhida – Galeria CA-CS-G02. ....	64
Figura 6.12 – Perfil de Velocidades no Canal Salvador para a Alternativa Escolhida – Galeria CA-CS-G02. ....	64

## ÍNDICE DE QUADROS

PÁG.

Quadro 2.1 - Sub-Bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Precipitação de Projeto (Duração de 1 Hora) .....	3
Quadro 2.2 - Sub-Bacia Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Dispositivos Atuais .....	4
Quadro 2.3 - Dados da Estação Fluviométrica 5.....	4
Quadro 2.4 - Taxa Média de Produção de Sedimentos em Arraste e Suspensão (Estação 5).....	5
Quadro 2.5 - Produção de Sedimentos nos Canais Fluviais para as Alternativas.....	5
Quadro 2.6 - Sub-Bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Obras – Alternativa A .....	5
Quadro 2.7 - Sub-Bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Produção de Sedimentos – Alternativa A.....	8
Quadro 2.8 - Sub-Bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Custos de Manutenção – Alternativa A.....	8
Quadro 2.9 - Sub-Bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Obras – Alternativa B.....	9
Quadro 2.10 - Sub-Bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Produção de Sedimentos – Alternativa B.....	11
Quadro 2.11 - Sub-Bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador Custos de Manutenção – Alternativa B.....	11
Quadro 2.12 - Sub-Bacia Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Obras – Alternativa C.....	12
Quadro 2.13 - Sub-Bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Reservatórios – Alternativa C .....	12
Quadro 2.14 - Sub-Bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Produção de Sedimentos – Alternativa C .....	16
Quadro 2.15 - Sub-Bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Custos de Manutenção – Alternativa C .....	16
Quadro 3.1 - Sub-Bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Características das Obras – Alternativa A.....	18
Quadro 3.2 - Sub-Bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Características das Obras – Alternativa B.....	19
Quadro 3.3 - Sub-Bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Características das Obras – Alternativa C .....	19
Quadro 3.4 - Sub-Bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Características das Obras de Reservação – Alternativa C.....	20



Quadro 3.5 - Sub-Bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa A.....	20
Quadro 3.6 - Sub-Bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa B.....	21
Quadro 3.7 - Sub-Bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa C.....	21
Quadro 3.8 - Fatores de Conversão .....	22
Quadro 3.9 - Custos de Investimentos e Manutenção – Preços Econômicos – Alternativas de Projeto ..	22
Quadro 3.10 - Parâmetros para Estimação do Prejuízo Direto .....	23
Quadro 3.11 - Benefícios Econômicos para Alternativa A – TR 25 Anos .....	23
Quadro 3.12 - Benefícios Econômicos para Alternativa B – TR 25 Anos .....	24
Quadro 3.13 - Benefícios Econômicos para Alternativa C – TR 25 Anos .....	24
Quadro 3.14 - Coeficientes para Estimativa do Modelo de Valorização Imobiliária.....	25
Quadro 3.15 - Estatísticas Descritivas.....	26
Quadro 3.16 - Anova .....	26
Quadro 3.17 - Coeficientes .....	26
Quadro 3.18 - R Ajustado.....	26
Quadro 3.19 - Análise Benefício Custo – Alternativa A .....	28
Quadro 3.20 - Análise Benefício Custo – Alternativa B .....	29
Quadro 3.21 - Análise Benefício Custo – Alternativa C .....	30
Quadro 3.22 - Síntese dos Resultados – Seleção da Alternativa .....	31
Quadro 4.1 - Sub-Bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Características dos Dispositivos e Canais Existentes e Projetados.....	32
Quadro 4.2 - Sub-Bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Custos por Período de Retorno – Preços Financeiros .....	33
Quadro 4.3 - Parâmetros para Estimação do Prejuízo Direto por Período de Retorno.....	34
Quadro 4.4 - Benefícios Econômicos para Alternativa C .....	34
Quadro 4.5 - Benefícios Econômicos por Valorização Imobiliária por Tempo de Retorno – Valores Econômicos.....	35
Quadro 4.6 - Benefícios de Tráfego por Período de Retorno .....	35
Quadro 4.7 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 5 Anos.....	37
Quadro 4.8 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 10 Anos.....	38
Quadro 4.9 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 25 Anos.....	39
Quadro 4.10 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 50 Anos.....	40

Quadro 4.11 - Síntese dos Resultados – Seleção do Tempo de Retorno .....	41
Quadro 5.1 - Síntese de Parâmetros da Simulação para TRs 5, 10, 25 e 50 Anos .....	43
Quadro 5.2 - TIR – Síntese da Análise de Risco para TR de 5 Anos .....	44
Quadro 5.3 - VPL – Síntese da Análise de Risco para TR de 5 Anos .....	45
Quadro 5.4 - TIR – Síntese da Análise de Risco para TR de 10 Anos .....	47
Quadro 5.5 - VPL – Síntese da Análise de Risco para TR de 10 Anos .....	48
Quadro 5.6 - TIR – Síntese da Análise de Risco para TR de 25 Anos .....	50
Quadro 5.7 - VPL – Síntese da Análise de Risco para TR de 25 Anos .....	51
Quadro 5.8 - TIR – Síntese da Análise de Risco para TR de 50 Anos .....	53
Quadro 5.9 - VPL – Síntese da Análise de Risco para TR de 50 Anos .....	54
Quadro 5.10 - Síntese da Análise de Risco para TIR e VPL por Período de Retorno .....	55
Quadro 6.1 - Sub-Bacia da Vertente da rua salvador – Canal Salvador – Características das Obras Propostas .....	56
Quadro 6.2 - Sub-Bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador– Características das Obras de Reservação Propostas .....	56
Quadro 6.3 - Vazões de Projeto em Cada Trecho .....	58
Quadro 6.4 - Orçamento .....	67

## **1. INTRODUÇÃO**

O presente Tomo XV do Volume 2 do Relatório PIII - 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 da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador, 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 da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador.

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 da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador nos seguintes documentos:

- ✓ 951-PMJ-PDC-RT-P113 – R3 – Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico – Volume 3 – Diagnóstico – Tomo VIII – Sub-bacia 08 – Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador;
- ✓ 951-PMJ-PDC-RT-P139 – R3 – Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico – Volume 4 – Prognóstico – Tomo VIII – Sub-bacia 08 – Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador.

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      CONCEPÇÃO DAS ALTERNATIVAS**

---

A sub-bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador apresentou concepções de alternativas diferenciadas em relação às sub-bacias que possuem um canal definido, pois a sua rede de drenagem é composta predominantemente por galerias e tubulações de concreto para escoamento. Assim sendo, as alternativas foram elaboradas considerando essas características e estão apresentadas a seguir.

### **2.2.1      Alternativa A**

A alternativa A teve por diretriz principal realizar a ampliação da capacidade hidráulica do canal minimizando os impactos dos moradores ribeirinhos. O principal foco é a complementação da capacidade de vazão através de dispositivos conhecidos como galerias “By-Pass”.

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

A alternativa A, 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.

### **2.2.2      Alternativa B**

A alternativa B, assim como a alternativa A, teve por diretriz principal realizar a ampliação da capacidade hidráulica do canal minimizando os impactos sociais utilizando dispositivos conhecidos como galerias “By-Pass” adotando, no entanto, um traçado diferente ao da solução da alternativa A.

### **2.2.3      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.).

#### **2.2.4 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 da Vertente do Morro da Rua Salvador – Salvador.

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 VIII do Volume 4 do relatório R3. No Quadro 2.1 são apresentadas as precipitações para a sub-bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador com duração de 1 hora.

#### **QUADRO 2.1**

##### **SUB-BACIA DA VERTENTE DA RUA SALVADOR – CANAL SALVADOR – PRECIPITAÇÃO DE PROJETO (DURAÇÃO DE 1 HORA)**

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

No Quadro 2.2 apresenta-se a relação de dispositivos existentes com suas dimensões atuais para a Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador 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 2.2**  
**SUB-BACIA VERTENTE DA RUA SALVADOR – CANAL SALVADOR – DISPOSITIVOS ATUAIS**

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (m)</i>	<i>Comprimento (m)</i>
1	Tubo Paralelo a R. Benjamin Constant	Tubulação	0,80	392,00
2	Entre R. V. de Mauá e R. F. Machado	Tubulação	1,00/1,00	88,00
3	Rua Fernando Machado	Galeria	2,55x1,72	297,7
4	Galeria entre R. Machado de Assis e R. Almirante Barroso	Galeria	2,49x1,57	322,87
5	Galeria Entre R. João Colin e R. Marechal Floriano	Galeria	2,56x2,02	154,10

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

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

Especificamente, na bacia do rio Cachoeira, existem poucos dados que contemplam a hidrometria e a qualidade das águas. Segundo o CCJ (Comitê das Bacias dos Rios Cubatão e Cachoeira), existem três estações onde foram medidas vazões e coletadas amostras de água para análises de qualidade. Dessas estações, em apenas duas ("Ponto 5" e "Ponto 6") todos os parâmetros necessários para o levantamento da descarga sólida total no leito foram contemplados simultaneamente nas datas de 06/11/2009 e 14/12/2009. Como apenas uma dessas estações localiza-se fora dos limites de influência das marés ("Ponto5"), mais precisamente próxima à ponte da rua Aracaju, utilizou-se a média dos dados dessa estação (vide Quadro 2.3) para obtenção da taxa de sedimentos carreados no rio Cachoeira.

**QUADRO 2.3**  
**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 2.4) para todos os seus afluentes.

**QUADRO 2.4**  
**TAXA MÉDIA DE PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS EM ARRASTE E SUSPENSÃO (ESTAÇÃO 5)**

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

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.

O Quadro 2.5 apresenta, respectivamente, a produção de sedimentos nos canais fluviais para as alternativas A, B e C.

**QUADRO 2.5**  
**PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS NOS CANAIS FLUVIAIS PARA AS ALTERNATIVAS**

<i>Trecho do Rio</i>	<i>Área da Bacia (km²)</i>	<i>Taxa Média (t/ano/km²)</i>		<i>Produção de Sedimentos (t/ano)</i>		<i>Total (t/ano)</i>
		<i>Arraste</i>	<i>Suspensão</i>	<i>Arraste</i>	<i>Suspensão</i>	
VRS – Canal Salvador	0,84	57,82	364,73	48,57	306,37	54,92

## 2.3 DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS

### 2.3.1 Alternativa A

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

O Quadro 2.6 apresenta as obras propostas para a 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 2.6**  
**SUB-BACIA DA VERTENTE DA RUA SALVADOR – CANAL SALVADOR – OBRAS – ALTERNATIVA A**

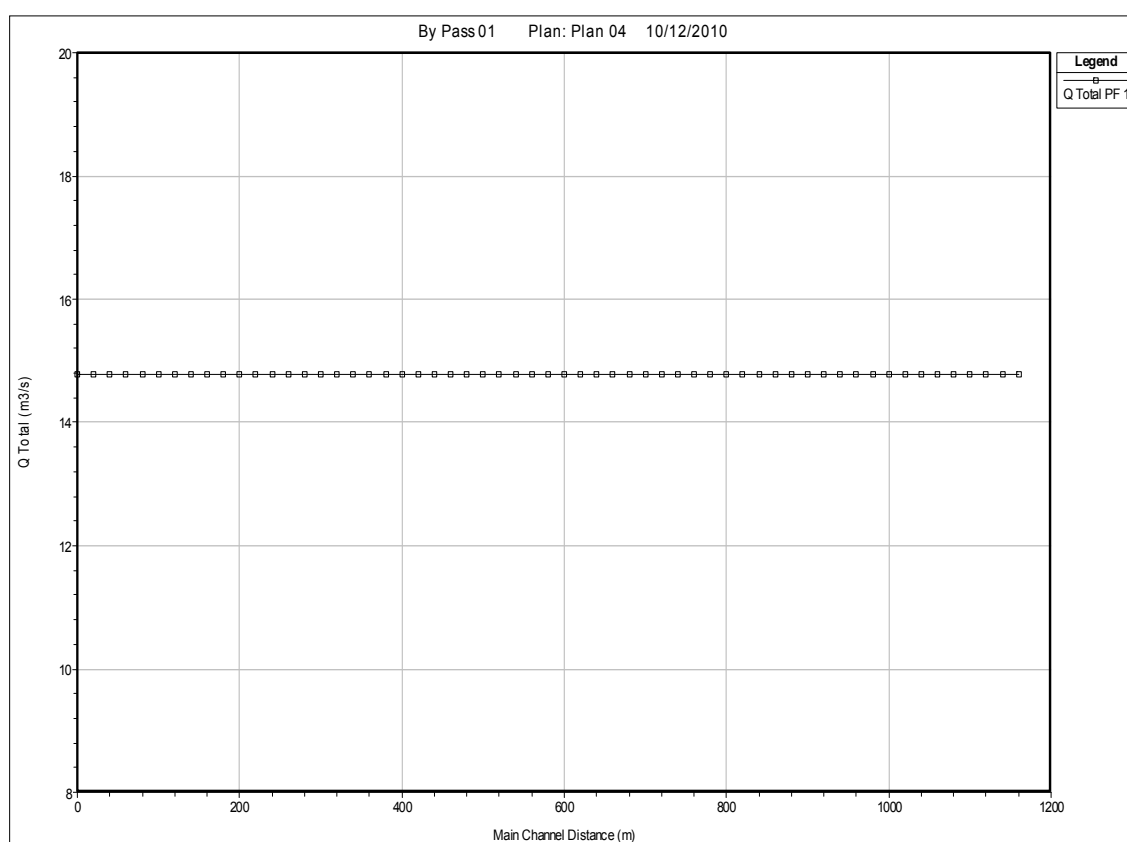
<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxHxL) (m)</i>	<i>Situação</i>
1	Tubo Paralelo a R. Benjamin Constant	Tubulação	1,00x392,00	Substituição
2	Entre R. V. de Mauá e R. F. Machado	Tubulação	1,00/1,00x88,00	Permanece
3	Rua Fernando Machado	Galeria	2,55x1,72x297,70	Permanece

continua...

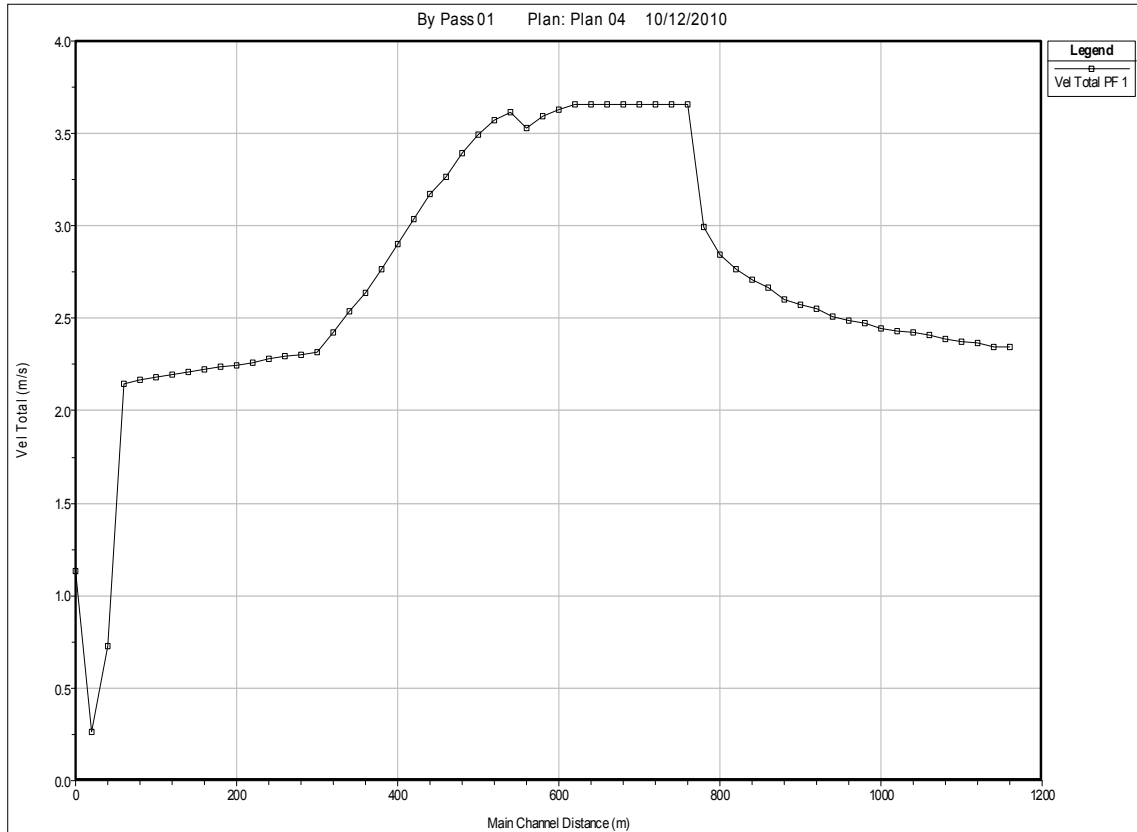
**QUADRO 2.6****SUB-BACIA DA VERTENTE DA RUA SALVADOR – CANAL SALVADOR – OBRAS – ALTERNATIVA A**

<b>Dispositivo</b>	<b>Local</b>	<b>Tipo</b>	<b>Dimensão (BxhxL) (m)</b>	<b>Situação</b>
4	Galeria entre R. Machado de Assis e R. Almirante Barroso	Galeria	2,49x1,57x322,87	Permaneça
5	Galeria Entre R. João Colin e Marechal Floriano	Galeria	2,56x2,02x154,10	Permaneça
<b>Galerias By-Pass</b>				
6	Galeria By-Pass Canal Salvador	Galeria	3,00x2,50x1.510,00	Implantação

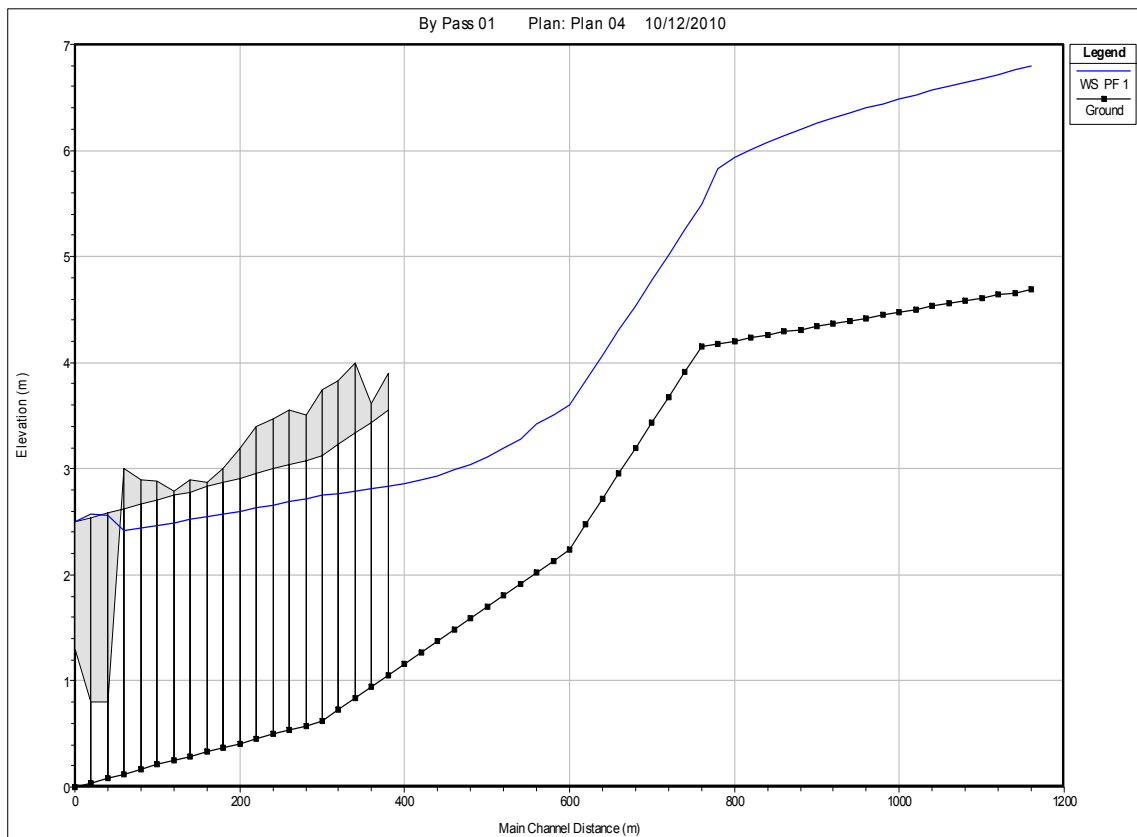
As Figuras 2.1, 2.2 e 2.3 apresentam, respectivamente, as vazões, as velocidades do escoamento e os níveis d'água ao longo da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador para a alternativa A. A galeria By-Pass proposta foi dimensionada para vazão de projeto de 14,78 m<sup>3</sup>/s.



**Figura 2.1 – Vazões na Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Alternativa A.**



**Figura 2.2 – Velocidades na Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Alternativa A.**



**Figura 2.3 – Níveis d'água na Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Alternativa A.**

O desenho 951-PMJ-PDC-A3-P787 (vide Anexo 1) apresenta as obras previstas na sub-bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador para a 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 da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador foi subdividida em setores obtendo suas áreas a montante de cada dispositivo de reservatório. A taxa adotada de 57,82 t/ano/km<sup>2</sup> para os sedimentos em arraste e 364,73 t/ano/km<sup>2</sup> 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 2.7. No Quadro 2.8 estão apresentados os custos de manutenção dos canais da alternativa A.

**QUADRO 2.7**

**SUB-BACIA DA VERTENTE DA RUA SALVADOR – CANAL SALVADOR – 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)
VRS – Canal Salvador	0,84	57,82	364,73	48,57	306,37	54,92	36,61

**QUADRO 2.8**

**SUB-BACIA DA VERTENTE DA RUA SALVADOR – CANAL SALVADOR – 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	-	-	-	333,19	-
Pontes e Galerias	2.456,67	100	36,61	695,75	25.473,82
				Total (R\$/ano)	25.473,82

### 2.3.2 Alternativa B

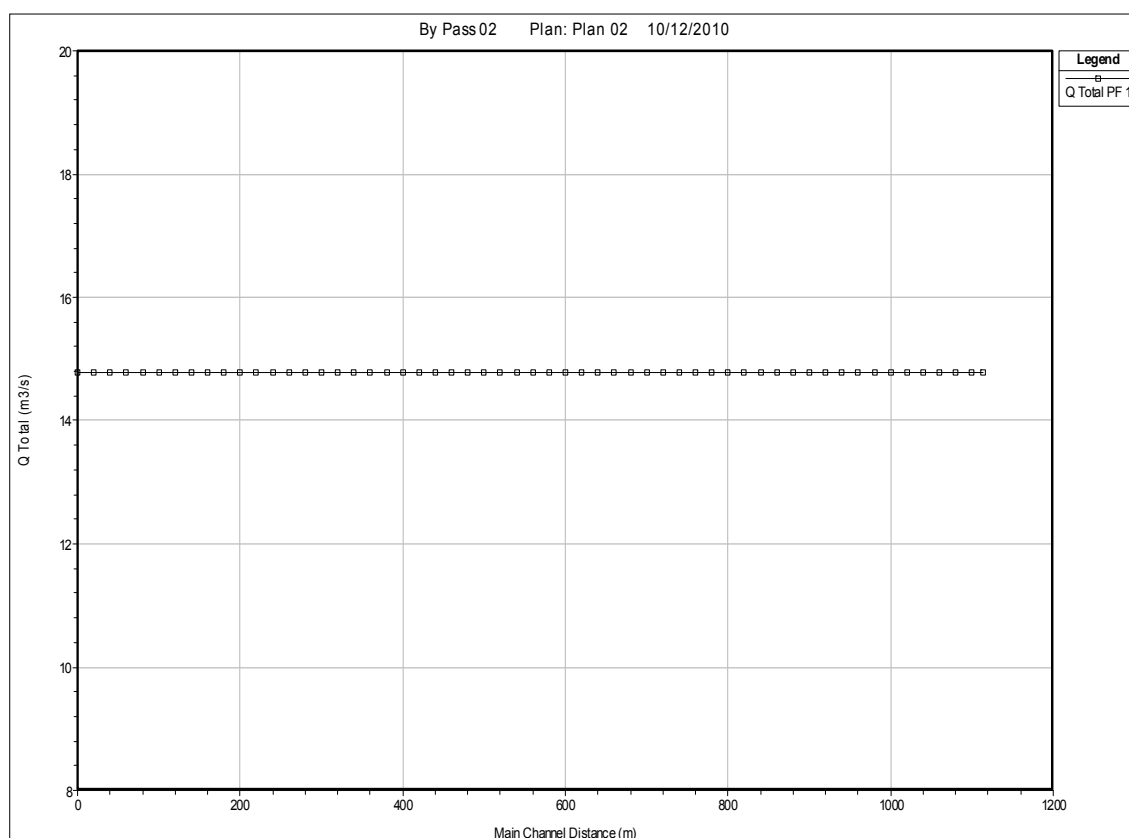
A alternativa B, conforme já mencionado, busca complementar a capacidade de vazão através do emprego de dispositivos “By-Pass”, utilizando principalmente as vias públicas para a implantação de novas galerias, combinando os mesmos com outros tipos de intervenção.

O Quadro 2.9 apresenta as obras propostas para a 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.

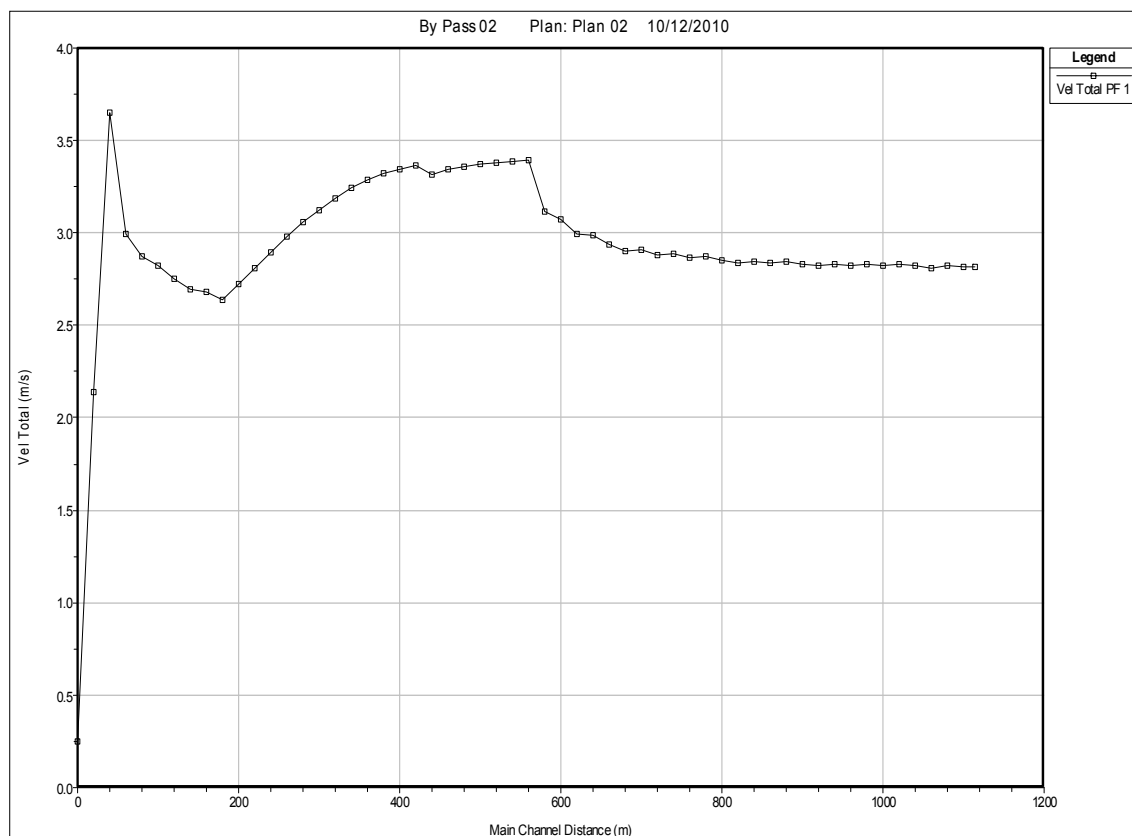
**QUADRO 2.9****SUB-BACIA DA VERTENTE DA RUA SALVADOR – CANAL SALVADOR – OBRAS – ALTERNATIVA B**

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>	<i>Situação</i>
1	Tubo Paralelo a R. Benjamin Constant	Tubulação	1,00x392,00	Substituição
2	Entre R. Visconde de Mauá e R. Fernando Machado	Tubulação	1,00/1,00x88,00	Permanece
3	Rua Fernando Machado	Galeria	2,55x1,72x297,70	Permanece
4	Galeria entre R. Machado de Assis e R. Almirante Barroso	Galeria	2,49x1,57x322,87	Permanece
5	Galeria Entre R. João Colin e Marechal Floriano	Galeria	2,56x2,02x154,10	Permanece
<b>Galerias By-Pass</b>				
6	Galeria By-Pass Canal Salvador	Galeria	3,00x2,00x1.114,00	Implantação

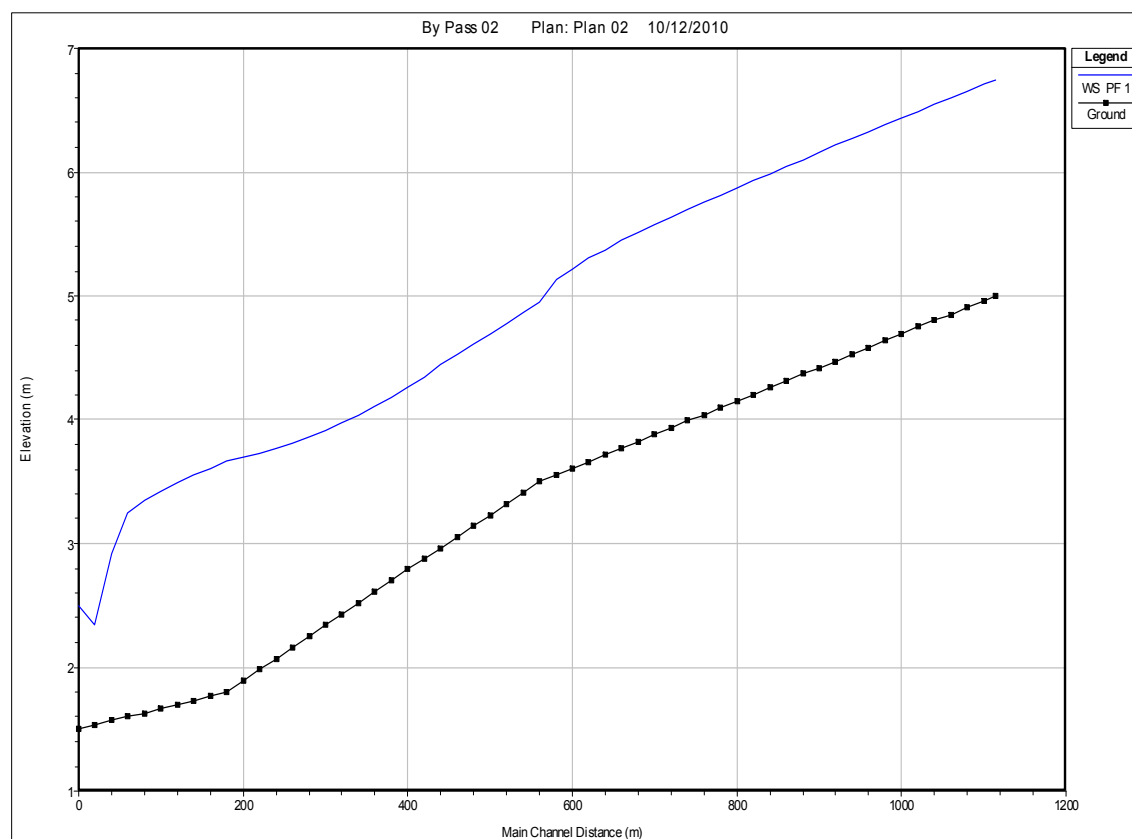
As Figuras 2.4, 2.5 e 2.6 apresentam, respectivamente, as vazões, as velocidades do escoamento e os níveis d'água ao longo da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador para a alternativa B. A galeria By-Pass proposta foi dimensionada para vazão de projeto de 14,78 m<sup>3</sup>/s.



**Figura 2.4 – Vazões na Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Alternativa B.**



**Figura 2.5 – Velocidades na Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Alternativa B.**



**Figura 2.6 – Níveis d'água na Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Alternativa B.**



O desenho 951-PMJ-PDC-A3-P788 (vide Anexo 1) apresenta as obras previstas na sub-bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador para a 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 2.10 e 2.11.

**QUADRO 2.10**

**SUB-BACIA DA VERTENTE DA RUA SALVADOR – CANAL SALVADOR – 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)
VRS – Canal Salvador	0,84	57,82	364,73	48,57	306,37	54,92	36,61

**QUADRO 2.11**

**SUB-BACIA DA VERTENTE DA RUA SALVADOR – CANAL SALVADOR 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	-	-	-	-	-
Pontes e Galerias	2.456,67	100	36,61	695,75	25.473,82
				Total (R\$/ano)	25.473,82

### 2.3.3 Alternativa C

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

Os Quadros 2.12 e 2.13 apresentam as obras propostas para a alternativa C indicando os locais onde devem ocorrer as intervenções, assim como aqueles que apresentam capacidade hidráulica satisfatória, não sendo, portanto, necessária qualquer intervenção complementar.

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.

**QUADRO 2.12****SUB-BACIA VERTENTE DA RUA SALVADOR – CANAL SALVADOR – OBRAS – ALTERNATIVA C**

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>	<i>Situação</i>
1	Tubo Paralelo a R. Benjamin Constant	Tubulação	1,00x392,00	Substituição
2	Entre R. Visconde de Mauá e R. Fernando Machado	Tubulação Dupla	1,00/1,00x88,00	Permaneça
3	Rua Fernando Machado	Galeria	2,55x1,72x297,70	Permaneça
4	Galeria entre R. Machado de Assis e R. Almirante Barroso	Galeria	2,49x1,57x322,87	Permaneça
5	Galeria Entre R. João Colin e Marechal Floriano	Galeria	2,56x2,02x154,10	Permaneça
<b>Galerias By-Pass</b>				
6	Galeria By-Pass Canal Salvador	Galeria	2,00x1,50x625,00	Implantação

**QUADRO 2.13****SUB-BACIA DA VERTENTE DA RUA SALVADOR – CANAL SALVADOR – 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 R8.1	8.780	14,78	10,22	Implantação

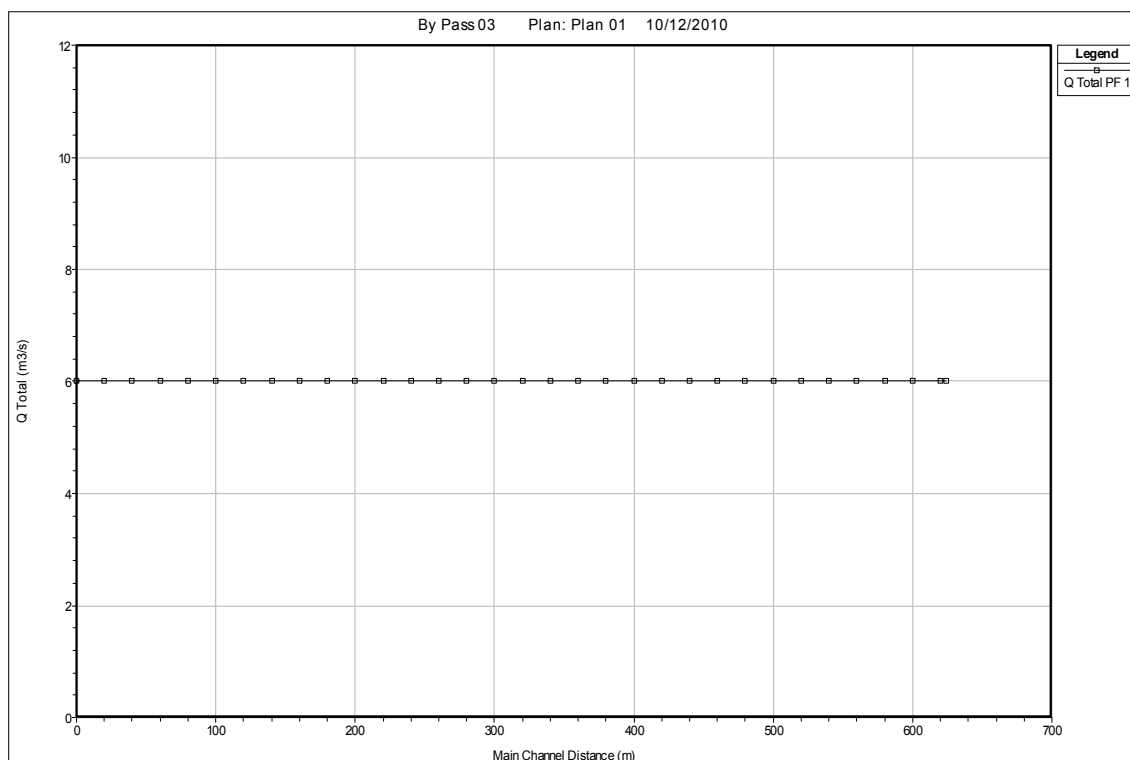
A Figura 2.7 apresenta detalhes da localização do reservatório de detenção para a sub-bacia hidrográfica da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador, bem como suas curvas características cota-área-volume.



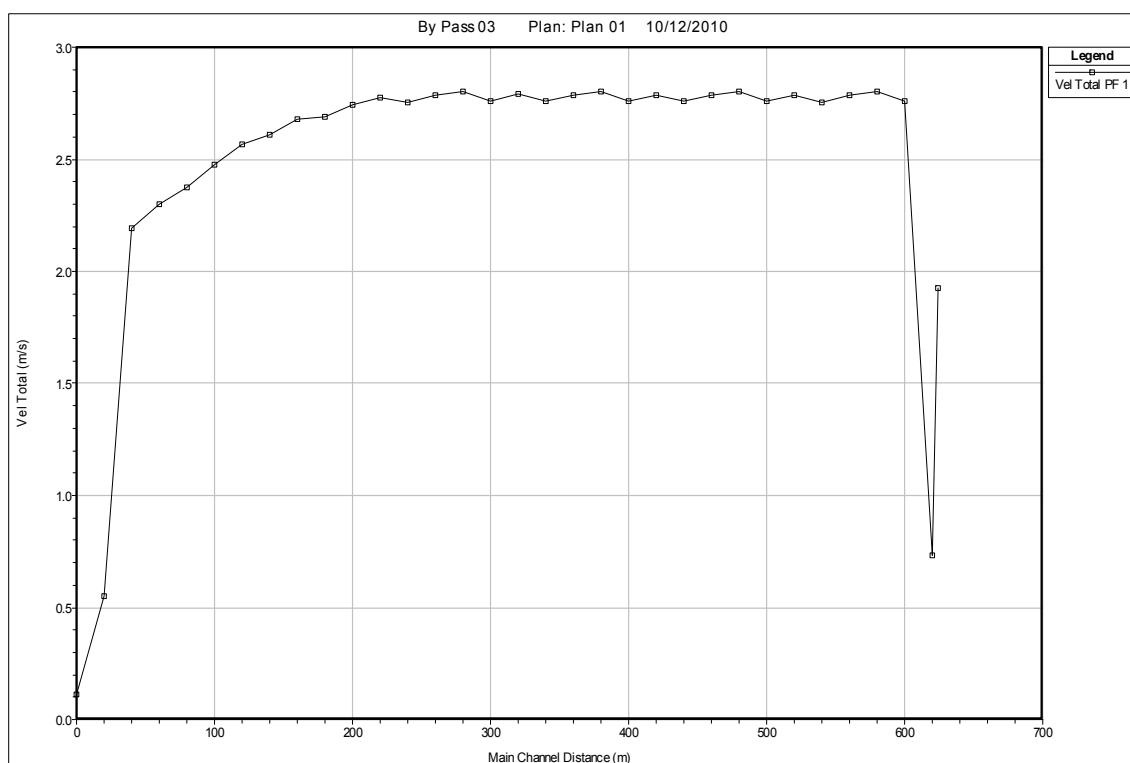
Figura 2.7 – Localização do Reservatório R8.1.

O reservatório foi denominado R8.1 e está localizado na rua Benjamin Constant, próximo a rua Orleans, conforme ilustrado na Figura 2.7.

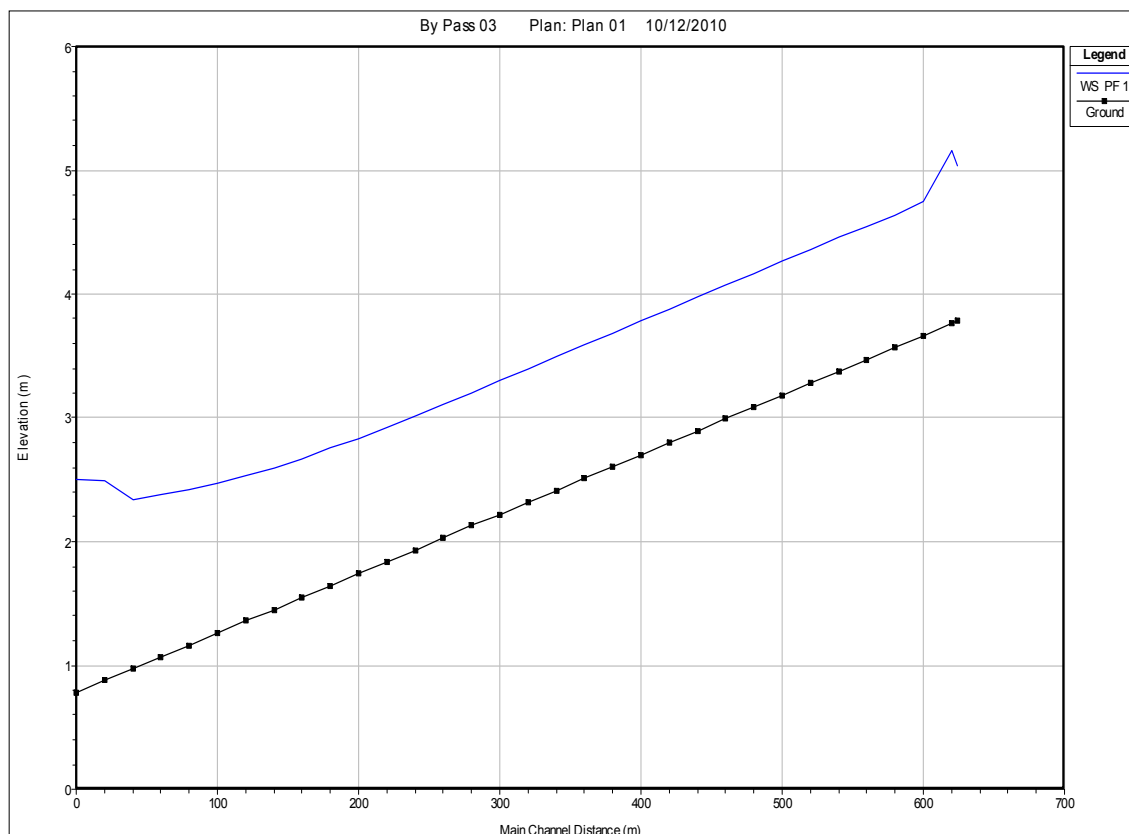
As Figuras 2.8, 2.9 e 2.10 apresentam, respectivamente, as vazões, as velocidades do escoamento e os níveis d'água ao longo da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador para a alternativa C. A galeria By-Pass proposta foi dimensionada para vazão de projeto de 6,00 m<sup>3</sup>/s.



**Figura 2.8 – Vazões na Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Alternativa C.**



**Figura 2.9 – Velocidades na Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Alternativa C.**



**Figura 2.10 – Níveis d'água na Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador – Alternativa C.**

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P789 (vide Anexo 1) apresenta as obras previstas na sub-bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador para a 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 2.14 e 2.15.

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 2.14

**SUB-BACIA DA VERTENTE DA RUA SALVADOR – CANAL SALVADOR – 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)
VRS – Canal Salvador	0,84	57,82	364,73	48,57	306,37	54,92	36,61
Reservatórios	0,16	57,82	364,73	9,48	59,82	14,52	9,68

QUADRO 2.15

**SUB-BACIA DA VERTENTE DA RUA SALVADOR – CANAL SALVADOR – 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	-	-	-	-	-
Pontes e Galerias	1.967,00	100	36,61	695,75	25.473,82
Reservatórios	-	-	9,68	333,19	3.224,23
				<b>Total (R\$/ano)</b>	<b>28.698,05</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 DA VERTENTE DA RUA SALVADOR – CANAL SALVADOR – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA A**

<b>OBRAS EXISTENTES</b>			
<b>Dispositivo</b>	<b>Local</b>	<b>Tipo</b>	<b>Dimensão (BxhxL) (m)</b>
2	Entre R. Visconde de Mauá e R. Fernando Machado	Tubulação Dupla	1,00/1,00x88,00
3	Rua Fernando Machado	Galeria	2,55x1,72x297,70
4	Galeria entre R. Machado de Assis e R. Almirante Barroso	Galeria	2,49x1,57x322,87
5	Galeria Entre R. João Colin e Marechal Floriano	Galeria	2,56x2,02x154,10
<b>OBRAS PROPOSTAS</b>			
<b>Dispositivo</b>	<b>Local</b>	<b>Tipo</b>	<b>Dimensão (BxhxL) (m)</b>
1	Tubo Paralelo a R. Benjamin Constant	Tubulação	1,00x392,00
<b>Galerias By-Pass</b>			
6	Galeria By-Pass Canal Salvador	Galeria	3,00x2,50x1510,00
Obs: As obras existentes indicadas são mantidas na solução proposta.			

#### 3.1.2 Alternativa B

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

**QUADRO 3.2**  
**SUB-BACIA DA VERTENTE DA RUA SALVADOR – CANAL SALVADOR – CARACTERÍSTICAS DAS**  
**OBRAS – ALTERNATIVA B**

<b>OBRAS EXISTENTES</b>			
<b>Dispositivo</b>	<b>Local</b>	<b>Tipo</b>	<b>Dimensão (BxhxL) (m)</b>
2	Entre R. Visconde de Mauá e R. Fernando Machado	Tubulação	1,00/1,00x88,00
3	Rua Fernando Machado	Galeria	2,55x1,72x297,70
4	Galeria entre R. Machado de Assis e R. Almirante Barroso	Galeria	2,49x1,57x322,87
5	Galeria Entre R. João Colin e Marechal Floriano	Galeria	2,56x2,02x154,10
<b>OBRAS PROPOSTAS</b>			
<b>Dispositivo</b>	<b>Local</b>	<b>Tipo</b>	<b>Dimensão (BxhxL) (m)</b>
1	Tubo Paralelo a R. Benjamin Constant	Tubulação	1,00x392,00
<b>Galerias By-Pass</b>			
6	Galeria By-Pass Canal Salvador	Galeria	3,00x2,00x1114,00
Obs: As obras existentes indicadas são mantidas na solução proposta.			

### 3.1.3 Alternativa C

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

**QUADRO 3.3**  
**SUB-BACIA DA VERTENTE DA RUA SALVADOR – CANAL SALVADOR – CARACTERÍSTICAS DAS**  
**OBRAS – ALTERNATIVA C**

<b>OBRAS EXISTENTES</b>			
<b>Dispositivo</b>	<b>Local</b>	<b>Tipo</b>	<b>Dimensão (BxhxL) (m)</b>
2	Entre R. Visconde de Mauá e R. Fernando Machado	Tubulação	1,00/1,00x88,00
3	Rua Fernando Machado	Galeria	2,55x1,72x297,70
4	Galeria entre R. Machado de Assis e R. Almirante Barroso	Galeria	2,49x1,57x322,87
5	Galeria Entre R. João Colin e Marechal Floriano	Galeria	2,56x2,02x154,10
<b>OBRAS PROPOSTAS</b>			
<b>Dispositivo</b>	<b>Local</b>	<b>Tipo</b>	<b>Dimensão (BxhxL) (m)</b>
1	Tubo Paralelo a R. Benjamin Constant	Tubulação	1,00x392,00
<b>Galerias By-Pass</b>			
6	Galeria By-Pass Canal Salvador	Galeria	2,00x1,50x625,00

**QUADRO 3.4**  
**SUB-BACIA DA VERTENTE DA RUA SALVADOR – CANAL SALVADOR – CARACTERÍSTICAS DAS**  
**OBRAS DE RESERVAÇÃO – ALTERNATIVA C**

<i>Tipo</i>	<i>Volume de Acumulação (m³)</i>
Reservatório de Detenção R8.1	8.780

## 3.2 CUSTOS

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

### 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 DA VERTENTE DA RUA SALVADOR – CANAL SALVADOR – CUSTOS DE INVESTIMENTOS**  
**– PREÇOS FINANCEIROS – ALTERNATIVA A**

<b>CUSTOS FINAIS (R\$)</b>	
Remoção	23.679,16
Construção de Canais	-
Construção de Pontes	-
Construção de Galerias	12.396.422,28
Construção de Reservatórios	-
<b>Total Construção</b>	<b>12.420.101,44</b>
BDI (30%)	3.726.030,43
<b>Total Custos Diretos</b>	<b>16.146.131,87</b>
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	1.291.690,55
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	484.383,96
Contingência (25%)	4.036.532,97
<b>Total Outros Custos</b>	<b>5.812.607,47</b>
Desapropriações	-
<b>TOTAL</b>	<b>21.958.739,35</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 DA VERTENTE DA RUA SALVADOR – CANAL SALVADOR – CUSTOS DE INVESTIMENTOS  
– PREÇOS FINANCEIROS – ALTERNATIVA B**

CUSTOS FINAIS (R\$)	
Remoção	23.679,16
Construção de Canais	-
Construção de Pontes	-
Construção de Galerias	7.765.518,33
Construção de Reservatórios	-
<b>Total Construção</b>	<b>7.789.197,49</b>
BDI (30%)	2.336.759,25
<b>Total Custos Diretos</b>	<b>10.125.956,74</b>
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	810.076,54
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	303.778,70
Contingência (25%)	2.531.489,18
<b>Total Outros Custos</b>	<b>3.645.344,43</b>
Desapropriações	595.877,79
<b>TOTAL</b>	<b>14.367.178,95</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 DA VERTENTE DA RUA SALVADOR – CANAL SALVADOR – CUSTOS DE INVESTIMENTOS  
– PREÇOS FINANCEIROS – ALTERNATIVA C**

CUSTOS FINAIS (R\$)	
Remoção	23.679,16
Construção de Canais	-
Construção de Pontes	-
Construção de Galerias	2.849.814,79
Construção de Reservatórios	811.392,76
<b>Total Construção</b>	<b>3.684.886,72</b>
BDI (30%)	1.105.466,02
<b>Total Custos Diretos</b>	<b>4.790.352,74</b>
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	383.228,22
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	143.710,58
Contingência (25%)	1.197.588,18
<b>Total Outros Custos</b>	<b>1.724.526,99</b>
Desapropriações	1.280.669,30
<b>TOTAL</b>	<b>7.795.549,02</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>
18.001.515,08	23.945,39	11.885.054,40	23.945,39	6.500.265,47	26.976,17

### 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 da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador (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 da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador 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> )	0,008	0,011	0,044	0,069
		Lâmina d'água (m)	0,339	0,373	0,333	0,327
	25-A	Área Inundável (Km <sup>2</sup> )	-	-	-	0,011
		Lâmina d'água (m)	-	-	-	0,534
	25-B	Área Inundável (Km <sup>2</sup> )	-	-	-	0,011
		Lâmina d'água (m)	-	-	-	0,534
	25-C	Área Inundável (Km <sup>2</sup> )	-	-	-	0,009
		Lâmina d'água (m)	-	-	-	0,324

O valor médio do metro quadrado das edificações na sub-bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador foi estimado em R\$1.309,80 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	503.758	775.865	2.892.918	4.409.904	382.253	-
25-A	-	-	-	1.176.918	23.538	358.715

<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**

<i>Tr Chuva</i>	<i>PROBABILIDADE</i>				<i>R\$</i>	
Obra	0,2	0,1	0,04	0,02	Prejuízo Esperado	Benefícios Incrementais
Atual	503.758	775.865	2.892.918	4.409.904	382.253	-
25-B	-	-	-	1.176.918	23.538	358.715

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

<i>Tr Chuva</i>	<i>PROBABILIDADE</i>				<i>R\$</i>	
Obra	0,2	0,1	0,04	0,02	Prejuízo Esperado	Benefícios Incrementais
Atual	503.758	775.865	2.892.918	4.409.904	382.253	-
25-C	-	-	-	598.888	11.978	370.275

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 da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador. 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 conseqüentes exclusões de alguns dados discrepantes foi ajustado um primeiro modelo utilizando como resposta a variável *vm2* e como variáveis explicativas: *inunda*, *uso*, *apart*, *casa*, *loja*, *galpão*, *bacia* e *estrutura*, resultando nos coeficientes apresentados no Quadro 3.14.

**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)	162,576	19,748		8,233	0,000	123,832	201,320
apart	-91,144	23,005	-0,200	-3,962	0,000	-136,279	-46,009
casa	-31,856	19,773	-0,181	-1,611	0,107	-70,650	6,938
loja	-39,130	19,927	-0,134	-1,964	0,050	-78,227	-0,034

a Variável dependente: *vm2*

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

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

ou seja, o valor do metro quadrado total é valorizado<sup>4</sup> em 5,65% 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 22,9% do valor do metro quadrado total sendo o restante explicado por variáveis que não puderam ser mensuradas, interpretação esta que pôde ser obtida devido ao valor da estatística R ajustado.

<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>
lnvm2	4,5825	0,55888	1198
apart	0,02	0,134	1198
estrutr1	0,26	0,440	1198
inunda	0,46	0,499	1198

**QUADRO 3.16**  
**ANOVA**

	<i>Soma de quadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Média quadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig</i>
Regressão	86,238	3	28,746	119,322	0,000(a)
Residual	287,647	1194	0,241	-	-
Total	373,885	1197	-	-	-

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

b Variável dependente: lnvm2

**QUADRO 3.17**  
**COEFICIENTES**

	<i>Coefficientes não estandarizados</i>		<i>Coefficientes estandarizados</i>	<i>t</i>	<i>Sig.</i>	<i>Intervalo de confiança para B al 95%</i>	
	<i>B</i>	<i>Erro tip</i>	<i>Beta</i>			<i>Limite inferior</i>	<i>Limite superior</i>
(Constante)	4,775	0,021	-	222,818	0,000	4,733	4,817
apart	-0,611	0,106	-0,147	-5,762	0,000	-0,819	-0,403
estrutr1	-0,594	0,032	-0,468	-18,372	0,000	-0,658	-0,531
inunda	-0,055	0,028	-0,049	-1,925	0,055	-0,111	0,001

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

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

Ao valor monetário do conjunto de imóveis identificados como pertencentes à sub-bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador e que encontram-se em áreas alagáveis foi aplicado o percentual de 6,4% de valorização imobiliária, atribuíveis pela implantação do projeto. O procedimento matemático para obter o benefício monetário da área é obtido pela soma total da área edificada em condições de alagamento, multiplicado pelo valor médio do metro quadrado dos imóveis (R\$1.309,80/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 da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador.

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 da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador, o valor do benefício econômico, calculado conforme os procedimentos descritos acima, atingiu a quantia de R\$7,230 milhões para o TR de 25 anos. O detalhamento do modelo de preços hedônicos e os cálculos do benefício econômico estão apresentados na memória de cálculo em volume anexo.

### **3.3.3 Benefícios de Tráfego**

Os benefícios totais de tráfego na bacia hidrográfica do rio Cachoeira foram estimados em R\$ 600.000,00 por ano, já consideradas as probabilidades de ocorrência de inundação para os TRs de 5, 10, 25 e 50 anos. O benefício de tráfego para a sub-bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador 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 da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador 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\$11.726/ano a preços econômicos. Os detalhamentos dos benefícios de tráfego estão apresentados na memória de cálculo em volume anexo.

### **3.3.4 Benefícios Indiretos**

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

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

---

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

Tomando como base os resultados das análises, verificou-se que a alternativa C é aquela que maximiza o retorno econômico, pois apresenta o VPL maior para o tempo de retorno de 25 anos. Nessa sub-bacia não houve escolha pela população.

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 CANAL SALVADOR**

**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 -10,08%
1	-	-	-	-	-	18.001.515		-	-	18.001.515	(18.001.515)
2	43.317	1.565.355	11.726	324.080	1.944.478	-		23.945	-	23.945	1.920.532
3	43.317	1.565.355	11.726	324.080	1.944.478	-		23.945	-	23.945	1.920.532
4	43.317	1.565.355	11.726	324.080	1.944.478	-		23.945	-	23.945	1.920.532
5	43.317	1.565.355	11.726	324.080	1.944.478	-		23.945	-	23.945	1.920.532
6	43.317	1.565.355	11.726	324.080	1.944.478	-		23.945	-	23.945	1.920.532
7	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
8	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
9	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
10	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
11	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
12	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
13	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
14	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
15	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
16	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
17	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
18	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
19	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
20	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
21	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
22	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
23	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
24	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
25	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
<b>VPL</b>	337.192	5.642.755	91.281	1.214.246	7.285.473	18.001.515	-	186.399	-	18.187.914	(10.902.441)

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

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

SUB BACIA CANAL SALVADOR

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 -3,13%
1	-	-			-	11.885.054		-	-	11.885.054	(11.885.054)
2	43.317	1.565.355	11.726	324.080	1.944.478	-		23.945	-	23.945	1.920.532
3	43.317	1.565.355	11.726	324.080	1.944.478	-		23.945	-	23.945	1.920.532
4	43.317	1.565.355	11.726	324.080	1.944.478	-		23.945	-	23.945	1.920.532
5	43.317	1.565.355	11.726	324.080	1.944.478	-		23.945	-	23.945	1.920.532
6	43.317	1.565.355	11.726	324.080	1.944.478	-		23.945	-	23.945	1.920.532
7	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
8	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
9	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
10	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
11	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
12	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
13	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
14	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
15	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
16	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
17	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
18	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
19	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
20	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
21	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
22	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
23	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
24	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
25	43.317		11.726	11.009	66.052	-		23.945	-	23.945	42.106
<b>VPL</b>	337.192	5.642.755	91.281	1.214.246	7.285.473	11.885.054	-	186.399	-	12.071.453	<b>(4.785.980)</b>

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

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

**SUB BACIA CANAL SALVADOR**

**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 15,36%
1	-	-			-	6.500.265		-	-	6.500.265	(6.500.265)
2	44.713	1.565.355	11.726	324.359	1.946.153	-		26.976	-	26.976	1.919.177
3	44.713	1.565.355	11.726	324.359	1.946.153	-		26.976	-	26.976	1.919.177
4	44.713	1.565.355	11.726	324.359	1.946.153	-		26.976	-	26.976	1.919.177
5	44.713	1.565.355	11.726	324.359	1.946.153	-		26.976	-	26.976	1.919.177
6	44.713	1.565.355	11.726	324.359	1.946.153	-		26.976	-	26.976	1.919.177
7	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
8	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
9	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
10	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
11	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
12	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
13	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
14	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
15	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
16	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
17	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
18	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
19	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
20	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
21	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
22	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
23	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
24	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
25	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
<b>VPL</b>	348.059	5.642.755	91.281	1.216.419	7.298.513	6.500.265	-	209.991	-	6.710.256	<b>588.257</b>

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



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

Alternativa	RANKING - POSIÇÃO	Benefícios					Custo			Resultados		Índices		
		Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos	Benefício Total	Investimentos	O&M	Custo Total	VPL	TIR	VPL	Benefícios	Custos
ALTERNATIVA "C" - 25 ANOS	1	348.058,70	5.642.755,20	91.280,60	1.216.418,90	7.298.513,40	6.500.265,47	209.991,02	6.710.256,49	588.256,91	15,36%	1,00	1,00	1,00
ALTERNATIVA "B" - 25 ANOS	2	337.191,73	5.642.755,20	91.280,60	1.214.245,51	7.285.473,04	11.885.054,40	186.398,50	12.071.452,90	-4.785.979,86	-3,13%	8,14	1,00	1,80
ALTERNATIVA "A" - 25 ANOS	3	337.191,73	5.642.755,20	91.280,60	1.214.245,51	7.285.473,04	18.001.515,08	186.398,50	18.187.913,59	-10.902.440,54	-10,08%	18,53	1,00	2,71
Escolha Econômica														
Não há escolha da 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 C para as obras da sub-bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador, 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 DA VERTENTE DA RUA SALVADOR – CANAL SALVADOR – CARACTERÍSTICAS DOS**  
**DISPOSITIVOS E CANAIS EXISTENTES E PROJETADOS**

<i>Dimensão (BxhxL) (m) / *Volume (m³)</i>					
<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>TR = 5 Anos</i>	<i>TR = 10 Anos</i>	<i>TR = 25 Anos</i>	<i>TR = 50 Anos</i>
1	Tubo Paralelo a R. Benjamin Constant	Ø 1,00x392,00	Ø 1,00x392,00	Ø 1,00x392,00	Ø 1,00x392,00
2	Entre R. Visconde de Mauá e R. Fernando Machado	Ø 1,00/ Ø2,00x88,00	Ø 1,00/ Ø1,00x88,00	Ø 1,00/ Ø1,00x88,00	Ø 1,00/ Ø1,00x88,00
3	Rua Fernando Machado	2,55x1,72x297,70	2,55x1,72x297,70	2,55x1,72x297,70	2,55x1,72x297,70
4	Galeria entre R. Machado de Assis e R. Almirante Barroso	2,49x1,57x322,87	2,49x1,57x322,87	2,49x1,57x322,87	2,49x1,57x322,87

continua...

**QUADRO 4.1**  
**SUB-BACIA DA VERTENTE DA RUA SALVADOR – CANAL SALVADOR – CARACTERÍSTICAS DOS**  
**DISPOSITIVOS E CANAIS EXISTENTES E PROJETADOS**

<i>Dimensão (Bxhxl) (m) / *Volume (m³)</i>					
<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>TR = 5 Anos</i>	<i>TR = 10 Anos</i>	<i>TR = 25 Anos</i>	<i>TR = 50 Anos</i>
5	Galeria Entre R. João Colin e Marechal Floriano	2,56x2,02x154,10	2,56x2,02x154,10	2,56x2,02x154,10	2,56x2,02x154,10
6	Galeria By-Pass Canal Salvador	-	Ø 1,50x625,00	2,00x1,50x625,00	2,50x1,50x625,00
7	Reservatório R8.1	8.780*	8.780*	8.780*	8.780*

Galerias

Pontes

Reservatórios

Canais

## 4.2 CUSTOS POR PERÍODO DE RETORNO

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

**QUADRO 4.2**  
**SUB-BACIA DA VERTENTE DA RUA SALVADOR – CANAL SALVADOR – 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	23.679,16	23.679,16	23.679,16	23.679,16
Construção de Canais	-	-	-	-
Construção de Pontes	-	-	-	-
Construção de Galerias	583.390,26	2.935.049,91	2.849.814,79	3.299.772,33
Construção de Reservatórios	811.392,76	811.392,76	811.392,76	811.392,76
<b>Total Construção</b>	<b>1.418.462,19</b>	<b>3.770.121,84</b>	<b>3.684.886,72</b>	<b>4.134.844,26</b>
BDI (30%)	425.538,66	1.131.036,55	1.105.466,02	1.240.453,28
<b>Total Custos Diretos</b>	<b>1.844.000,84</b>	<b>4.901.158,39</b>	<b>4.790.352,74</b>	<b>5.375.297,54</b>
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	147.520,07	392.092,67	383.228,22	430.023,80
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	55.320,03	147.034,75	143.710,58	161.258,93
Contingência (25%)	461.000,21	1.225.289,60	1.197.588,18	1.343.824,38
<b>Total Outros Custos</b>	<b>663.840,30</b>	<b>1.764.417,02</b>	<b>1.724.526,99</b>	<b>1.935.107,11</b>
Desapropriações	1.280.669,30	1.280.669,30	1.280.669,30	1.280.669,30
<b>TOTAL</b>	<b>3.788.510,44</b>	<b>7.946.244,71</b>	<b>7.795.549,02</b>	<b>8.591.073,95</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 3.7. 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<sup>2</sup>)<sup>5</sup>, altura média da lâmina d'água das alternativas (m) e o valor de mercado das edificações na sub-bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador (R\$/m<sup>2</sup>) 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**

Tr Chuva	5 Anos		10 Anos		25 Anos		50 Anos	
Obra	Área (Km <sup>2</sup> )	h (m)	Área (Km <sup>2</sup> )	h (m)	Área (Km <sup>2</sup> )	h (m)	Área (Km <sup>2</sup> )	h (m)
Atual	0,010	0,340	0,010	0,370	0,040	0,330	0,070	0,330
5-C	-	-	0,010	0,390	0,010	0,520	0,010	0,560
10-C	-	-	-	-	0,010	0,500	0,010	0,530
25-C	-	-	-	-	-	-	0,010	0,320
50-C	-	-	-	-	-	-	-	-

O valor médio do metro quadrado das edificações na sub-bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador foi estimado em R\$1.309,80 a partir de pesquisas realizadas no mercado imobiliário de Joinville. Os benefícios estimados para cada período de retorno estão apresentados no Quadro 4.4.

**QUADRO 4.4**  
**BENEFÍCIOS ECONÔMICOS PARA ALTERNATIVA C**

Tr Chuva	PROBABILIDADE				R\$	
Obra	0,2	0,1	0,04	0,02	Prejuízo Esperado	Benefícios Incrementais
Atual	530.758	775.865	2.892.918	4.409.904	382.253	-
5-C	-	488.146	849.940	965.952	102.131	280.122
10-C	-	-	714.801	833.259	45.257	336.996
25-C	-	-	-	598.888	11.978	370.275
50-C	-	-	-	-	-	382.253

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

#### 4.3.2 Benefícios de Valorização Imobiliária por Período de Retorno

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

<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.

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	964.735
10	1.349.959
25	5.642.755
50	8.748.230

#### **4.3.3 Benefícios de Tráfego**

Conforme metodologia já apresentada anteriormente, o benefício de tráfego para a sub-bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador 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 da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador 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	15.606
10	21.838
25	91.281
50	141.517

#### **4.3.4 Benefícios Indiretos**

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

---

#### **4.4      *RESULTADOS DA ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO***

---

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

Tomando como base os resultados das análises, verificou-se que o TR de 50 anos é aquele que proporciona maiores benefícios, maximizando o retorno econômico

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

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

SUB BACIA CANAL SALVADOR											
ALTERNATIVA "C" - TR 5 ANOS											
ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA											
Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	CUSTOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		TIRE -7,86%
1	-	-	-	-	-	3.316.707		-	-	3.316.707	(3.316.707)
2	33.826	267.627	2.005	60.692	364.150	-		26.976	-	26.976	337.173
3	33.826	267.627	2.005	60.692	364.150	-		26.976	-	26.976	337.173
4	33.826	267.627	2.005	60.692	364.150	-		26.976	-	26.976	337.173
5	33.826	267.627	2.005	60.692	364.150	-		26.976	-	26.976	337.173
6	33.826	267.627	2.005	60.692	364.150	-		26.976	-	26.976	337.173
7	33.826		2.005	7.166	42.997	-		26.976	-	26.976	16.021
8	33.826		2.005	7.166	42.997	-		26.976	-	26.976	16.021
9	33.826		2.005	7.166	42.997	-		26.976	-	26.976	16.021
10	33.826		2.005	7.166	42.997	-		26.976	-	26.976	16.021
11	33.826		2.005	7.166	42.997	-		26.976	-	26.976	16.021
12	33.826		2.005	7.166	42.997	-		26.976	-	26.976	16.021
13	33.826		2.005	7.166	42.997	-		26.976	-	26.976	16.021
14	33.826		2.005	7.166	42.997	-		26.976	-	26.976	16.021
15	33.826		2.005	7.166	42.997	-		26.976	-	26.976	16.021
16	33.826		2.005	7.166	42.997	-		26.976	-	26.976	16.021
17	33.826		2.005	7.166	42.997	-		26.976	-	26.976	16.021
18	33.826		2.005	7.166	42.997	-		26.976	-	26.976	16.021
19	33.826		2.005	7.166	42.997	-		26.976	-	26.976	16.021
20	33.826		2.005	7.166	42.997	-		26.976	-	26.976	16.021
21	33.826		2.005	7.166	42.997	-		26.976	-	26.976	16.021
22	33.826		2.005	7.166	42.997	-		26.976	-	26.976	16.021
23	33.826		2.005	7.166	42.997	-		26.976	-	26.976	16.021
24	33.826		2.005	7.166	42.997	-		26.976	-	26.976	16.021
25	33.826		2.005	7.166	42.997	-		26.976	-	26.976	16.021
<b>VPL</b>	263.314	964.735	15.606	248.731	1.492.386	3.316.707	-	209.991	-	3.526.698	(2.034.311)
*Inclui-se imprevistos de obras, administração e supervisão.											0,42

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

SUB BACIA CANAL SALVADOR  
 ALTERNATIVA "C" - TR 10 ANOS  
 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	CUSTOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		TIRE #NÚM!
1	-	-			-	6.725.358		-	-	6.725.358	(6.725.358)
2	40.694	374.492	2.805	83.598	501.590	-		26.976	-	26.976	474.613
3	40.694	374.492	2.805	83.598	501.590	-		26.976	-	26.976	474.613
4	40.694	374.492	2.805	83.598	501.590	-		26.976	-	26.976	474.613
5	40.694	374.492	2.805	83.598	501.590	-		26.976	-	26.976	474.613
6	40.694	374.492	2.805	83.598	501.590	-		26.976	-	26.976	474.613
7	40.694		2.805	8.700	52.199	-		26.976	-	26.976	25.223
8	40.694		2.805	8.700	52.199	-		26.976	-	26.976	25.223
9	40.694		2.805	8.700	52.199	-		26.976	-	26.976	25.223
10	40.694		2.805	8.700	52.199	-		26.976	-	26.976	25.223
11	40.694		2.805	8.700	52.199	-		26.976	-	26.976	25.223
12	40.694		2.805	8.700	52.199	-		26.976	-	26.976	25.223
13	40.694		2.805	8.700	52.199	-		26.976	-	26.976	25.223
14	40.694		2.805	8.700	52.199	-		26.976	-	26.976	25.223
15	40.694		2.805	8.700	52.199	-		26.976	-	26.976	25.223
16	40.694		2.805	8.700	52.199	-		26.976	-	26.976	25.223
17	40.694		2.805	8.700	52.199	-		26.976	-	26.976	25.223
18	40.694		2.805	8.700	52.199	-		26.976	-	26.976	25.223
19	40.694		2.805	8.700	52.199	-		26.976	-	26.976	25.223
20	40.694		2.805	8.700	52.199	-		26.976	-	26.976	25.223
21	40.694		2.805	8.700	52.199	-		26.976	-	26.976	25.223
22	40.694		2.805	8.700	52.199	-		26.976	-	26.976	25.223
23	40.694		2.805	8.700	52.199	-		26.976	-	26.976	25.223
24	40.694		2.805	8.700	52.199	-		26.976	-	26.976	25.223
25	40.694		2.805	8.700	52.199	-		26.976	-	26.976	25.223
<b>VPL</b>	316.776	1.349.959	21.838	337.715	2.026.287	6.725.358	-	209.991	-	6.935.349	<b>(4.909.061)</b>
*Inclui-se imprevistos de obras, administração e supervisão.											<b>0,29</b>



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

SUB BACIA CANAL SALVADOR  
 ALTERNATIVA "C" - TR 25 ANOS  
 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	CUSTOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		TIRE 15,36%
1	-	-			-	6.500.265		-	-	6.500.265	(6.500.265)
2	44.713	1.565.355	11.726	324.359	1.946.153	-		26.976	-	26.976	1.919.177
3	44.713	1.565.355	11.726	324.359	1.946.153	-		26.976	-	26.976	1.919.177
4	44.713	1.565.355	11.726	324.359	1.946.153	-		26.976	-	26.976	1.919.177
5	44.713	1.565.355	11.726	324.359	1.946.153	-		26.976	-	26.976	1.919.177
6	44.713	1.565.355	11.726	324.359	1.946.153	-		26.976	-	26.976	1.919.177
7	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
8	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
9	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
10	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
11	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
12	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
13	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
14	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
15	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
16	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
17	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
18	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
19	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
20	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
21	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
22	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
23	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
24	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
25	44.713		11.726	11.288	67.727	-		26.976	-	26.976	40.751
<b>VPL</b>	348.059	5.642.755	91.281	1.216.419	7.298.513	6.500.265	-	209.991	-	6.710.256	<b>588.257</b>
*Inclui-se imprevistos de obras, administração e supervisão.											<b>1,09</b>

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

SUB BACIA CANAL SALVADOR  
 ALTERNATIVA "C" - TR 50 ANOS  
 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	CUSTOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		TIRE 30,04%
1	-	-			-	7.254.011		-	-	7.254.011	(7.254.011)
2	46.159	2.426.844	18.180	498.237	2.989.420	-		26.976	-	26.976	2.962.444
3	46.159	2.426.844	18.180	498.237	2.989.420	-		26.976	-	26.976	2.962.444
4	46.159	2.426.844	18.180	498.237	2.989.420	-		26.976	-	26.976	2.962.444
5	46.159	2.426.844	18.180	498.237	2.989.420	-		26.976	-	26.976	2.962.444
6	46.159	2.426.844	18.180	498.237	2.989.420	-		26.976	-	26.976	2.962.444
7	46.159		18.180	12.868	77.207	-		26.976	-	26.976	50.231
8	46.159		18.180	12.868	77.207	-		26.976	-	26.976	50.231
9	46.159		18.180	12.868	77.207	-		26.976	-	26.976	50.231
10	46.159		18.180	12.868	77.207	-		26.976	-	26.976	50.231
11	46.159		18.180	12.868	77.207	-		26.976	-	26.976	50.231
12	46.159		18.180	12.868	77.207	-		26.976	-	26.976	50.231
13	46.159		18.180	12.868	77.207	-		26.976	-	26.976	50.231
14	46.159		18.180	12.868	77.207	-		26.976	-	26.976	50.231
15	46.159		18.180	12.868	77.207	-		26.976	-	26.976	50.231
16	46.159		18.180	12.868	77.207	-		26.976	-	26.976	50.231
17	46.159		18.180	12.868	77.207	-		26.976	-	26.976	50.231
18	46.159		18.180	12.868	77.207	-		26.976	-	26.976	50.231
19	46.159		18.180	12.868	77.207	-		26.976	-	26.976	50.231
20	46.159		18.180	12.868	77.207	-		26.976	-	26.976	50.231
21	46.159		18.180	12.868	77.207	-		26.976	-	26.976	50.231
22	46.159		18.180	12.868	77.207	-		26.976	-	26.976	50.231
23	46.159		18.180	12.868	77.207	-		26.976	-	26.976	50.231
24	46.159		18.180	12.868	77.207	-		26.976	-	26.976	50.231
25	46.159		18.180	12.868	77.207	-		26.976	-	26.976	50.231
<b>VPL</b>	359.318	8.748.230	141.517	1.849.813	11.098.878	7.254.011	-	209.991	-	7.464.002	<b>3.634.876</b>
*Inclui-se imprevistos de obras, administração e supervisão.											<b>1,49</b>

**QUADRO 4.11**  
**SÍNTESE DOS RESULTADOS – SELEÇÃO DO TEMPO DE RETORNO**

TRs	RANKING - POSIÇÃO	Benefícios					Custo			Resultados		Índices		
		Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos	Benefício Total	Investimentos	O&M	Custo Total	VPL	TIR	VPL	Benefícios	Custos
50 ANOS	1	359.317,80	8.748.230,29	141.516,63	1.849.812,94	11.098.877,66	7.254.010,50	209.991,02	7.464.001,52	3.634.876,14	30,04%	1,00	1,00	1,00
25 ANOS	2	348.058,70	5.642.755,20	91.280,60	1.216.418,90	7.298.513,40	6.500.265,47	209.991,02	6.710.256,49	588.256,91	15,36%	0,16	0,66	0,90
5 ANOS	3	263.314,41	964.734,84	15.606,13	248.731,08	1.492.386,45	3.316.706,66	209.991,02	3.526.697,68	-2.034.311,23	-7,86%	-0,56	0,13	0,47
10 ANOS	4	316.776,02	1.349.959,10	21.837,75	337.714,57	2.026.287,44	6.725.357,70	209.991,02	6.935.348,72	-4.909.061,28	#NÚM!	-1,35	0,18	0,93
Escolha Econômica														

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

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

## **5. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE**

### **5.1 MODELAGEM DAS SIMULAÇÕES**

---

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

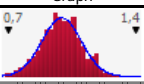
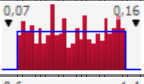
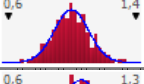
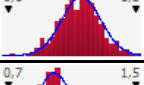
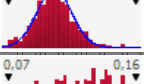
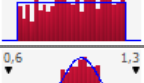
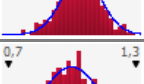
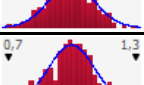

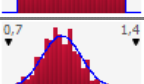
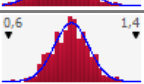
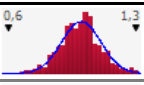
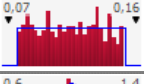

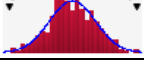
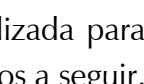
- a) Custos de investimentos;
- b) Taxa de oportunidade do capital;
- c) Benefícios por danos evitados e
- d) Benefícios por valorização imobiliária.

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

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

O Quadro 5.1 apresenta a síntese dos parâmetros de entrada do modelo utilizado para simulação de acordo com os respectivos tempos de retorno na sub-bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador.

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

<b>@RISK Input Results</b>									
Performed By: Luiz Cláudio Faria									
Date: quarta-feira, 08 de dezembro de 2010 11:07:05									
	Name	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
TR 5 ANOS	Benefícios Valorizacao Imobiliária	B11		,71592	1,00184	1,30122	,83418	1,16753	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		,08017	,11549	,14998	,08390	,14682	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,69979	1,00109	1,32442	,83290	1,17101	0
	Custos de Investimentos	B15		,64061	,99304	1,29659	,81537	1,16504	0
TR 10 ANOS	Benefícios Valorizacao Imobiliária	B11		,71118	1,00146	1,41548	,82489	1,18091	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		,08042	,11783	,14998	,08461	,14723	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,69461	,99193	1,27686	,81679	1,14904	0
	Custos de Investimentos	B15		,71994	,99250	1,28606	,84149	1,13905	0
TR 25 ANOS	Benefícios Valorizacao Imobiliária	B11		,71102	1,00279	1,26498	,82457	1,17386	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		,08014	,11523	,14997	,08367	,14602	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,70291	,99657	1,31297	,83720	1,14457	0
	Custos de Investimentos	B15		,65447	,99673	1,30877	,82770	1,16085	0
TR 50 ANOS	Benefícios Valorizacao Imobiliária	B11		,68875	,99795	1,29139	,83126	1,16863	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		,08001	,11422	,14963	,08341	,14562	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,66658	1,00594	1,32797	,83658	1,17015	0
	Custos de Investimentos	B15		,73288	1,00095	1,29129	,83902	1,16221	0

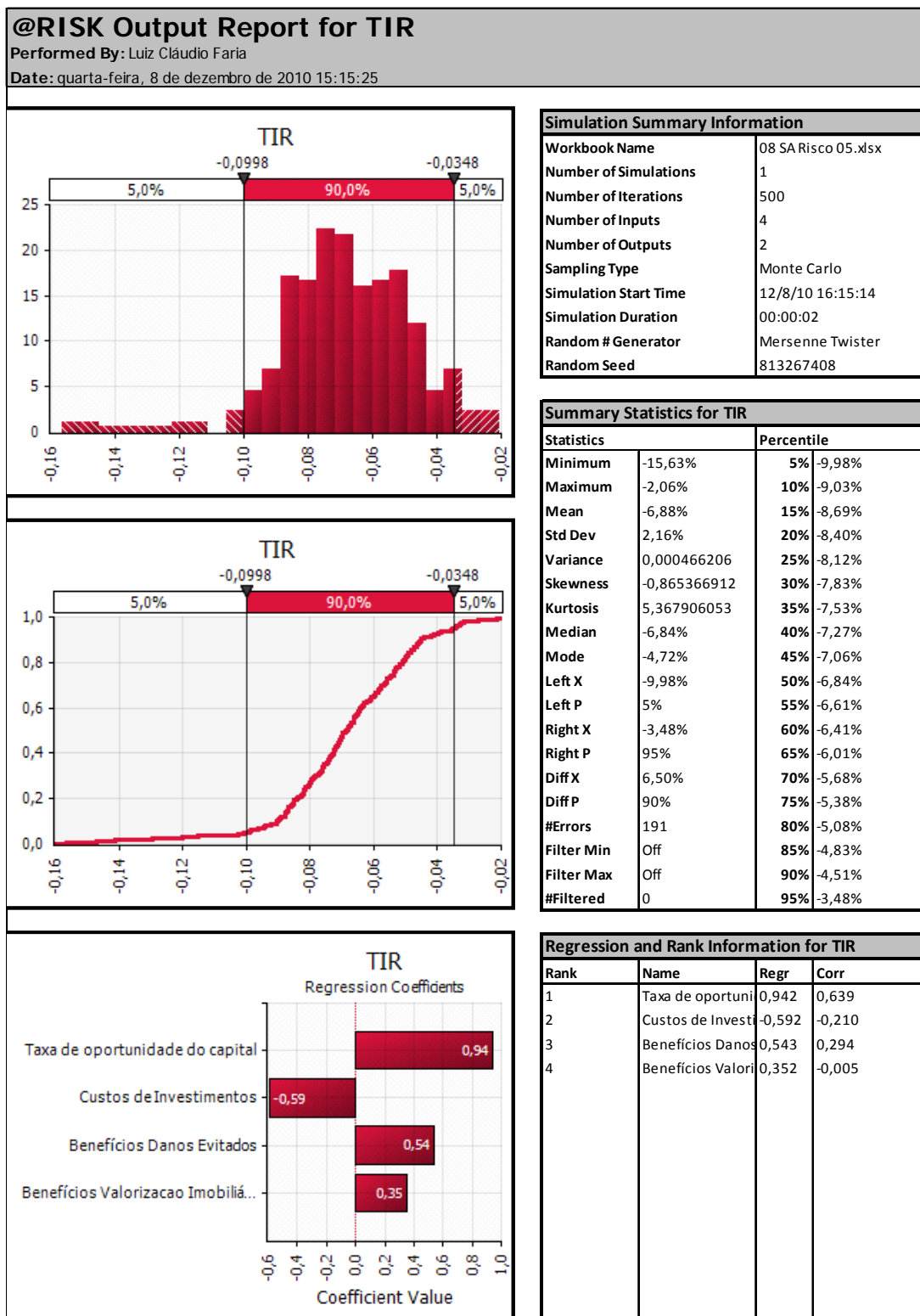
A análise de risco foi realizada para os tempos de recorrência de 5, 10, 25 e 50 anos e seus resultados são apresentados a seguir.

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

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

**QUADRO 5.2**

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



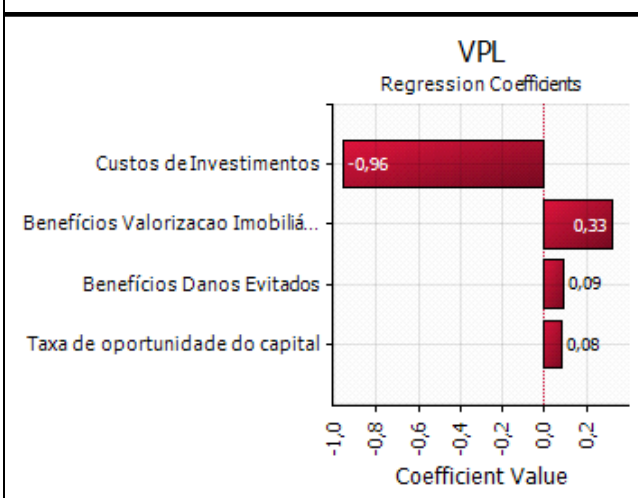
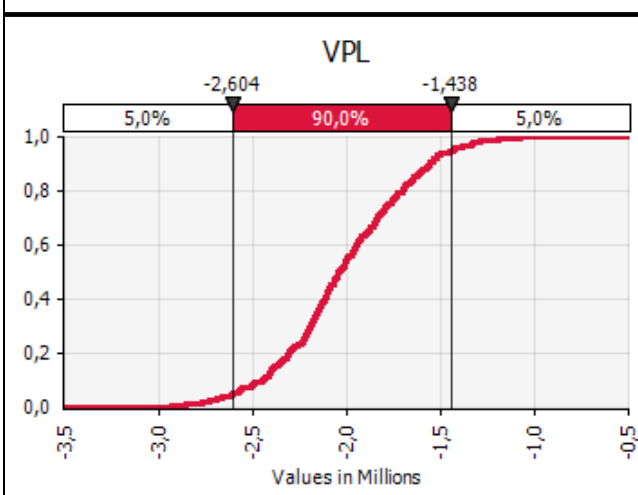
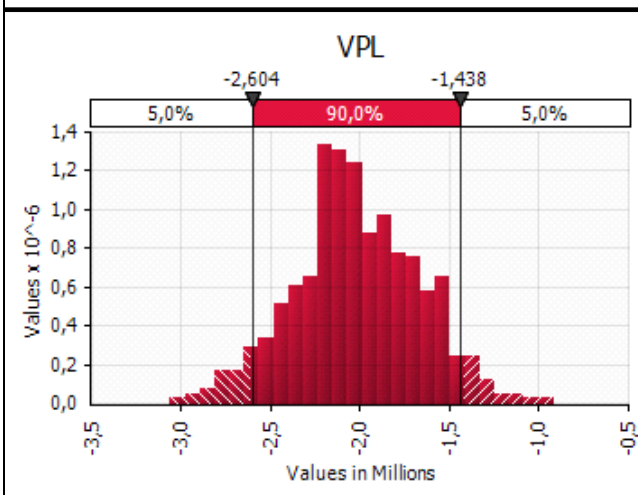
## QUADRO 5.3

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

## @RISK Output Report for VPL

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: quarta-feira, 8 de dezembro de 2010 15:15:27



## Simulation Summary Information

Workbook Name	08 SA Risco 05.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	12/8/10 16:15:14
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	813267408

## Summary Statistics for VPL

Statistics		Percentile	
Minimum	(3.061.269)	5%	(2.603.687)
Maximum	(918.184)	10%	(2.449.807)
Mean	(2.018.360)	15%	(2.386.586)
Std Dev	350.846	20%	(2.307.293)
Variance	1,23093E+11	25%	(2.227.229)
Skewness	0,017103608	30%	(2.191.431)
Kurtosis	2,930488682	35%	(2.153.160)
Median	(2.039.960)	40%	(2.116.434)
Mode	(2.007.963)	45%	(2.086.118)
Left X	(2.603.687)	50%	(2.039.960)
Left P	5%	55%	(2.003.459)
Right X	(1.437.640)	60%	(1.950.446)
Right P	95%	65%	(1.888.769)
Diff X	1.166.047	70%	(1.833.748)
Diff P	90%	75%	(1.780.337)
#Errors	0	80%	(1.700.092)
Filter Min	Off	85%	(1.642.810)
Filter Max	Off	90%	(1.560.325)
#Filtered	0	95%	(1.437.640)

## Regression and Rank Information for VPL

Rank	Name	Regr	Corr
1	Custos de Invest	-0,955	-0,929
2	Benefícios Valori	0,325	0,265
3	Benefícios Danos	0,092	0,124
4	Taxa de oportuni	0,083	0,067

Com base nos quadros acima pode-se observar que o modelo é bastante sensível às variações nos custos de investimentos e, em menor nível, nos benefícios por danos evitados, como pode ser observado nos coeficientes da regressão (maior relevância no modelo do VPL). 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  $-9,98\%$  e  $-3,48\%$  e que o VPL esteja situado entre  $-R\$2,064$  milhões e  $-R\$1,438$  milhões. A relação benefícios/custo da alternativa é de 0,42, ou seja, para cada unidade de custo a alternativa gera apenas 0,42 unidades de benefício, evidenciando a necessidade de redução drástica nos custos para que a alternativa apresente melhores indicadores.

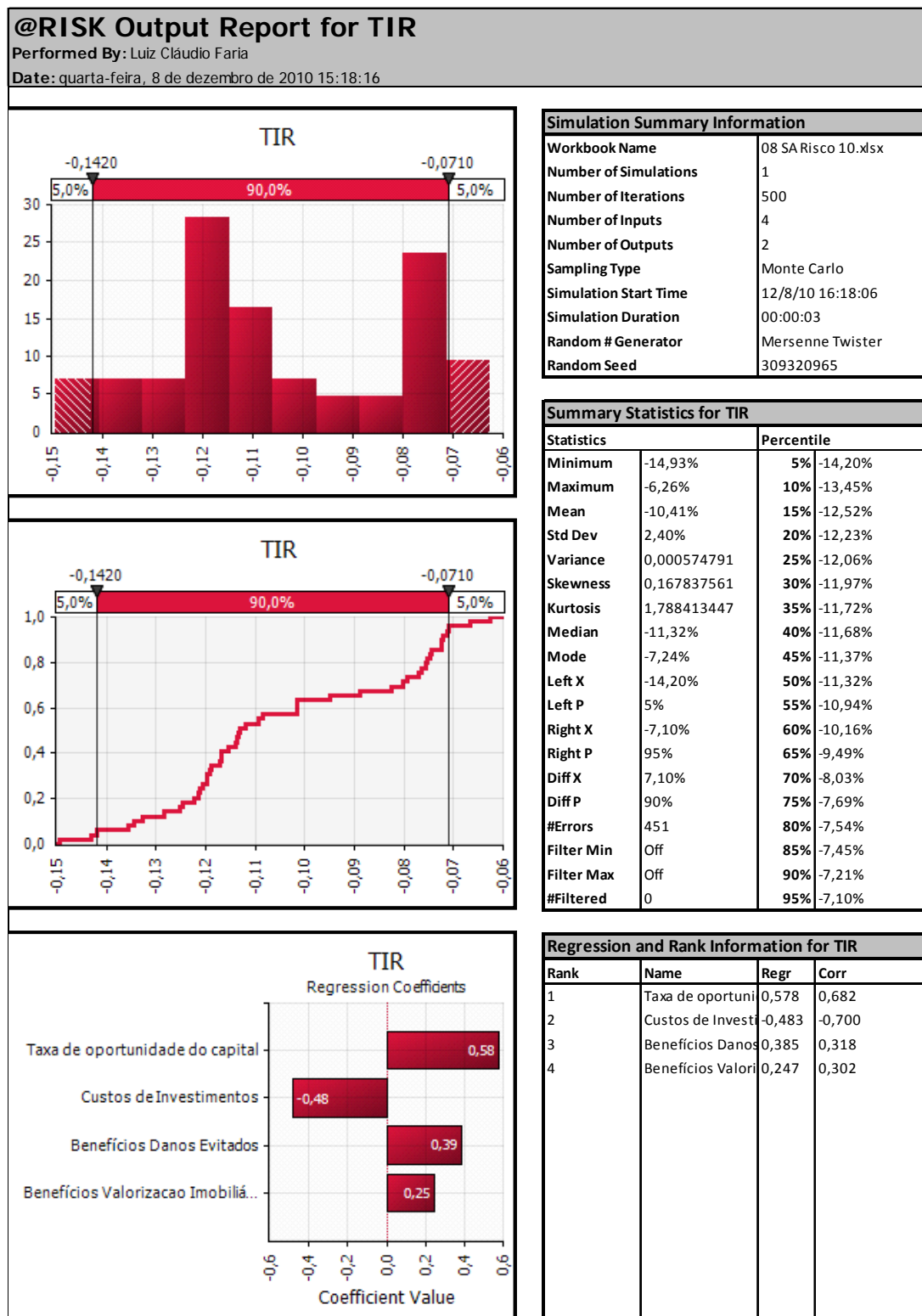


### 5.1.2 Análise de Risco para Período de Retorno de 10 Anos

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

**QUADRO 5.4**

#### **TIR – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR DE 10 ANOS**



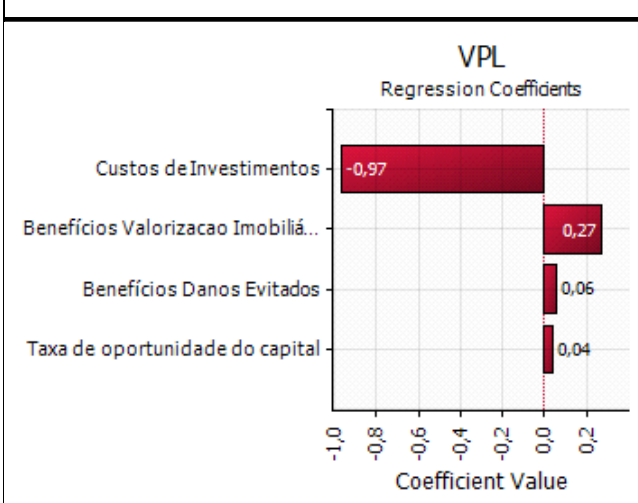
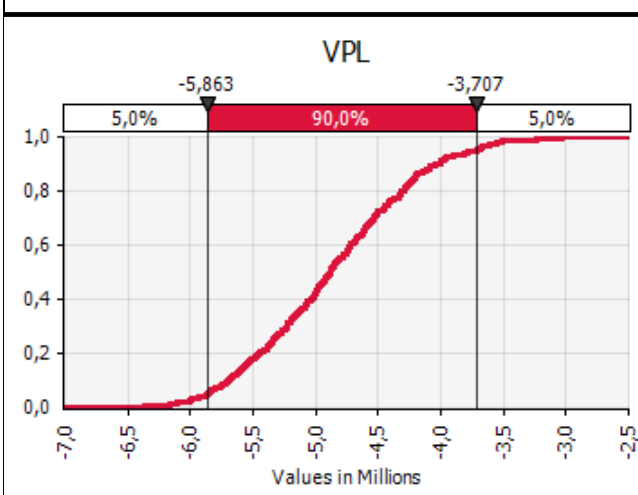
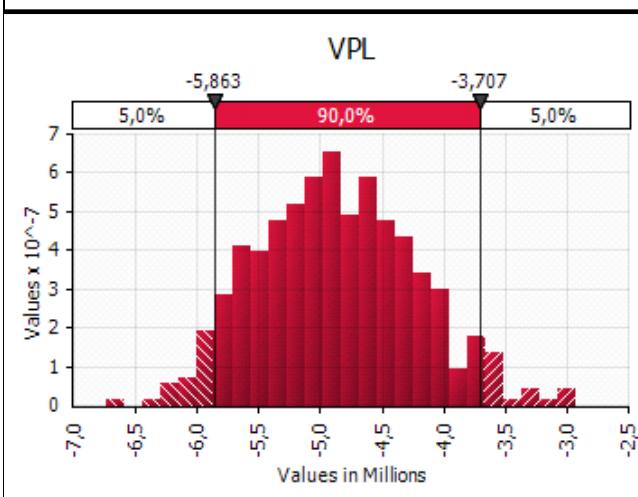
## QUADRO 5.5

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

## @RISK Output Report for VPL

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: quarta-feira, 8 de dezembro de 2010 15:18:19



## Simulation Summary Information

Workbook Name	08 SA Risco 10.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	12/8/10 16:18:06
Simulation Duration	00:00:03
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	309320965

## Summary Statistics for VPL

Statistics		Percentile	
Minimum	(6.741.595)	5%	(5.862.974)
Maximum	(2.925.846)	10%	(5.692.686)
Mean	(4.865.057)	15%	(5.572.864)
Std Dev	645.151	20%	(5.459.635)
Variance	4,1622E+11	25%	(5.338.502)
Skewness	0,198051271	30%	(5.229.464)
Kurtosis	2,793714004	35%	(5.145.675)
Median	(4.879.263)	40%	(5.040.645)
Mode	(4.854.512)	45%	(4.968.146)
Left X	(5.862.974)	50%	(4.879.263)
Left P	5%	55%	(4.808.327)
Right X	(3.706.965)	60%	(4.720.462)
Right P	95%	65%	(4.619.408)
Diff X	2.156.010	70%	(4.537.154)
Diff P	90%	75%	(4.431.250)
#Errors	0	80%	(4.298.943)
Filter Min	Off	85%	(4.208.475)
Filter Max	Off	90%	(4.013.290)
#Filtered	0	95%	(3.706.965)

## Regression and Rank Information for VPL

Rank	Name	Regr	Corr
1	Custos de Invest	-0,966	-0,959
2	Benefícios Valori	0,268	0,257
3	Benefícios Danos	0,060	0,045
4	Taxa de oportuni	0,041	-0,023

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 e, em menor escala, às variações nos benefícios por valorização imobiliária (maior relevância no modelo do VPL) e nos benefícios por danos evitados (maior relevância no modelo da TIR). Pode-se observar que as variações na taxa de oportunidade do capital têm menor relevância no modelo do VPL e afetam sensivelmente o modelo da TIR.

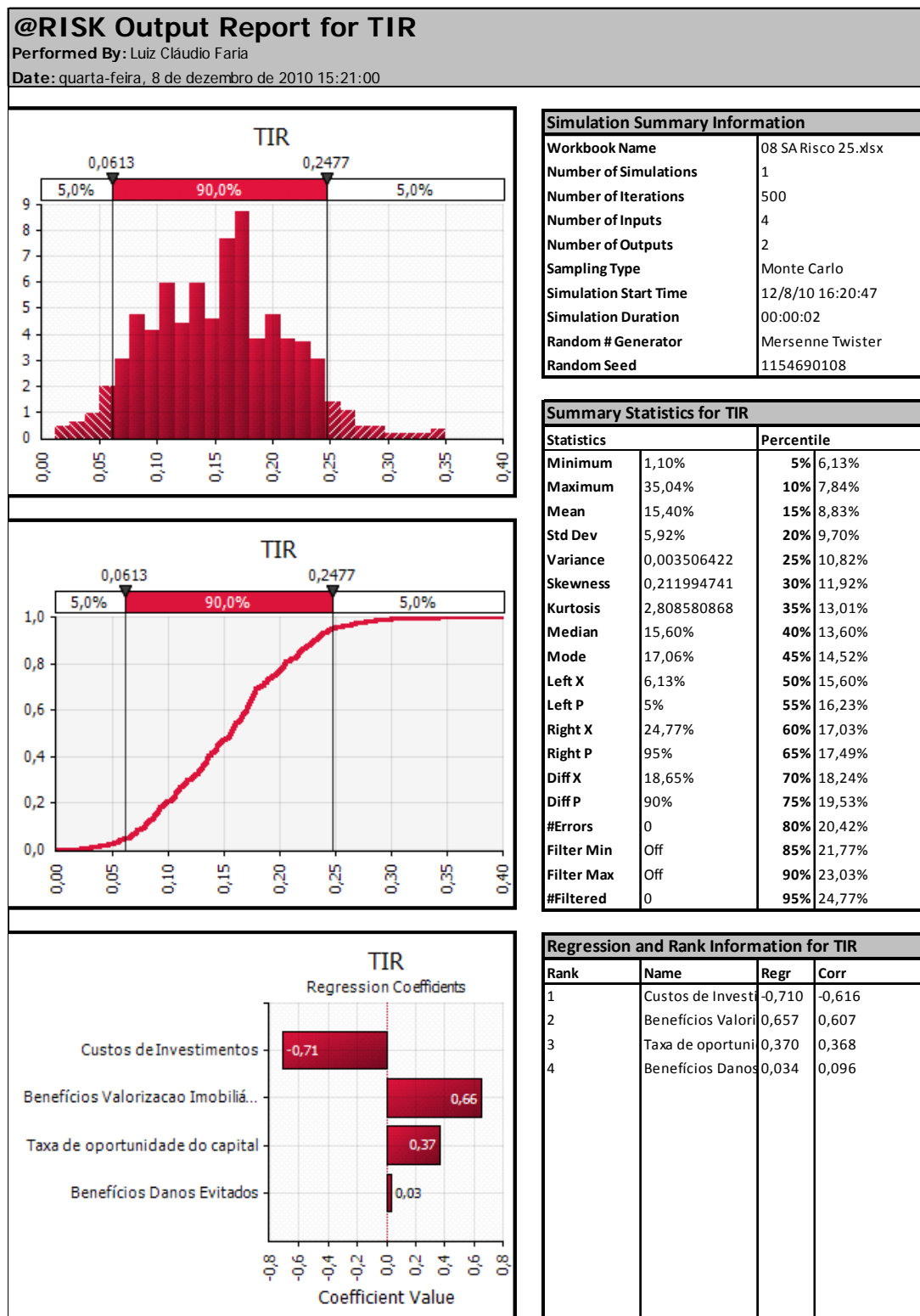
Os Quadros 5.4 e 5.5 indicam ainda que há uma probabilidade de 90% de que a TIR esteja no intervalo entre **-14,2%** e **-7,1%** e que o VPL esteja situado entre **-R\$5,863** milhões e **-R\$3,707** milhões. A relação benefícios/custo da alternativa é de 0,29, ou seja, para cada unidade de custo a alternativa gera apenas 0,29 unidades de benefício, evidenciando a necessidade de redução drástica nos custos para que a alternativa apresente melhores indicadores.

### 5.1.3 Análise de Risco para Período de Retorno de 25 Anos

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

**QUADRO 5.6**

#### **TIR – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR DE 25 ANOS**



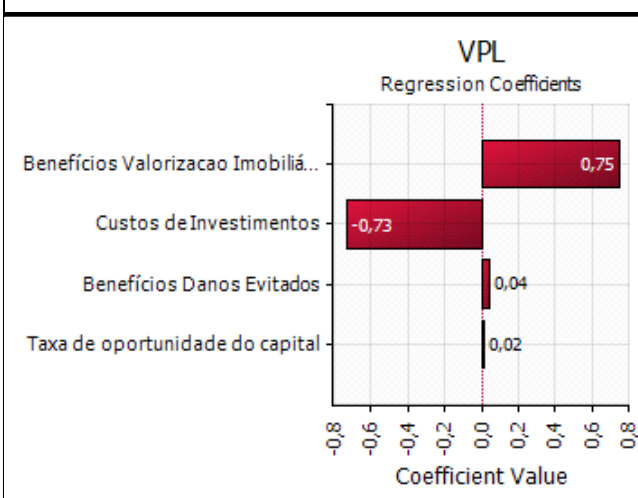
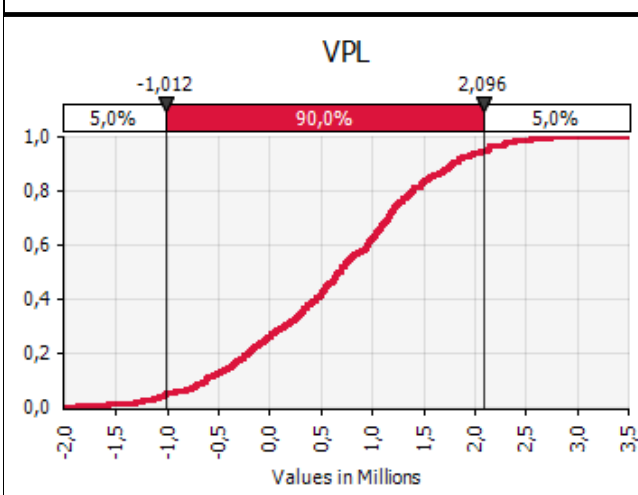
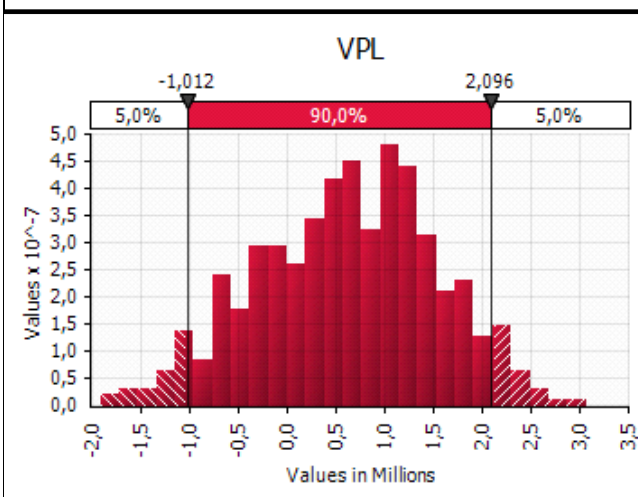
## QUADRO 5.7

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

## @RISK Output Report for VPL

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: quarta-feira, 8 de dezembro de 2010 15:21:02



## Simulation Summary Information

Workbook Name	08 SA Risco 25.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	12/8/10 16:20:47
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1154690108

## Summary Statistics for VPL

Statistics		Percentile	
Minimum	(1.914.165)	5%	(1.011.580)
Maximum	3.065.885	10%	(623.102)
Mean	621.934	15%	(390.473)
Std Dev	917.525	20%	(220.966)
Variance	8,41852E+11	25%	(38.787)
Skewness	-0,18624316	30%	154.590
Kurtosis	2,620134435	35%	306.588
Median	665.020	40%	448.740
Mode	939.696	45%	556.846
Left X	(1.011.580)	50%	665.020
Left P	5%	55%	791.218
Right X	2.096.485	60%	942.962
Right P	95%	65%	1.057.640
Diff X	3.108.065	70%	1.151.527
Diff P	90%	75%	1.245.334
#Errors	0	80%	1.382.802
Filter Min	Off	85%	1.556.345
Filter Max	Off	90%	1.771.430
#Filtered	0	95%	2.096.485

## Regression and Rank Information for VPL

Rank	Name	Regr	Corr
1	Benefícios Valorização Imobiliária	0,753	0,661
2	Custos de Investimentos	-0,732	-0,653
3	Benefícios Danos Evitados	0,044	0,102
4	Taxa de oportunidade do capital	0,016	0,032

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

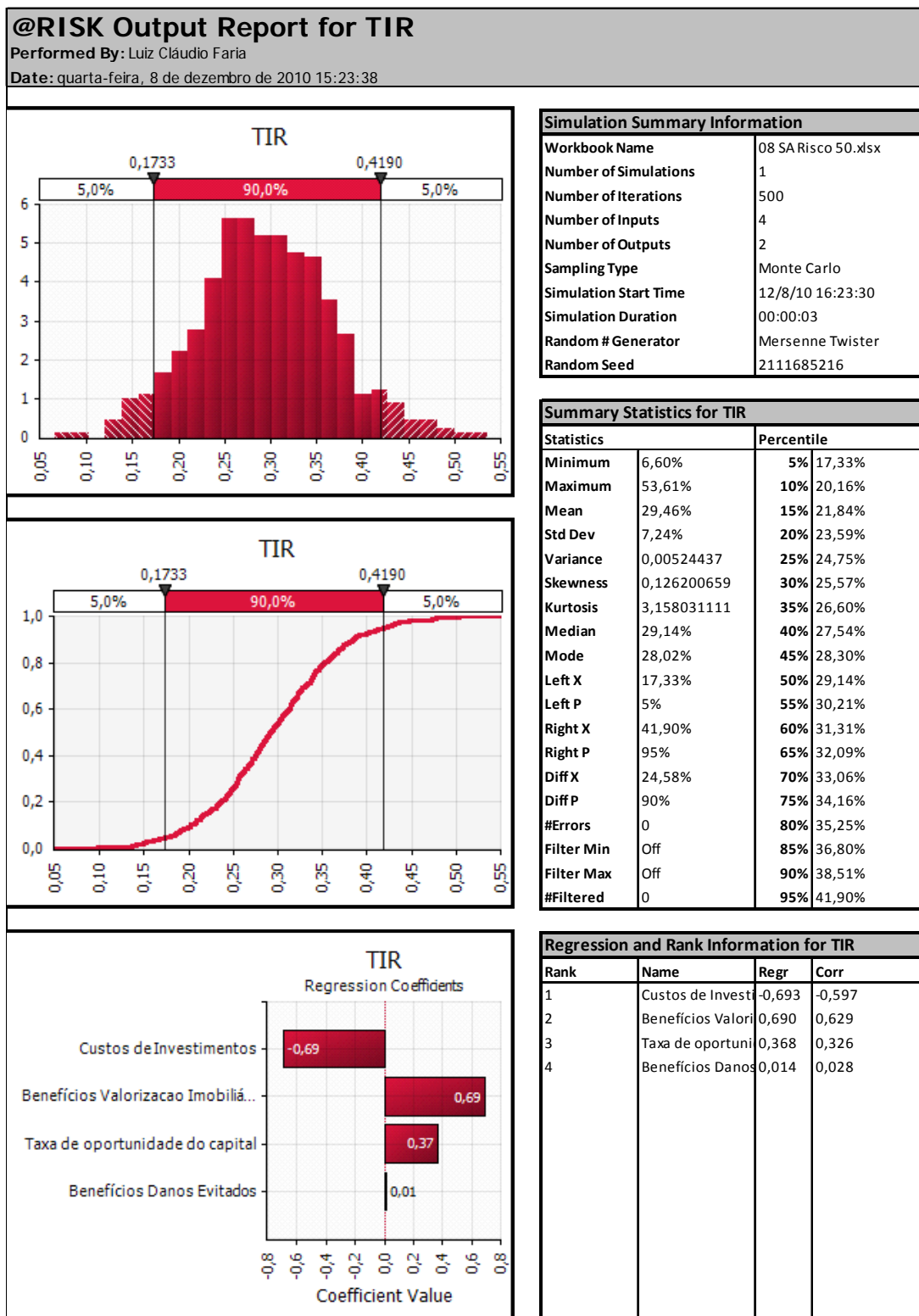
Os Quadros 5.6 e 5.7 indicam ainda que há uma probabilidade de 90% de que a TIR esteja no intervalo entre 6,13% e 24,77% e que o VPL esteja situado entre **-R\$1,012** milhões e R\$2,096 milhões. A relação benefícios/custo da alternativa é de 1,09, ou seja, para cada unidade de custo a alternativa gera apenas 1,09 unidades de benefício, evidenciando a necessidade de redução drástica nos custos para que a alternativa apresente melhores indicadores.

### 5.1.4 Análise de Risco para Período de Retorno de 50 Anos

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

**QUADRO 5.8**

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





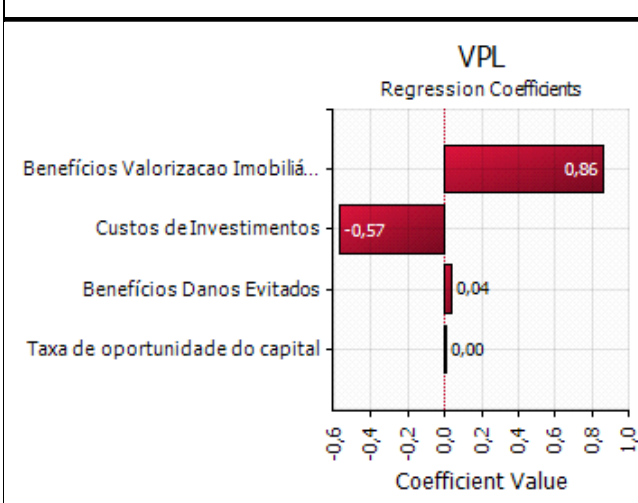
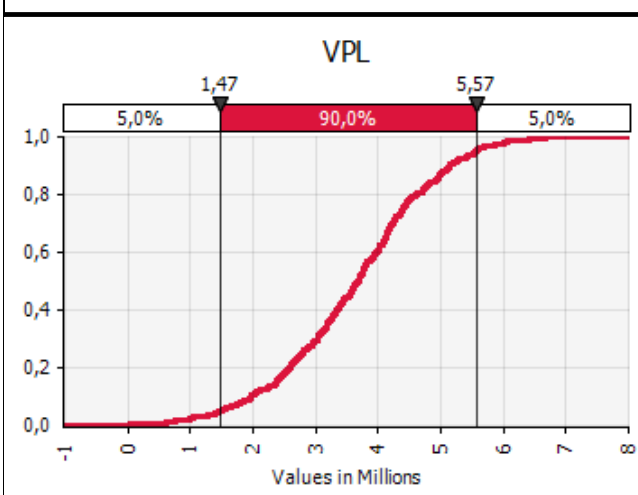
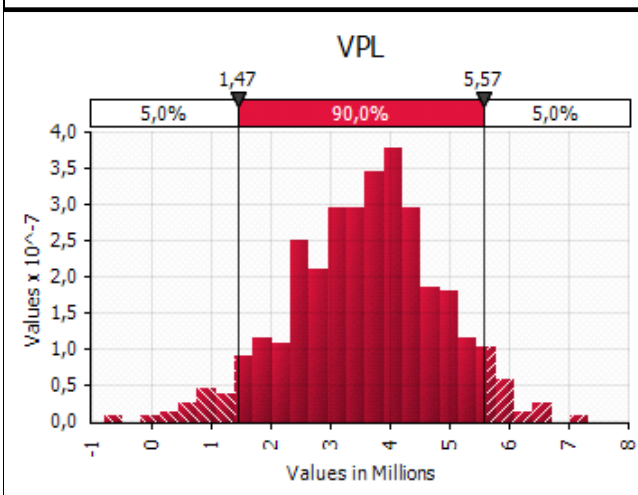
## QUADRO 5.9

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

## @RISK Output Report for VPL

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: quarta-feira, 8 de dezembro de 2010 15:23:41



## Simulation Summary Information

Workbook Name	08 SA Risco 50.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	12/8/10 16:23:30
Simulation Duration	00:00:03
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	2111685216

## Summary Statistics for VPL

Statistics		Percentile	
Minimum	(792.711)	5%	1.466.900
Maximum	7.338.761	10%	1.960.797
Mean	3.606.678	15%	2.380.485
Std Dev	1.233.448	20%	2.582.126
Variance	1,52139E+12	25%	2.787.385
Skewness	-0,194747168	30%	3.029.692
Kurtosis	3,124858519	35%	3.187.777
Median	3.662.588	40%	3.343.951
Mode	4.027.126	45%	3.527.121
Left X	1.466.900	50%	3.662.588
Left P	5%	55%	3.783.495
Right X	5.574.456	60%	3.985.039
Right P	95%	65%	4.112.874
Diff X	4.107.557	70%	4.231.427
Diff P	90%	75%	4.394.743
#Errors	0	80%	4.613.058
Filter Min	Off	85%	4.935.345
Filter Max	Off	90%	5.140.575
#Filtered	0	95%	5.574.456

## Regression and Rank Information for VPL

Rank	Name	Regr	Corr
1	Benefícios Valorização Imobiliária	0,863	0,810
2	Custos de Investimentos	-0,574	-0,491
3	Benefícios Danos Evitados	0,036	0,031
4	Taxa de oportunidade do capital	0,005	-0,034



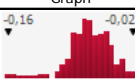
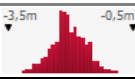
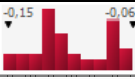
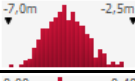

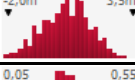
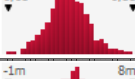

Com base nos quadros acima pode-se observar que o modelo para o TR de 50 anos tem comportamento idêntico ao modelo com TR de 25 anos, sendo mais sensível às variações nos custos de investimentos e, em menor escala, às variações nos benefícios por valorização imobiliária e nos benefícios por danos evitados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

Os Quadros 5.8 e 5.9 indicam ainda que há uma probabilidade de 90% de que a TIR esteja no intervalo entre 17,33% e 41,9% e que o VPL esteja situado entre R\$1,47 milhões e R\$5,57 milhões. A relação benefícios/custo da alternativa é muito baixa, atingindo o índice de 1,49, ou seja, para cada unidade de custo a alternativa gera apenas 1,49 unidades de benefício, evidenciando a necessidade de redução drástica nos custos para que a alternativa apresente melhores indicadores.

### 5.1.5 Conclusões da Análise de Risco

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

**QUADRO 5.10**  
**SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TIR E VPL POR PERÍODO DE RETORNO**

@RISK Output Results									
Performed By: Luiz Cláudio Faria									
Date: quarta-feira, 08 de dezembro de 2010 11:07:05									
	Name	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
TR 5 ANOS	TIR	N11		-15,63%	-6,88%	-2,06%	-9,98%	-3,48%	191
	VPL	N37		(3.061.269)	(2.018.360)	(918.184)	(2.603.687)	(1.437.640)	0
TR 10 ANOS	TIR	N11		-14,93%	-10,41%	-6,26%	-14,20%	-7,10%	451
	VPL	N37		(6.741.595)	(4.865.057)	(2.925.846)	(5.862.975)	(3.706.965)	0
TR 25 ANOS	TIR	N11		1,10%	15,40%	35,04%	6,13%	24,77%	0
	VPL	N37		(1.914.165)	621.934	3.065.885	(1.011.580)	2.096.485	0
TR 50 ANOS	TIR	N11		6,60%	29,46%	53,61%	17,33%	41,90%	0
	VPL	N37		(792.711)	3.606.678	7.338.761	1.466.900	5.574.457	0

Pode-se verificar que os resultados das análises de sensibilidade reforçam as a opção pela Alternativa com TR de 50 anos, seguida pela Alternativa com TR de 25 anos. A relação benefício custo da Alternativa TR 50 anos é muito boa, atingindo o índice de 1,49 e a para a Alternativa TR 25 anos é de 1,08, demonstrando que ambas recuperam satisfatoriamente os investimentos realizados.

## 6. DETALHAMENTO DA ALTERNATIVA SELECIONADA

### 6.1 DESCRIÇÃO DA ALTERNATIVA

Conforme apresentado nos itens 2.3.3 e 2.4.3 a alternativa C privilegiou a derivação da vazão através de galerias *By-Pass* com o intuito de minimizar os impactos nas desapropriações no entorno do canal natural além de prever um reservatório pontual localizado próximo a rua Benjamin Constant.

A alternativa selecionada, conforme descrito nos itens 3 e 4, corresponde a alternativa C para um período de retorno de 50 anos.

O desenho 951-PMJ-PDC-A3-P1074 apresenta as características das obras a serem implantadas na sub-bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador, as quais estão resumidas nos Quadros 6.1 e 6.2.

**QUADRO 6.1**

**SUB-BACIA DA VERTENTE DA RUA SALVADOR – CANAL SALVADOR – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS PROPOSTAS**

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>
CA-CS-T01	Tubulação Canal Salvador	Tubulação	1,00x302,18
CA-CS-G01	Galeria <i>By-Pass</i> Canal Salvador 1	Galeria	2,50x1,50x612,37
CA-CS-G02	Galeria <i>By-Pass</i> Canal Salvador 2	Galeria	2,50x1,70x314,29

Obs: Os dispositivos existentes avaliados serão mantidos na solução proposta.

**QUADRO 6.2**

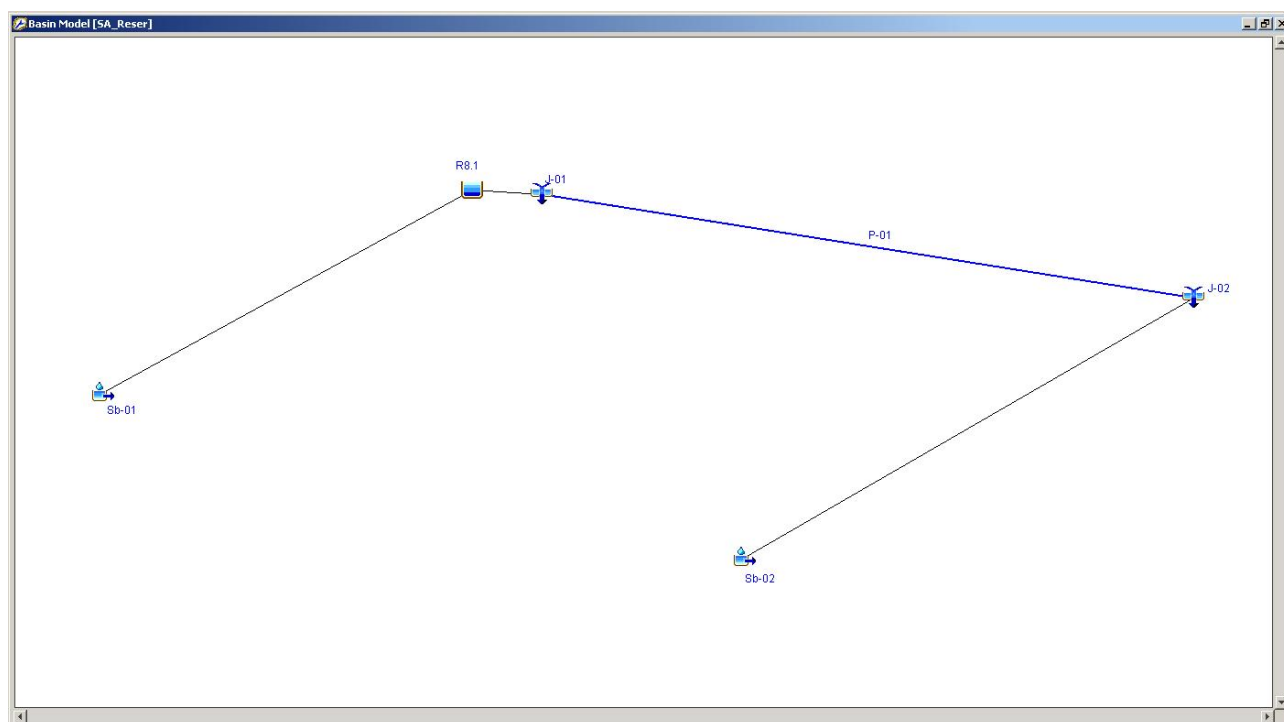
**SUB-BACIA DA VERTENTE DA RUA SALVADOR – CANAL SALVADOR – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS DE RESERVAÇÃO PROPOSTAS**

<i>Dispositivo</i>	<i>Tipo</i>	<i>Volume de Acumulação (m³)</i>
CA-CS-R01	Reservatório de Detenção R8.1	8.780

### 6.2 DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO

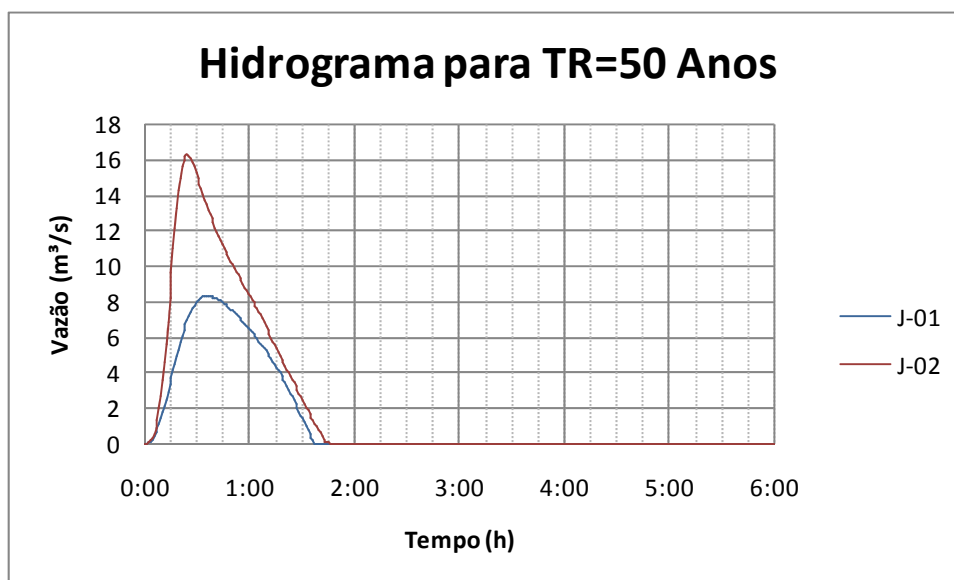
A modelagem hidrológica da sub-bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador foi realizada durante a elaboração dos estudos de diagnóstico e prognóstico da bacia do rio Cachoeira e apresentada no Relatório R3 - Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico. Para o estudos das alternativas foram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

O esquema do modelo HEC-HMS para a alternativa detalhada está apresentado na Figura 6.1.



**Figura 6.1 – Esquema da Alternativa C da Bacia da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador no Software HEC-HMS.**

As Figuras 6.2 e 6.3 apresentam os hidrogramas de cheia efluentes das junções e os afluentes/efluentes do reservatório do modelo hidrológico para o período de retorno de 50 anos, respectivamente. Os valores máximos dos hidrogramas em cada uma das junções estão apresentados no Quadro 6.3.



**Figura 6.2 – Hidrograma das Junções para Período de Retorno de 50 Anos.**

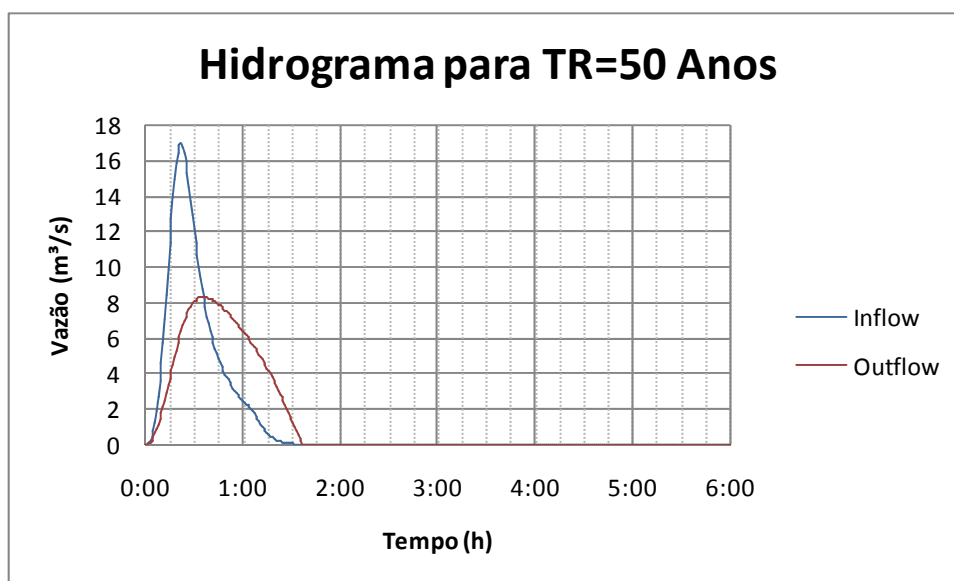


Figura 6.3 – Hidrograma Afluente e Efluente do Reservatório para Período de Retorno de 50 Anos.

#### QUADRO 6.3

##### VAZÕES DE PROJETO EM CADA TRECHO

Propagação / Trecho	Junção	Área de Drenagem (km²)	TR=50 Anos
			Vazão (m³/s)
Inflow Reserv.	R8.1	0,55	16,91
Outflow Reserv.	R8.1	0,55	8,34
P-01	J-01	0,55	8,34
Rio Cachoeira	J-02	0,84	16,25

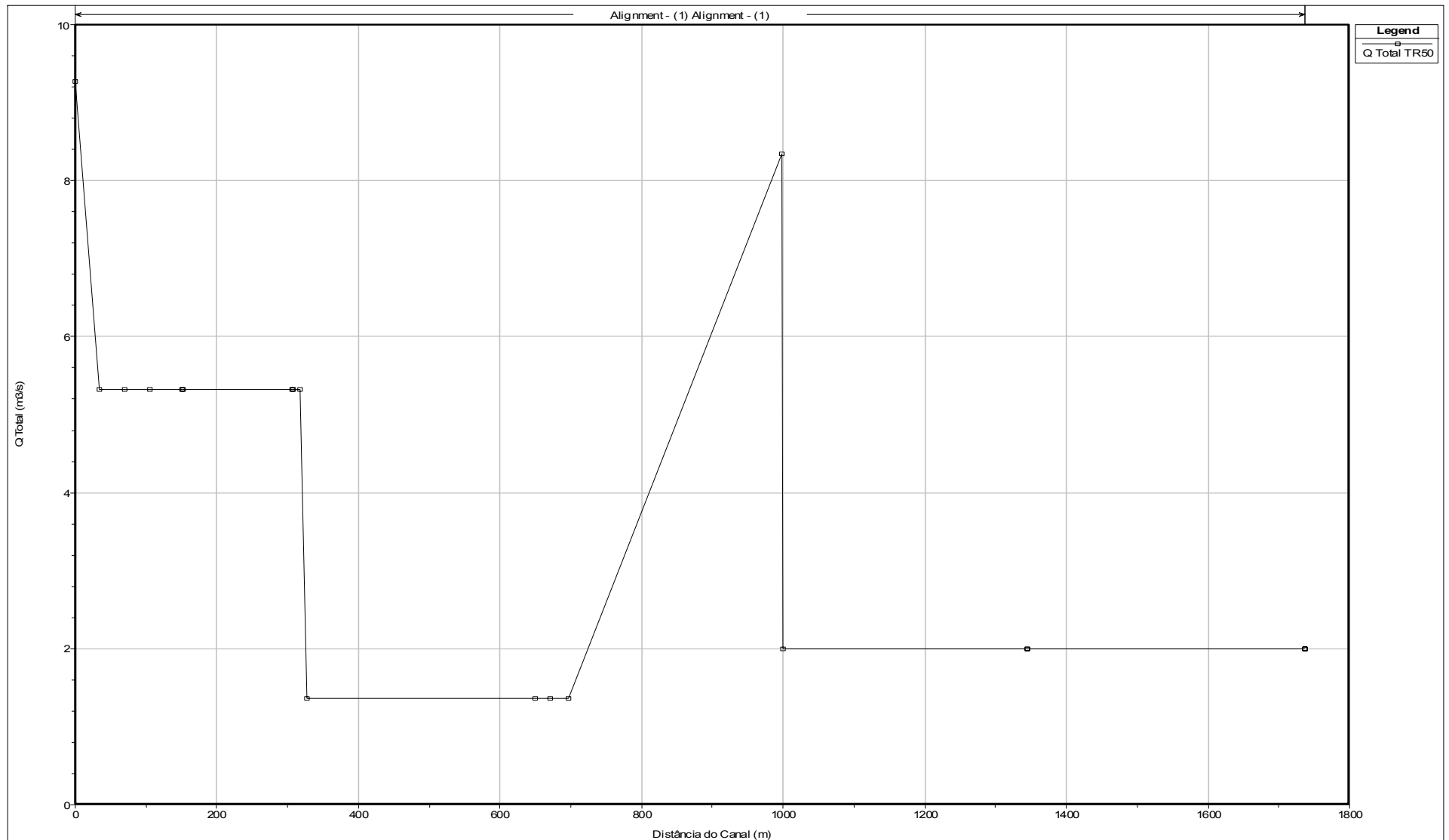
### 6.3 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

Para o dimensionamento hidráulico das galerias *By-Pass* que integram a rede de macrodrenagem da sub-baciada Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador foi utilizado 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.

A galeria *By-Pass* 1 prolonga-se sob a rua Almirante Barroso até desaguar no rio Cachoeira, sua vazão de projeto é de 6,98 m³/s.

A galeria *By-Pass* 2 prolonga-se do reservatório pela rua Benjamim Constant, virando na rua Visconde de Mauá onde encontra o sistema de drenagem existente.

A Figura 6.4 apresenta as vazões de pico ao longo do sistema de drenagem existente do Canal Salvador. O dimensionamento do sistema de drenagem da alternativa selecionada foi realizado utilizando como condição de contorno o nível de jusante na cota 3,24m (IBGE). As Figuras 6.5, 6.8 e 6.11 apresentam os níveis da água para a simulação hidráulica, enquanto as Figuras 6.6, 6.9 e 6.12 apresentam os perfis de velocidades ao longo do Canal Salvador e do *By-Pass*, respectivamente.



**Figura 6.4 – Perfil das Vazões de Dimensionamento do Canal Salvador para a alternativa escolhida – Galeria existente.**

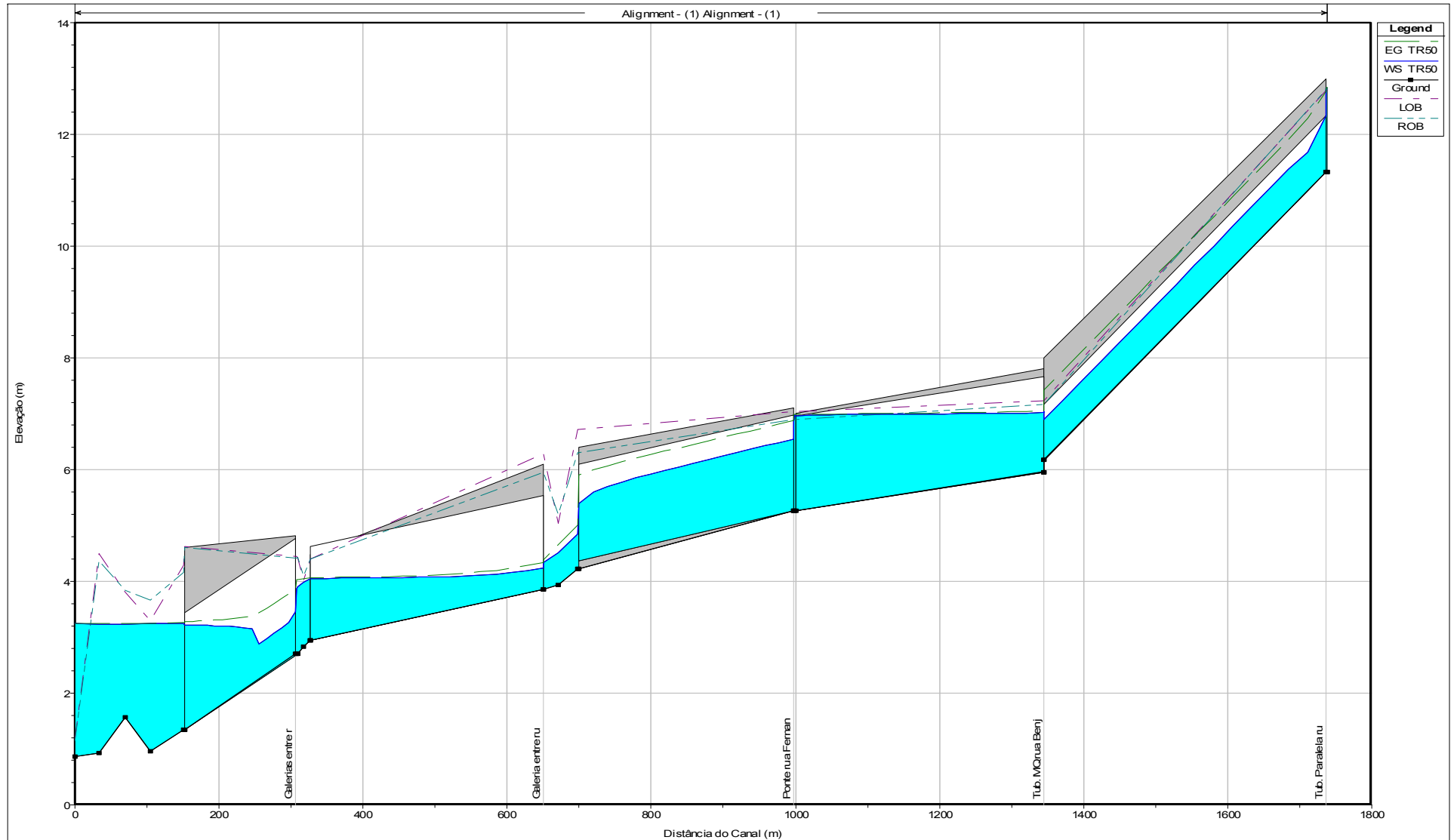


Figura 6.5 – Perfil do N.A. do Canal Salvador para a alternativa escolhida – Galeria existente.

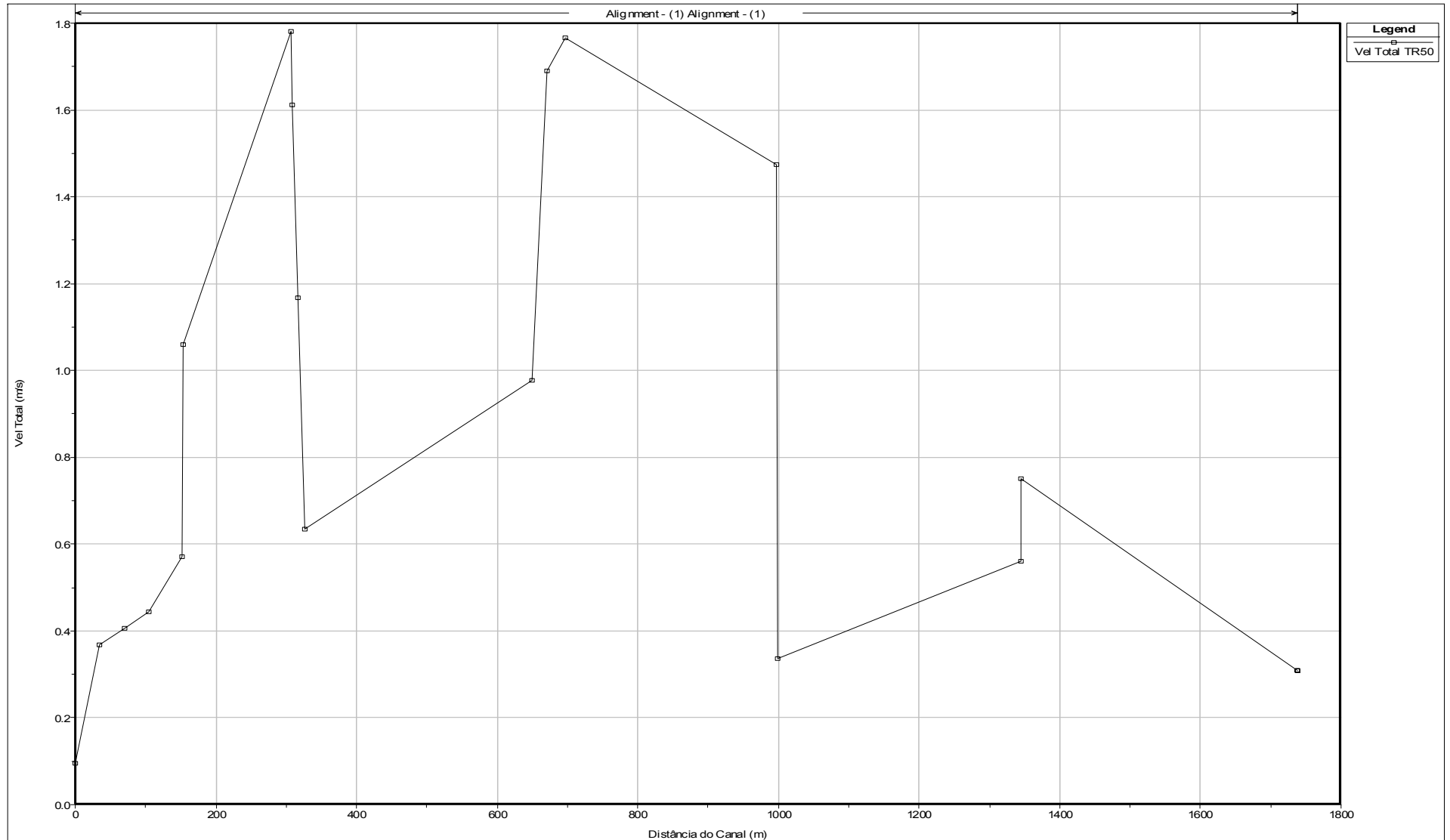
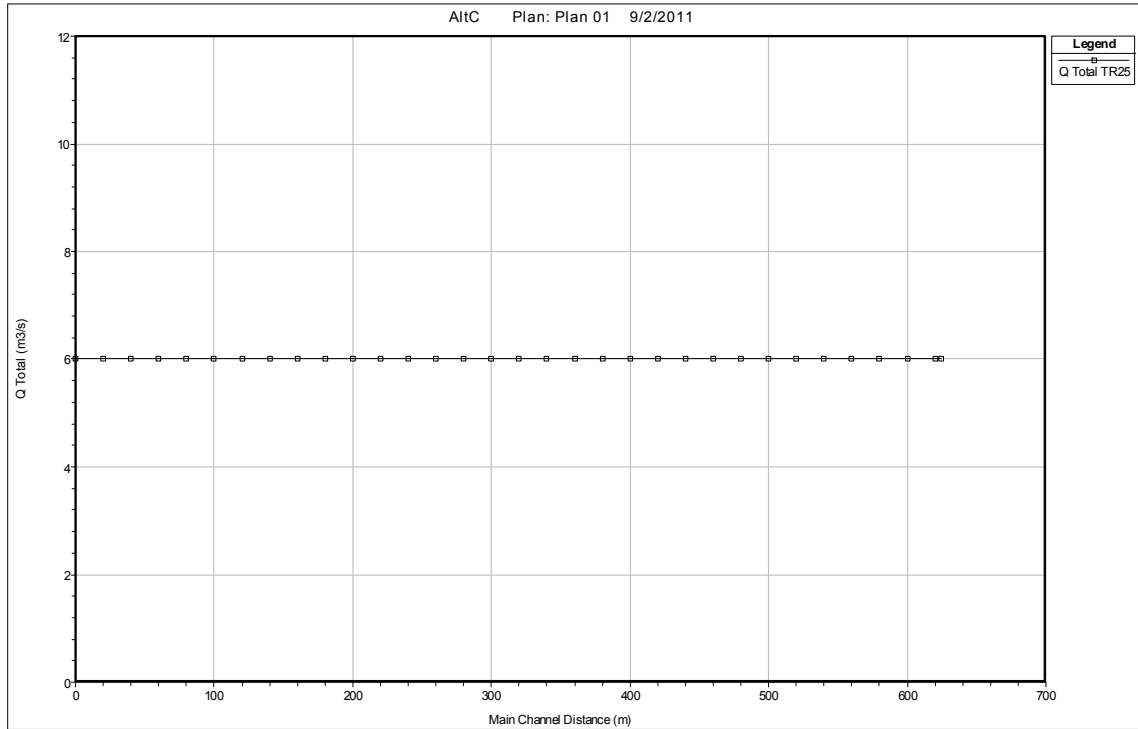
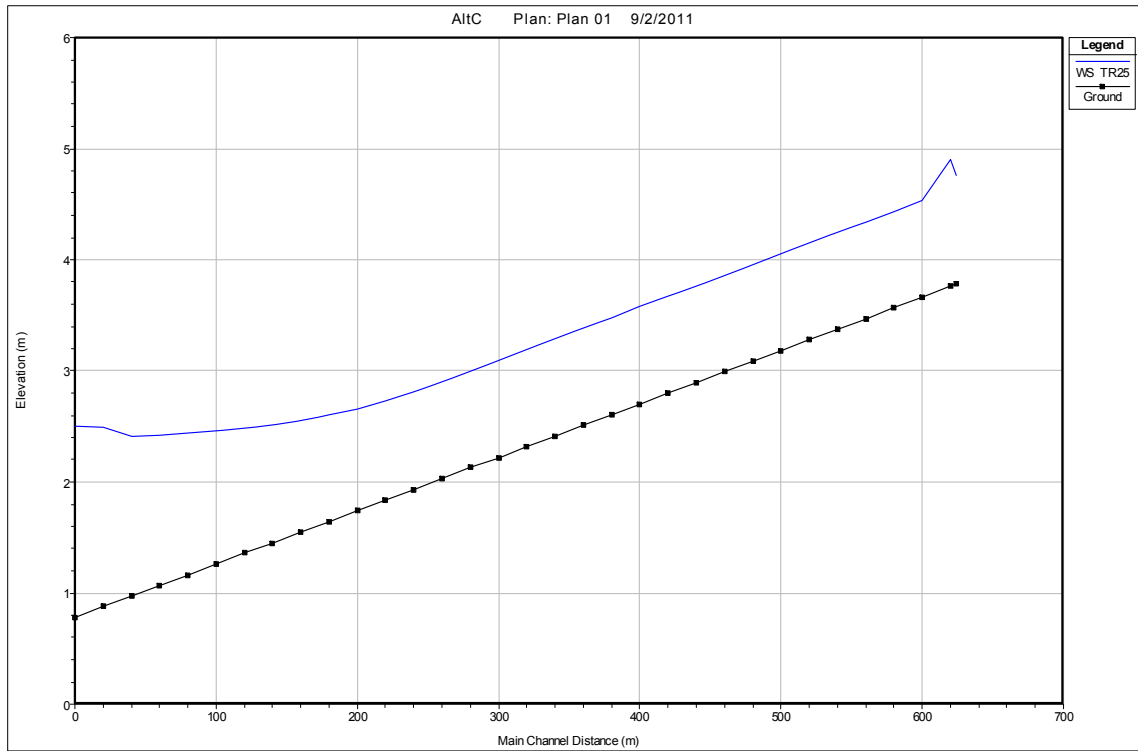


Figura 6.6 – Perfil de velocidades do Canal Salvador para a alternativa escolhida – Galeria existente.

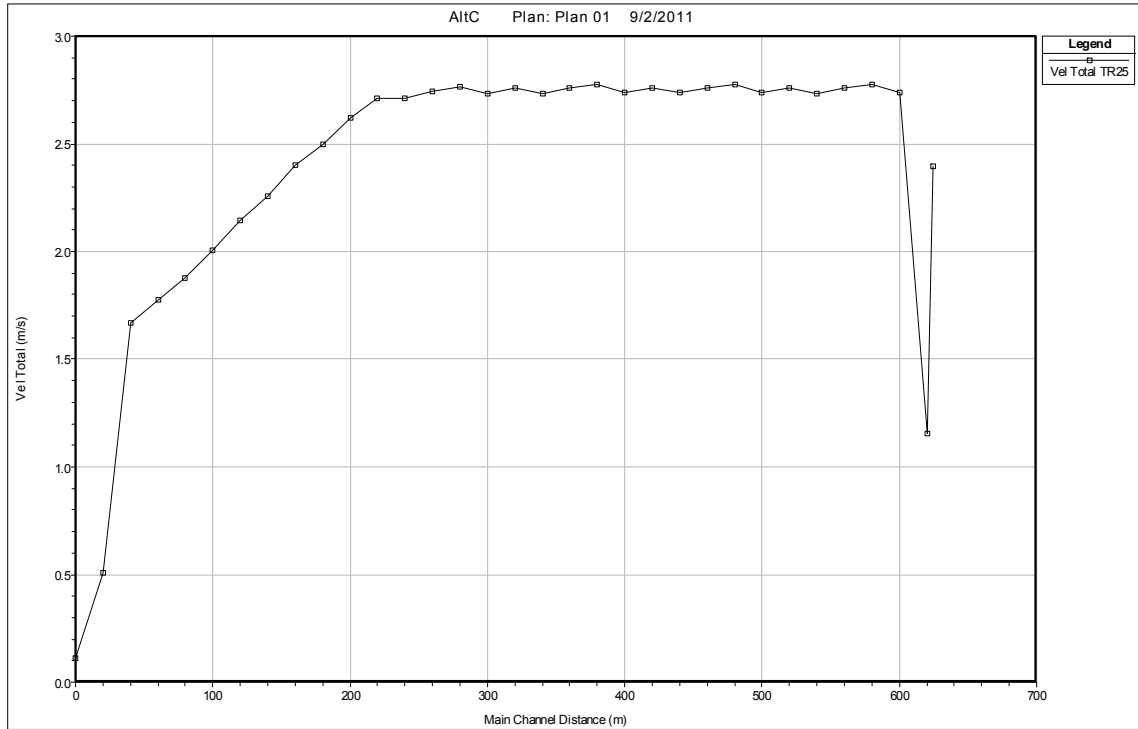


**Figura 6.7 – Vazão do Canal Salvador para a alternativa escolhida – Galeria CA-CS-G01.**

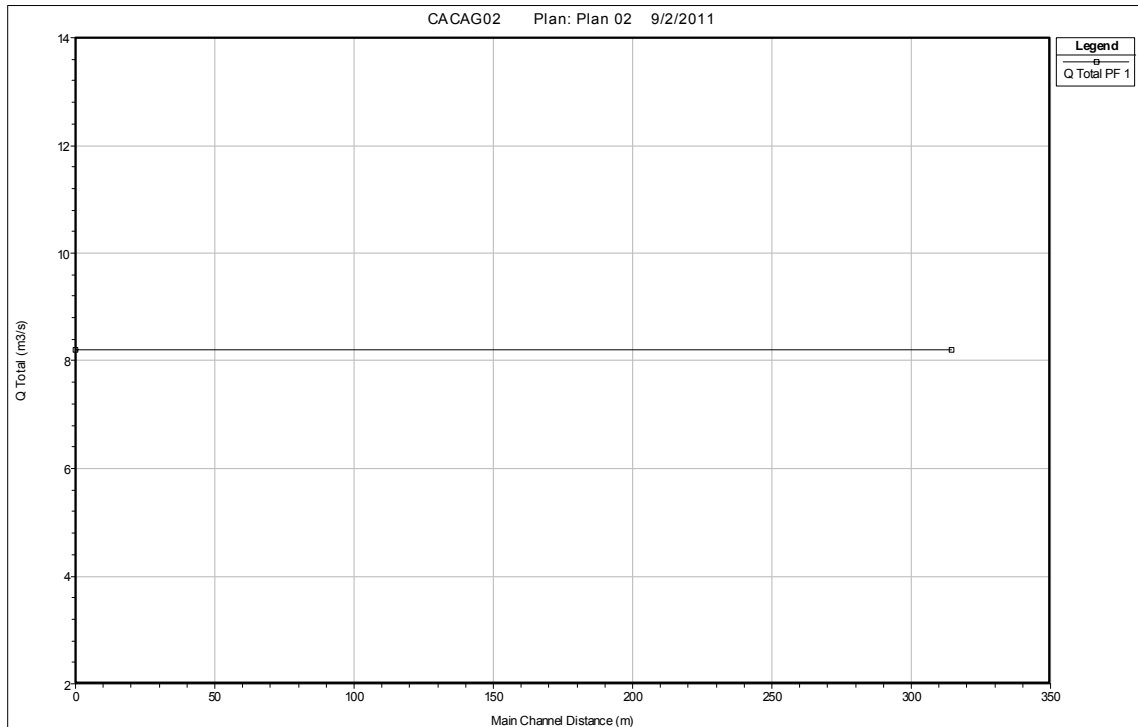


**Figura 6.8 – Perfil do N.A. do Canal Salvador para a alternativa escolhida – Galeria CA-CS-G01.**

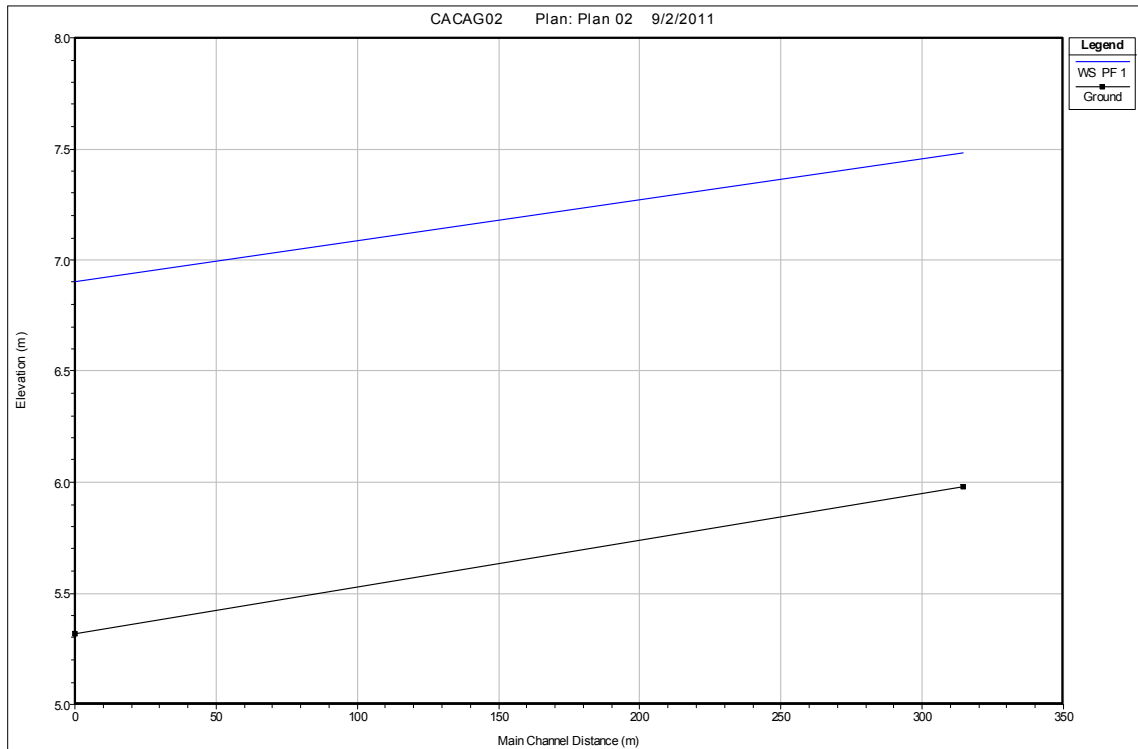




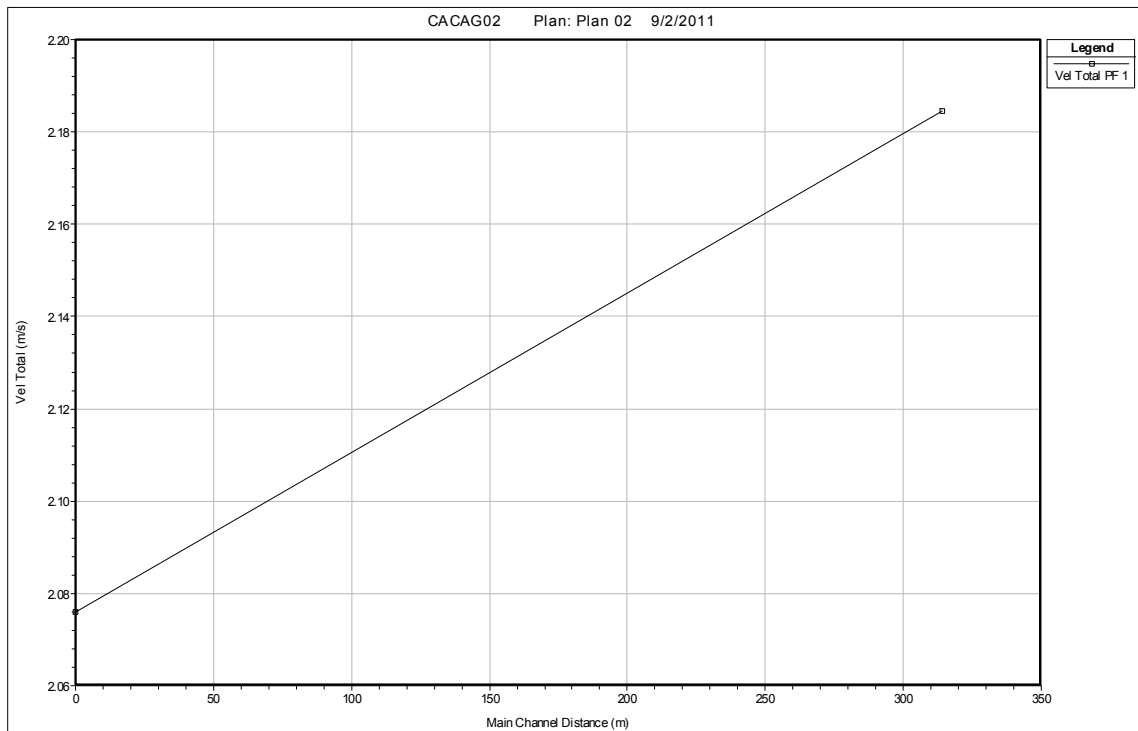
**Figura 6.9 – Perfil de Velocidades no Canal Salvador para a alternativa escolhida – Galeria CA-CS-G01.**



**Figura 6.10 – Vazão do Canal Salvador para a alternativa escolhida – Galeria CA-CS-G02.**



**Figura 6.11 – Perfil do N.A. do Canal Salvador para a alternativa escolhida – Galeria CA-CS-G02.**



**Figura 6.12 – Perfil de Velocidades no Canal Salvador para a alternativa escolhida – Galeria CA-CS-G02.**

---

## 6.4 DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS

---

As obras a serem implantadas na rede de macrodrenagem da sub-bacia Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador foram definidas tendo em consideração as principais características construtivas de cada solução com destaque para as obras em galerias tipo *By-Pass* e reservatórios de detenção. 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 da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador.

- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P597 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador  
- Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=05 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P598 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador  
- Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P599 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador  
- Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P600 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador  
- Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P674 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador  
- Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=05 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P675 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador  
- Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P676 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador  
- Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P677 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador  
- Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P787 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador  
- Estudo de Alternativas - Alternativa A
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P788 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador  
- Estudo de Alternativas - Alternativa B

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P789 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Estudo de Alternativas - Alternativa C
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1074 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Alternativa Selecionada - Alternativa C - TR=50 Anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1076 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Tubulações - CA-CS-T01 - Seção Transversal
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1077 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Galerias By-Pass - CA-CS-G01A, G01B e G02 - Seções Transversais
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1078 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Galerias By-Pass - CA-CS-G02 - Planta e Perfil
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1099 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Galerias By-Pass - CA-CS-G01 - Planta e Perfil - Folha 1/2
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1100 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Galerias By-Pass - CA-CS-G01 - Planta e Perfil - Folha 2/2
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1101 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Tubulações - CA-CS-T01 - Planta e Perfil
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1102 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Reservatório CA-CS-R1 - Planta e Detalhes

---

## 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 da Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador. As planilhas detalhadas estão apresentadas no Anexo 2 deste documento.

**QUADRO 6.4**  
**ORÇAMENTO**

**ORÇAMENTO RESUMO - BACIA 08 - CANAL SALVADOR - ALTERNATIVA C - TR 50 ANOS**

**DEMOLIÇÃO - CANAL SALVADOR**

<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	Tubo Paralelo a Rua Benjamin Constant	Galeria	0,80x392,00	R\$ 75.498,51	R\$ 27.179,46	R\$ 102.677,97
<b>Subtotal</b>						<b>R\$ 102.677,97</b>

**CONSTRUÇÃO - CANAL SALVADOR**

<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>
08-CA-CS-T01	Tubulação 1 - Canal Salvador	Tubulação	1,00x142,18	R\$ 370.188,42	133.267,83	503.456,25
08-CA-CS-G01A	Galeria By-Pass Canal Salvador 1A	Galeria By-Pass	2,50x1,50x20,00	R\$ 151.235,31	54.444,71	205.680,02
08-CA-CS-G01B	Galeria By-Pass Canal Salvador 1B	Galeria By-Pass	2,50x1,50x592,37	R\$ 3.690.753,74	1.328.671,35	5.019.425,09
08-CA-CS-G02	Galeria By-Pass Canal Salvador 2	Galeria By-Pass	2,50x1,70x344,00	R\$ 1.723.753,58	620.551,29	2.344.304,87
<b>Subtotal</b>						<b>R\$ 8.072.866,22</b>

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Volume (m³)</i>	<i>Custo Direto com BDI</i>	<i>Custo Indireto</i>	<i>Custo Total</i>
08-CA-CS-R01	Reservatório de Detenção R8.1	Reservatório	13.715	R\$ 1.404.095,51	R\$ 505.474,38	R\$ 1.909.569,89
<b>Subtotal</b>						<b>R\$ 1.909.569,89</b>

**Custo Total (Obras + Indiretos) R\$ 10.085.114,08**

**Custo Total de Desapropriações R\$ 1.280.669,30**

<b>TOTAL</b>						<b>R\$ 11.365.783,38</b>
<b>Manutenção / ano</b>						<b>R\$ 28.698,05</b>

# **ANEXO I**

## **DESENHOS DE PROJETO**

---

---

---

## Lista de Desenhos

---

### ***Manchas de Inundação***

- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P597 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=05 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P598 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P599 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P600 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P674 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=05 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P675 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P676 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P677 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos

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

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P787 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Estudo de Alternativas - Alternativa A
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P788 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Estudo de Alternativas - Alternativa B
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P789 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Estudo de Alternativas - Alternativa C
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1074 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Alternativa Selecionada - Alternativa C - TR=50 Anos

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

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1078 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Galerias By-Pass - CA-CS-G02 - Planta e Perfil

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1099 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Galerias By-Pass - CA-CS-G01 - Planta e Perfil - Folha 1/2
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1100 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Galerias By-Pass - CA-CS-G01 - Planta e Perfil - Folha 2/2
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1101 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Tubulações - CA-CS-T01 - Planta e Perfil

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

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1076 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Tubulações - CA-CS-T01 - Seção Transversal
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1077 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Galerias By-Pass - CA-CS-G01A, G01B e G02 - Seções Transversais

#### ***Outras Obras***

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1102 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Reservatório CA-CS-R1 - Planta e Detalhes



## ***MANCHAS DE INUNDAÇÃO***

---

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



**PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE**  
**SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO**

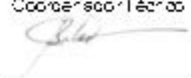
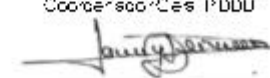
PROJETO:

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

TÍTULO:

SUB-BACIA 08-CA-CS - VERTENTE DA RUA SALVADOR - CANAL  
 SALVADOR - DIAGNÓSTICO MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=5 ANOS

**ENGEORPS - HIDROSTUDIO - BRLi**

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

Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P597	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 08-CA-CS - VERTENTE DA RUA SALVADOR - CANAL  
SALVADOR - DIAGNÓSTICO MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=10 ANOS

**ENGEORPS - HIDROSTUDIO - BRLi**

DESENHISTA		Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson do Oliveira Coordenador de PDDU
M.A.G.			
PROJETO		APROVADO	APROVADO
A.S.M.			
		CREA 06002125/0	CREA 06001806/22

Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P598	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 08-CA-CS - VERTENTE DA RUA SALVADOR - CANAL  
SALVADOR - DIAGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=25 ANOS

**ENGEORPS - HIDROSTUDIO - BRLi**

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

Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P599	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 08-CA-CS - VERTENTE DA RUA SALVADOR - CANAL  
SALVADOR - DIAGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=50 ANOS

**ENGEORPS - HIDROSTUDIO - BRLi**

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

Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P600	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**

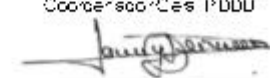
PROJETO:

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

TÍTULO:

SUB-BACIA 08-CA-CS - VERTENTE DA RUA SALVADOR  
CANAL SALVADOR - PROGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO TR=5 ANOS

**ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi**

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

Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P674	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**

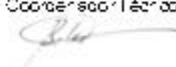
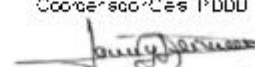
OBJETO:

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

TÍTULO:

SUB-BACIA 08-CA-CS - VERTENTE DA RUA SALVADOR  
 CANAL SALVADOR - PROGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO TR=10 ANOS

**ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi**

DESENHISTA			
M.A.G.		Alborto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson do Oliveira Coordenador Geral PDDU
PROJETO		APROVADO	APROVADO
A.S.M.		 CHEA 0600312570	 CHEA 0600180622

1º PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
1º EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P675	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**

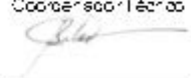
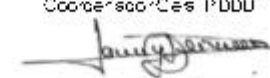
PROJETO:

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

TÍTULO:

SUB-BACIA 08-CA-CS - VERTENTE DA RUA SALVADOR  
 CANAL SALVADOR - PROGNÓSTICO - 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 0600312370	 CREA 0600180622

Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P676	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 08-CA-CS - VERTENTE DA RUA SALVADOR  
CANAL SALVADOR - PROGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO TR=50 ANOS

**ENGEORPS - HIDROSTUDIO - BRLi**

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

Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P677	JAN/2011	5.000	01/01

## ***ESTUDO DE ALTERNATIVAS***

---

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P787 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Estudo de Alternativas - Alternativa A
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P788 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Estudo de Alternativas - Alternativa B
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P789 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Estudo de Alternativas - Alternativa C
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1074 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Alternativa Seleccionada - Alternativa C - TR=50 Anos

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

---

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1078 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Galerias By-Pass - CA-CS-G02 - Planta e Perfil
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1099 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Galerias By-Pass - CA-CS-G01 - Planta e Perfil - Folha 1/2
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1100 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Galerias By-Pass - CA-CS-G01 - Planta e Perfil - Folha 2/2
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1101 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Tubulações - CA-CS-T01 - Planta e Perfil

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

---

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1076 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Tubulações - CA-CS-T01 - Seção Transversal
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1077 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Galerias By-Pass - CA-CS-G01A, G01B e G02 - Seções Transversais

## ***OUTRAS OBRAS***

---



- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1102 - Sub-Bacia 08-CA-CS - Vertente da Rua Salvador - Canal Salvador - Reservatório CA-CS-R1 - Planta e Detalhes

## **ANEXO II**

# **ORÇAMENTO**

---

---

# ORÇAMENTO DE OBRA

Código da Obra: 08-CA-CS-T01

Obra: Tubulação 1 - Sub-Bacia Canal Salvador

Comprimento (m): 142,178

Código IPPUJ	Descrição	Unid	Preço Unitário			Quantidade	
			Material	Mão de Obra	Preço Total		
C35.05.10.05.020	Assentamento de tubulação de concreto ø 100 cm (exclusive tubo)	m	144,68	18,00	162,68	142,18	
						Total Material	R\$ 20.570,31
						Total M.O	R\$ 2.559,20
						Total	R\$ 23.129,52
C35.05.05.05.030	Fornecimento de tubos de concreto ø 100cm, frete incluso	UN	125,00	0,00	125,00	142,18	
						Total Material	R\$ 17.772,25
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 17.772,25
C35.25.35.05.005	Forma de madeira	M2	28,04	15,68	43,72	79,62	
						Total Material	R\$ 2.232,54
						Total M.O	R\$ 1.248,44
						Total	R\$ 3.480,97
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	13,56	
						Total Material	R\$ 3.922,51
						Total M.O	R\$ 387,11
						Total	R\$ 4.309,62
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	542,55	
						Total Material	R\$ 2.132,23
						Total M.O	R\$ 851,81
						Total	R\$ 2.984,03
C20.05.10.05.055	Remoção mecanizada de pavimento - 90% de material granular e 10% de revestimento betuminoso - Carga e Transporte	M3	22,18	4,02	26,20	433,53	
						Total Material	R\$ 9.615,68
						Total M.O	R\$ 1.742,79
						Total	R\$ 11.358,46
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	1.796,48	
						Total Material	R\$ 19.869,09
						Total M.O	R\$ 2.227,64
						Total	R\$ 22.096,72
C30.37.05.40.020	Entulho (Classe I) - Obras de Construção Civil	TONELADA	109,80	0,00	109,80	693,65	
						Total Material	R\$ 76.162,40
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 76.162,40
C30.80.10.05.005	Transporte local c/ caminhão basculante 5 m3 (peso estimado do material:1,6t/m3)	M3XKM	0,76	0,10	0,86	6.936,47	
						Total Material	R\$ 5.271,71
						Total M.O	R\$ 693,65
						Total	R\$ 5.965,36
C10.12.05.10.005	Fornecimento de argila para aterro, posto obra (sem regularização e compactação)	M3	11,50	0,00	11,50	1.627,31	
						Total Material	R\$ 18.714,01
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 18.714,01
C35.25.15.10.005	Aterro com saibro - compactado	M3	38,94	0,90	39,84	1.301,84	
						Total Material	R\$ 50.693,82
						Total M.O	R\$ 1.171,66
						Total	R\$ 51.865,48
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	M2	1,61	0,19	1,80	1.238,65	
						Total Material	R\$ 1.994,23
						Total M.O	R\$ 235,34
						Total	R\$ 2.229,58
C35.10.05.17.005	Execução de base estabilizada granulom etricam ente	M3	65,97	1,59	67,56	309,66	
						Total Material	R\$ 20.428,51
						Total M.O	R\$ 492,37
						Total	R\$ 20.920,88
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	1.238,65	
						Total Material	R\$ 1.919,91
						Total M.O	R\$ 61,93
						Total	R\$ 1.981,85
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	61,93	
						Total Material	R\$ 21.356,27
						Total M.O	R\$ 432,91
						Total	R\$ 21.789,18
						Total M.O.	R\$ 12.104,84
						Total Material	R\$ 272.655,48
						Total	R\$ 284.760,32
						BDI	R\$ 85.428,10
Construção	BDI (Benefício e Despesas Indiretas)	%	30				
						Custo de Construção	R\$ 370.188,42
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8				29.615,07
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3				11.105,65
Indireto	Contingência	%	25				92.547,10
						Custos Indiretos	R\$ 133.267,83
						Custo Total	R\$ 503.456,25

**ORÇAMENTO DE OBRA**

Código da Obra: 08-CA-CS-G01A  
 Obra: Galeria By-Pass 1A  
 Comprimento (m): 20

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	2.353,89	
						Total Material	R\$ 26.034,08
						Total M.O	R\$ 2.918,83
						Total	R\$ 28.952,91
C10.12.05.10.005	Fornecimento de argila para aterro, posto obra (sem regularização e compactação)	M3	11,50	0,00	11,50	219,18	
						Total Material	R\$ 2.520,61
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 2.520,61
C35.25.15.10.005	Aterro com saibro - compactado	M3	38,94	0,90	39,84	172,93	
						Total Material	R\$ 6.733,82
						Total M.O	R\$ 155,64
						Total	R\$ 6.889,46
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	7,00	
						Total Material	R\$ 1.766,24
						Total M.O	R\$ 45,01
						Total	R\$ 1.811,25
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	M2	1,61	0,19	1,80	92,00	
						Total Material	R\$ 148,12
						Total M.O	R\$ 17,48
						Total	R\$ 165,60
C35.10.05.17.005	Execução de base estabilizada granulom etricam ente	M3	65,97	1,59	67,56	23,00	
						Total Material	R\$ 1.517,31
						Total M.O	R\$ 36,57
						Total	R\$ 1.553,88
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	52,00	
						Total Material	R\$ 80,60
						Total M.O	R\$ 2,60
						Total	R\$ 83,20
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	0,60	
						Total Material	R\$ 206,90
						Total M.O	R\$ 4,19
						Total	R\$ 211,09
C10.84.15.25.010	Guia em concreto extrusado	M	11,64	1,47	13,11	40,00	
						Total Material	R\$ 465,60
						Total M.O	R\$ 58,80
						Total	R\$ 524,40
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	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	190,00	
						Total Material	R\$ 5.327,60
						Total M.O	R\$ 2.979,20
						Total	R\$ 8.306,80
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	104,37	
						Total Material	R\$ 30.182,30
						Total M.O	R\$ 2.978,67
						Total	R\$ 33.160,98
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	4.520,78	
						Total Material	R\$ 17.766,66
						Total M.O	R\$ 7.097,62
						Total	R\$ 24.864,28
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	156,00	
						Total Material	R\$ 608,40
						Total M.O	R\$ 4.828,20
						Total	R\$ 5.436,60
478	Escora de eucalipto de Ø 200 mm	M	7,75	0,00	7,75	239,20	
						Total Material	R\$ 1.853,80
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 1.853,80
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\$ 21.122,82
						Total Material	R\$ 95.212,04
						Total	R\$ 116.334,85
Construção	BDI (Benefício e Despesas Indiretas)	%	30			BDI	R\$ 34.900,46
						Custo de Construção	R\$ 151.235,31
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8				12.098,82
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3				4.537,06
Indireto	Contingência	%	25				37.808,83
						Custos Indiretos	R\$ 54.444,71
						Custo Total	R\$ 205.680,02

**ORÇAMENTO DE OBRA**

Código da Obra: 08-CA-CS-G01B  
 Obra: Galeria By-Pass 1B  
 Comprimento (m): 592,37

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	20.915,26	
						Total Material	R\$ 231.322,78
						Total M.O	R\$ 25.934,92
						Total	R\$ 257.257,71
C10.12.05.10.005	Fornecimento de argila para aterro, posto obra (sem regularização e compactação)	M3	11,50	0,00	11,50	19.128,12	
						Total Material	R\$ 219.973,33
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 219.973,33
C35.25.15.10.005	Aterro com saibro - compactado	M3	38,94	0,90	39,84	15.300,07	
						Total Material	R\$ 595.784,89
						Total M.O	R\$ 13.770,07
						Total	R\$ 609.554,95
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	207,33	
						Total Material	R\$ 52.313,38
						Total M.O	R\$ 1.333,13
						Total	R\$ 53.646,51
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	M2	1,61	0,19	1,80	6.279,12	
						Total Material	R\$ 10.109,39
						Total M.O	R\$ 1.193,03
						Total	R\$ 11.302,42
C35.10.05.17.005	Execução de base estabilizada granulom etricam ente	M3	65,97	1,59	67,56	1.569,78	
						Total Material	R\$ 103.558,42
						Total M.O	R\$ 2.495,95
						Total	R\$ 106.054,37
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	3.909,64	
						Total Material	R\$ 6.059,95
						Total M.O	R\$ 195,48
						Total	R\$ 6.255,43
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	77,01	
						Total Material	R\$ 26.554,70
						Total M.O	R\$ 538,29
						Total	R\$ 27.092,99
C10.84.15.25.010	Guia em concreto extrusado	M	11,64	1,47	13,11	1.184,74	
						Total Material	R\$ 13.790,37
						Total M.O	R\$ 1.741,57
						Total	R\$ 15.531,94
C35.12.05.05.020	Execução de passeio c/ fornecimento de paver conforme projeto do IPPUJ, sobre base de brita lastro e areia, incl. preparação de cx.	M2	30,14	16,63	46,77	2.369,48	
						Total Material	R\$ 71.416,13
						Total M.O	R\$ 39.404,45
						Total	R\$ 110.820,58
C35.25.35.05.005	Forma de madeira	M2	28,04	15,68	43,72	5.627,52	
						Total Material	R\$ 157.795,52
						Total M.O	R\$ 88.239,44
						Total	R\$ 246.034,96
C35.25.35.10.001	Concreto bombeável dosado em central fck 30,0 mpa - abatimento 10 ± 2cm, brita 0 e 1, com cimento resistente a sulfatos. (lançado e bombeado)	M3	289,19	28,54	317,73	1.392,20	
						Total Material	R\$ 402.610,58
						Total M.O	R\$ 39.733,41
						Total	R\$ 442.344,00
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	133.304,03	
						Total Material	R\$ 523.884,83
						Total M.O	R\$ 209.287,33
						Total	R\$ 733.172,16
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\$ 423.867,07
						Total Material	R\$ 2.415.174,27
						Total	R\$ 2.839.041,34
Construção	BDI (Benefício e Despesas Indiretas)	%	30			BDI	R\$ 851.712,40
						Custo de Construção	R\$ 3.690.753,74
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8				295.260,30
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3				110.722,61
Indireto	Contingência	%	25				922.688,44
						Custos Indiretos	R\$ 1.328.671,35
						Custo Total	R\$ 5.019.425,09

**ORÇAMENTO DE OBRA**

Código da Obra: 08-CA-CS-G02  
 Obra: Galeria By-Pass 2  
 Comprimento (m): 344

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	7.322,04	
						Total Material	R\$ 80.981,77
						Total M.O	R\$ 9.079,33
						Total	R\$ 90.061,10
C10.12.05.10.005	Fornecimento de argila para aterro, posto obra (sem regularização e compactação)	M3	11,50	0,00	11,50	3.517,48	
						Total Material	R\$ 40.451,02
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 40.451,02
C35.25.15.10.005	Aterro com saibro - compactado	M3	38,94	0,90	39,84	2.811,40	
						Total Material	R\$ 109.475,76
						Total M.O	R\$ 2.530,26
						Total	R\$ 112.006,02
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	120,40	
						Total Material	R\$ 30.379,33
						Total M.O	R\$ 774,17
						Total	R\$ 31.153,50
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	M2	1,61	0,19	1,80	1.582,40	
						Total Material	R\$ 2.547,66
						Total M.O	R\$ 300,66
						Total	R\$ 2.848,32
C35.10.05.17.005	Execução de base estabilizada granulom etricam ente	M3	65,97	1,59	67,56	395,60	
						Total Material	R\$ 26.097,73
						Total M.O	R\$ 629,00
						Total	R\$ 26.726,74
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	894,40	
						Total Material	R\$ 1.386,32
						Total M.O	R\$ 44,72
						Total	R\$ 1.431,04
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	10,32	
						Total Material	R\$ 3.558,65
						Total M.O	R\$ 72,14
						Total	R\$ 3.630,78
C10.84.15.25.010	Guia em concreto extrusado	M	11,64	1,47	13,11	688,00	
						Total Material	R\$ 8.008,32
						Total M.O	R\$ 1.011,36
						Total	R\$ 9.019,68
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	3.543,20	
						Total Material	R\$ 99.351,33
						Total M.O	R\$ 55.557,38
						Total	R\$ 154.908,70
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	872,92	
						Total Material	R\$ 252.441,06
						Total M.O	R\$ 24.913,27
						Total	R\$ 277.354,33
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	80.862,58	
						Total Material	R\$ 317.789,95
						Total M.O	R\$ 126.954,26
						Total	R\$ 444.744,21
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	2.862,08	
						Total Material	R\$ 11.162,11
						Total M.O	R\$ 88.581,38
						Total	R\$ 99.743,49
478	Escora de eucalipto de Ø 200 mm	M	7,75	0,00	7,75	4.114,24	
						Total Material	R\$ 31.885,36
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 31.885,36
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\$ 310.447,91
						Total Material	R\$ 1.015.516,38
						Total	R\$ 1.325.964,29
Construção	BDI (Benefício e Despesas Indiretas)	%	30			BDI	R\$ 397.789,29
						Custo de Construção	R\$ 1.723.753,58
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8				137.900,29
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3				51.712,61
Indireto	Contingência	%	25				430.938,39
						Custos Indiretos	R\$ 620.551,29
						Custo Total	R\$ 2.344.304,87

# ORÇAMENTO DE OBRA

Código da Obra: R8-1

Obra: Reservatório de Detenção R8-1

Volume (m³): 13.715,00

Código IPPUJ	Descrição	Unid	Prego Unitário			Quantidade		
			Material	Mão de Obra	Prego Total			
C35.20.10.10.005	Desmatamento e limpeza de terreno com remoção de entulho	M2	0,87	0,08	0,95	5.376,00		
						Total Material	R\$	4.677,12
						Total M.O	R\$	430,08
						Total	R\$	5.107,20
C35.45.05.15.001	Escavação carga e transporte de mat. 1ª categoria com escavadeira hidráulica - 10 K m	M3	11,06	1,24	12,3	8.229,00		
						Total Material	R\$	91.012,74
						Total M.O	R\$	10.203,96
						Total	R\$	101.216,70
C35.25.15.05.021	Escavação carga e transporte de solos moles DMT até 15 Km.	M3	64,11	6,97	71,08	5.486,00		
						Total Material	R\$	351.707,46
						Total M.O	R\$	38.237,42
						Total	R\$	389.944,88
C20.05.15.10.010	Demolição manual de concreto armado com martelo pneumático	M3	138,19	156,55	294,74	403,20		
						Total Material	R\$	55.718,21
						Total M.O	R\$	63.120,96
						Total	R\$	118.839,17
C30.37.05.40.020	Entulho (Classe I I) - Obras de Construção Civil	TON.	109,8	0	109,8	645,12		
						Total Material	R\$	70.834,18
						Total M.O	R\$	-
						Total	R\$	70.834,18
C30.80.10.05.005	Transporte local c/ caminhão basculante 5 m3 (peso estimado do material:1,6t/m3)	M3XKM	0,76	0,1	0,86	6.451,20		
						Total Material	R\$	4.902,91
						Total M.O	R\$	645,12
						Total	R\$	5.548,03
C30.40.40.05.005	Ensecadeira de sacos de areia com fornecimento de areia	M3	81,96	25,72	107,68	9,00		
						Total Material	R\$	737,64
						Total M.O	R\$	231,48
						Total	R\$	969,12
C35.05.25.05.005	Dreno em brita , envolvida por geotêxtil ( largura: 40cm / profundidade: 50cm)	M	17,7	16,48	34,18	423,30		
						Total Material	R\$	7.492,41
						Total M.O	R\$	6.975,98
						Total	R\$	14.468,39
C10.84.15.15.004	Colchão drenante com areia média	M3	28,5	13,06	41,56	423,30		
						Total Material	R\$	12.064,05
						Total M.O	R\$	5.528,30
						Total	R\$	17.592,35
C10.84.25.05.020	Piso rústico de concreto armado fck=13,5 mpa, ripado em quadrados de 150x150cm, espessura=7cm	M2	24,1	18,52	42,62	7.760,21		
						Total Material	R\$	187.021,10
						Total M.O	R\$	143.719,12
						Total	R\$	330.740,23
C35.25.35.05.005	Forma de madeira	M2	28,04	15,68	43,72	99,60		
						Total Material	R\$	2.792,78
						Total M.O	R\$	1.561,73
						Total	R\$	4.354,51
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	27,00		
						Total Material	R\$	7.808,13
						Total M.O	R\$	770,58
						Total	R\$	8.578,71
C10.24.30.05.019	Armadura de aço CA-50 média, diâmetro: 12,5mm (1/2"), para macrodrenagem	KG	3,93	1,57	5,5	2.160,00		
						Total Material	R\$	8.488,80
						Total M.O	R\$	3.391,20
						Total	R\$	11.880,00
						Total M.O.	R\$	274.815,93
						Total Material	R\$	805.257,53
						Total	R\$	1.080.073,47
						BDI	R\$	324.022,04
Construção	BDI (Benefício e Despesas Indiretas)	%	30					
						Custo de Construção	R\$	1.404.095,51
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8					112.327,64
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3					42.122,87
Indireto	Contingência	%	25					351.023,88
						Custos Indiretos	R\$	505.474,38
						Custo Total	R\$	1.909.569,89