

Plano Diretor de Drenagem Urbana da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira

Estudo de Alternativas e Anteprojeto

Volume 2 | Estudos

Tomo VII • Sub-Bacia 7 • Vertente do Morro do Boa Vista • Canal Aracajú



BID



Fevereiro / 2011

951-PMJ-PDC-RT-P718 | REV.1

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



PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

ENGECORPS ♦ HIDROSTUDIO ♦ BRLi

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

RELATÓRIO PII - R5/R6/R8 - ESTUDO DE ALTERNATIVAS E MEDIDAS DE CONTROLE ESTRUTURAIS COM ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO, ESTUDOS ECONÔMICOS E ANTEPROJETOS DAS MEDIDAS DE CONTROLE ESTRUTURAIS
VOLUME 2 – TOMO VII – SUB-BACIA SB-07
VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – CANAL ARACAJÚ

ELABORADO:	ASM / FG / LDLF / MSTC	APROVADO:	Alberto Lang Filho
VERIFICADO:	Alberto Lang Filho	COORDENADOR GERAL:	Danny Dalberson Oliveira
Nº PMJ:		DATA:	jan/11
Nº ENGECORPS:	951-PMJ-PDC-RT-P718	CREA :	0600495622
		FOLHA:	
			Rev. 1

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

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

***RELATÓRIO 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 VII – SUB-BACIA SB-07
VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – CANAL
ARACAJÚ***

CONSÓRCIO ENGECORPS♦HIDROSTUDIO♦BRLi

951-PMJ-PDC-RT-P718

Rev. 1

Janeiro / 2011

APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

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

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

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

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

A bacia do rio Cachoeira ocupa uma região relativamente plana, com relevo mais movimentado nas regiões de montante. As nascentes encontram-se numa altitude aproximada de 40 m, sendo que alguns afluentes nascem em encostas cuja altitude pode atingir 180 m. No

entanto, a maior parte do percurso do canal principal situa-se entre 0 e 15 metros de altitude. A foz, na baía da Babitonga, caracteriza-se como uma região estuarina, com a presença de sedimentos arenosos de origem marinha, onde as declividades são inferiores a 1%, e onde se encontram áreas remanescentes de manguezais. O trecho inferior do rio sofre influência das marés e, durante os períodos de preamar, pode-se verificar a inversão do fluxo da água do rio Cachoeira, até quase a metade do seu percurso, causada pela entrada de água salgada pelo leito do rio.

PRINCIPAIS SUB-BACIAS DO RIO CACHOEIRA

Número Bacia	Sigla da PMJ	Nome Sub-Bacia	Área (km²)
SB-01	CA-NC	Nascente Principal do rio Cachoeira	2,79
SB-02	CA-LA	Leito Antigo do rio Cachoeira	1,55
SB-03	CA-BR	Rio Bom Retiro	2,09
SB-04	CA-LT	Rio Luiz Tonnemann	1,93
SB-05	CA-WB	Rio Walter Bandt	1,79
SB-06	CA-AV	Rio Alvino Vohl	1,12
SB-07	CA-AR	Canal da Rua Aracajú	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 Aracajú;
 - ✧ Tomo VIII – Sub-Bacia 8 – Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador;
 - ✧ Tomo IX – Sub-Bacia 9 – Rio Mirandinha;
 - ✧ Tomo X – Sub-Bacia 10 – Rio Morro Alto;
 - ✧ Tomo XI – Sub-Bacia 11 – Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Água Marinha;
 - ✧ Tomo XII – Sub-Bacia 12 – Vertente do Morro do Boa Vista – Parque de France;
 - ✧ Tomo XIII – Sub-Bacia 13 – Vertente do Morro do Boa Vista – Lagoa SaguAçú;
 - ✧ Tomo XIV – Sub-Bacia 14 – Rio Mathias;
 - ✧ Tomo XV – Sub-Bacia 15 – Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper;
 - ✧ Tomo XVI – Sub-Bacia 16 – Vertente do Morro do Boa Vista – Unidade de Obras;
 - ✧ Tomo XVII – Sub-Bacia 17 – Vertente do Morro do Boa Vista – Vick;
 - ✧ Tomo XVIII – Sub-Bacia 18 – Vertente do Morro do Boa Vista – Ponta Grossa;
 - ✧ Tomo XIX – Sub-Bacia 19 – Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Pedro Álvares Cabral;
 - ✧ Tomo XX – Sub-Bacia 20 – Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim;
 - ✧ Tomo XXI – Sub-Bacia 21 – Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Noruega;
 - ✧ Tomo XXII – Sub-Bacia 22 – Rio Jaguarão;
 - ✧ Tomo XXIII – Sub-Bacia 23 – Rio Bupeva;
 - ✧ Tomo XXIV – Sub-Bacia 24 – Rio Bucarein;
 - ✧ Tomo XXV – Sub-Bacia 25 – Rio Itaum-Açú;
 - ✧ Tomo XXVI – Rio Cachoeira.

ÍNDICE

	PÁG.
APRESENTAÇÃO.....	II
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO.....	1
2.1 CONCEPÇÃO GERAL.....	1
2.2 ESTUDOS INICIAIS E REUNIÃO COM A COMUNIDADE	2
2.2.1 Estudos Iniciais	2
2.2.2 Reunião com a Comunidade	2
2.3 CONCEPÇÃO DAS ALTERNATIVAS.....	6
2.3.1 Alternativa A	6
2.3.2 Alternativa B	7
2.3.3 Alternativa C	7
2.3.4 Dimensionamento das Alternativas	7
2.4 DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS	10
2.4.1 Alternativa A	10
2.4.2 Alternativa B	13
2.4.3 Alternativa C	16
3. SELEÇÃO DA ALTERNATIVA PARA TR 25 ANOS.....	21
3.1 CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS.....	23
3.1.1 Alternativa A	23
3.1.2 Alternativa B	23
3.1.3 Alternativa C	24
3.2 CUSTOS.....	24
3.2.1 Custos da Alternativa A	25
3.2.2 Custos da Alternativa B.....	26
3.2.3 Custos da Alternativa C	26
3.2.4 Desagregação dos Preços Financeiros e Cálculo dos Preços Econômicos	27
3.3 BENEFÍCIOS ECONÔMICOS	28
3.3.1 Danos Evitados.....	28
3.3.2 Benefícios por Valorização Imobiliária	30
3.3.3 Benefícios de Tráfego.....	33
3.3.4 Benefícios Indiretos	34

3.4	ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO DAS ALTERNATIVAS	34
4.	ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO POR PERÍODO DE RETORNO.....	39
4.1	DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS	39
4.2	CUSTOS POR PERÍODO DE RETORNO.....	40
4.3	BENEFÍCIOS POR PERÍODO DE RETORNO	40
4.3.1	<i>Benefícios por Danos Evitados</i>	<i>40</i>
4.3.2	<i>Benefícios de Valorização Imobiliária por Período de Retorno.....</i>	<i>41</i>
4.3.3	<i>Benefícios de Tráfego.....</i>	<i>42</i>
4.3.4	<i>Benefícios Indiretos</i>	<i>42</i>
4.4	RESULTADOS DA ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO.....	42
5.	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE.....	48
5.1	MODELAGEM DAS SIMULAÇÕES	48
5.1.1	<i>Análise de Risco para Período de Retorno de 5 Anos</i>	<i>50</i>
5.1.2	<i>Análise de Risco para Período de Retorno de 10 Anos</i>	<i>53</i>
5.1.3	<i>Análise de Risco para Período de Retorno de 25 Anos</i>	<i>56</i>
5.1.4	<i>Análise de Risco para Período de Retorno de 50 Anos</i>	<i>59</i>
5.1.5	<i>Conclusões da Análise de Risco</i>	<i>61</i>
6.	DETALHAMENTO DA ALTERNATIVA SELECIONADA.....	62
6.1	DESCRIÇÃO DA ALTERNATIVA	62
6.2	DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO	62
6.3	DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO	63
6.4	DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS	67
6.5	ORÇAMENTO.....	68

ANEXO I - DESENHOS DE PROJETO

ANEXO II - ORÇAMENTO

ÍNDICE DE FIGURAS**PÁG.**

<i>Ilustração 2.2 – Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Alternativa B – Concepção Geral.....</i>	<i>4</i>
<i>Ilustração 2.3 – Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Alternativa C – Concepção Geral.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2.2 – Velocidades Vazões na Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Alternativa A.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 2.2 – Níveis d'água Vazões na Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Alternativa A. ..</i>	<i>12</i>
<i>Figura 2.3 – Vazões na Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Alternativa B.</i>	<i>14</i>
<i>Figura 2.4 – Velocidades na Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Alternativa B.</i>	<i>15</i>
<i>Figura 2.5 – Níveis d'água na Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Alternativa B.</i>	<i>15</i>
<i>Figura 2.6 – Localização do Reservatório R7.1.</i>	<i>18</i>
<i>Figura 2.7 – Vazões na Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Alternativa C.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 2.8 – Velocidades na Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Alternativa C.</i>	<i>19</i>
<i>Figura 2.9 – Níveis d'água na Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Alternativa C.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 6.1 – Hidrograma das Junções para Período de Retorno de 25 Anos.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 6.2 – Perfil de Vazões de Dimensionamento da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú para o esquema de obras TR=25 Anos.</i>	<i>64</i>
<i>Figura 6.3 – Perfil do N.A da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú para o esquema de obras com TR=25 Anos.</i>	<i>65</i>
<i>Figura 6.4 – Perfil de velocidades da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú para o esquema de obras com TR=25 Anos.....</i>	<i>66</i>

ÍNDICE DE QUADROS**PÁG.**

Quadro 2.1 - Resumo de Alternativas e Custos.....	2
Quadro 2.2 - Prioridade de Estudos	6
Quadro 2.3 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Precipitação de Projeto (Duração de 1 Hora)	8
Quadro 2.4 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Dispositivos Atuais	8
Quadro 2.5 - Dados da Estação Fluviométrica 5.....	9
Quadro 2.6 - Taxa Média de Produção de Sedimentos em Arraste e Suspensão (Estação 5).....	9
Quadro 2.7 - Produção de Sedimentos nos Canais Fluviais (Alternativas A e B)	10
Quadro 2.8 - Produção e Retenção de Sedimentos nos Dispositivos e Canais Fluviais	10
Quadro 2.9 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Obras	11
Quadro 2.10 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Produção de Sedimentos – Alternativa A.....	13
Quadro 2.11 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Custos de Manutenção – Alternativa A.....	13
Quadro 2.12 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Obras	14
Quadro 2.13 - Sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Produção de Sedimentos – Alternativa B.....	16
Quadro 2.14 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Custos de Manutenção – Alternativa B.....	16
Quadro 2.15 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Obras	16
Quadro 2.16 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Reservatórios – Alternativa C.....	17
Quadro 2.17 - Sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Produção de Sedimentos – Alternativa C.....	21
Quadro 2.18 - Sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Custos de Manutenção – Alternativa C	21
Quadro 3.1 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Características das Obras – Alternativa A.....	23
Quadro 3.2 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Características das Obras – Alternativa B.....	23
Quadro 3.3 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Características das Obras – Alternativa C	24

Quadro 3.4 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Características das Obras de Reservação – Alternativa C.....	24
Quadro 3.5 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Características da Curva Paramétrica Complementar	25
Quadro 3.6 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa A.....	25
Quadro 3.7 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa B.....	26
Quadro 3.8 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa C.....	27
Quadro 3.9 - Fatores de Conversão	28
Quadro 3.10 - Custos de Investimentos e Manutenção – Preços Econômicos – Alternativas de Projeto ..	28
Quadro 3.11 - Parâmetros para Estimativa do Prejuízo Direto	29
Quadro 3.12 - Benefícios Econômicos para Alternativa A – TR 25 Anos	29
Quadro 3.13 - Benefícios Econômicos para Alternativa B – TR 25 Anos	29
Quadro 3.14 - Benefícios Econômicos para Alternativa C – TR 25 Anos	29
Quadro 3.15 - Coeficientes para Estimativa do Modelo de Valorização Imobiliária.....	31
Quadro 3.16 - Estatísticas Descritivas.....	32
Quadro 3.17 - ANOVA.....	32
Quadro 3.18 - Coeficientes	32
Quadro 3.19 - Análise Benefício Custo – Alternativa A	35
Quadro 3.20 - Análise Benefício Custo – Alternativa B	36
Quadro 3.21 - Análise Benefício Custo – Alternativa C	37
Quadro 3.22 - Síntese dos Resultados – Seleção da Alternativa	38
Quadro 4.1 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Características dos Dispositivos e Canais Existentes e Projetados.....	39
Quadro 4.2 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Custos por Período de Retorno – Preços Financeiros	40
Quadro 4.3 - Parâmetros para Estimativa do Prejuízo Direto por Período de retorno	41
Quadro 4.4 - Benefícios Econômicos para Alternativa A	41
Quadro 4.5 - Benefícios Econômicos por Valorização Imobiliária por Tempo de Retorno – Valores Econômicos.....	42
Quadro 4.6 - Benefícios de Tráfego por Período de Retorno	42
Quadro 4.7 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 5 Anos.....	43

Quadro 4.8 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 10 Anos.....	44
Quadro 4.9 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 25 Anos.....	45
Quadro 4.10 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 50 Anos.....	46
Quadro 4.11 - Síntese dos Resultados – Seleção do Tempo de Retorno	47
Quadro 5.1 - Síntese de Parâmetros da Simulação para TRs 5, 10, 25 e 50 Anos	49
Quadro 5.2 - TIR – Síntese da Análise de Risco para TR 5 Anos.....	50
Quadro 5.3 - VPL – Síntese da Análise de Risco para TR de 5 Anos	51
Quadro 5.4 - TIR – Síntese da Análise de Risco para TR 10 Anos.....	53
Quadro 5.5 - VPL – Síntese da Análise de Risco para TR de 10 anos	54
Quadro 5.6 - TIR – Síntese da Análise de Risco para TR 25 Anos.....	56
Quadro 5.7 - VPL – Síntese da Análise de Risco para TR de 25 Anos	57
Quadro 5.8 - TIR – Síntese da Análise de Risco para TR 50 Anos.....	59
Quadro 5.9 - VPL – Síntese da Análise de Risco para TR de 50 Anos	60
Quadro 5.10 - Síntese da Análise de Risco para TIR e VPL por Período de Retorno.....	61
Quadro 6.1 - Sub-Bacia Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Características das Obras Propostas	62
Quadro 6.2 - Vazões de Projeto em Cada Trecho.....	63

1. INTRODUÇÃO

O presente Tomo VII do Volume 2 do Relatório PIII - Estudo de Alternativas e Medidas de Controle Estruturais com Análise Benefício Custo, Estudos Econômicos e Anteprojeto das Medidas de Controle Estruturais tem por objetivo apresentar os estudos realizados para dimensionamento e seleção de Alternativas de obras para a bacia hidrográfica da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú, 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 do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú.

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 do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú nos seguintes documentos:

- ✓ 951-PMJ-PDC-RT-P112 – R3 – Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico – Volume 3 – Diagnóstico – Tomo VII – Sub-bacia 07 – Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú;
- ✓ 951-PMJ-PDC-RT-P138 – R3 – Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico – Volume 4 – Prognóstico – Tomo VII – Sub-bacia 07 – Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú.

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

2. ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO

2.1 CONCEPÇÃO GERAL

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

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

2.2 ESTUDOS INICIAIS E REUNIÃO COM A COMUNIDADE

2.2.1 Estudos Iniciais

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

QUADRO 2.1
RESUMO DE ALTERNATIVAS E CUSTOS

<i>Alternativas</i>	<i>Custos (R\$)</i>
Alternativa A: Alargamento e Adequação Hidráulica do Canal.	0,066 milhões
Alternativa B: Alargamento, Adequação Hidráulica do Canal e Complementação de Vazão (<i>By-Pass</i>).	1,320 milhões
Alternativa C: Alargamento, Adequação Hidráulica do Canal e Reservatório de Detenção.	5,892 milhões

2.2.2 Reunião com a Comunidade

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

A reunião com a comunidade abrangida pela sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú foi realizada na data de 08 de Outubro de 2009, às 19:30h na Câmara de Vereadores de Joinville.

O escopo principal desta reunião foi apresentar as Alternativas de intervenção para a sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista, esclarecendo os benefícios e os prejuízos causados com a adoção de cada solução, para que a sociedade, através de uma decisão coletiva, definisse a melhor Alternativa para a população residente na referida sub-bacia.

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

Plano Diretor de Drenagem Urbana – PDDU – da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira no Município de Joinville
Relatório PIII – Volume 2 – Tomo VII – Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú

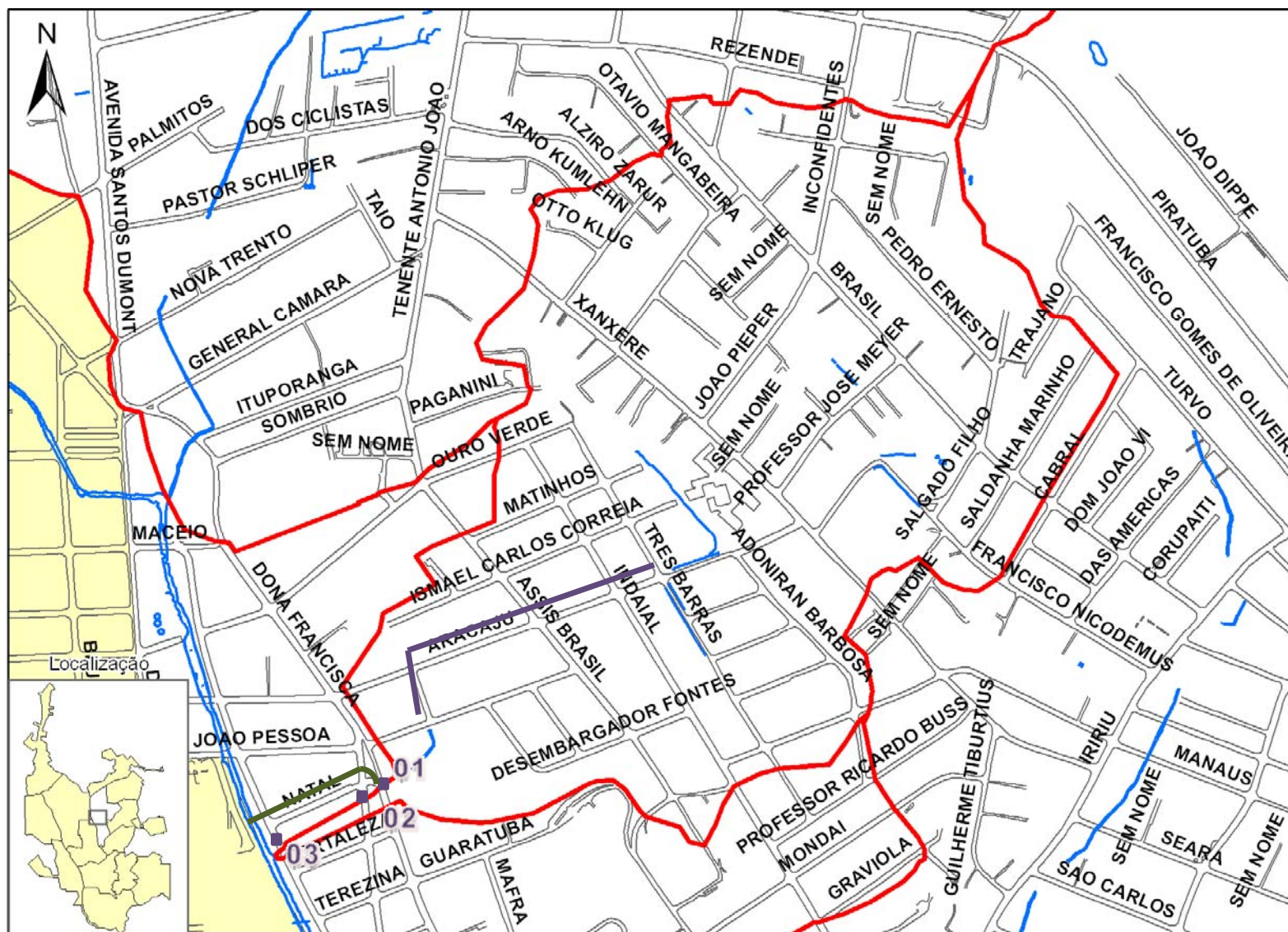


Ilustração 2.2 – Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Alternativa B – Concepção Geral.

Plano Diretor de Drenagem Urbana – PDDU – da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira no Município de Joinville
Relatório PIII – Volume 2 – Tomo VII – Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú

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

Através de uma reunião com participação de 45 pessoas, a população tomou conhecimento das Alternativas e através de manifestação e votação aberta, conforme consta no regimento da reunião, decidiu-se como prioridade para os estudos a classificação indicada no Quadro 2.2.

QUADRO 2.2
PRIORIDADE DE ESTUDOS

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

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

2.3 CONCEPÇÃO DAS ALTERNATIVAS

Com o aprofundamento dos estudos elaborados na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú, as Alternativas propostas inicialmente foram aprimoradas visando otimizar os custos e minimizar os impactos sociais. Os resultados deste aprofundamento são descritos a seguir.

2.3.1 Alternativa A

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.

2.3.2 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”, combinando ainda tal solução com outros tipos de intervenção, onde necessário.

2.3.3 Alternativa C

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

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

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

2.3.4 Dimensionamento das Alternativas

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

Utilizando da experiência do Consórcio foi realizado um pré-dimensionamento das estruturas e do canal definindo dimensões preliminares das obras de drenagem. O ajuste final foi realizado no modelo HEC-RAS para verificar a influência que o conjunto de obras de cada Alternativa gera no escoamento da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú.

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 VII do Volume 4 do relatório R3. No Quadro 2.3 são apresentadas as precipitações para a sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú com duração de 1 hora.

QUADRO 2.3

SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – CANAL ARACAJÚ – PRECIPITAÇÃO DE PROJETO (DURAÇÃO DE 1 HORA)

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

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

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

QUADRO 2.4

SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – CANAL ARACAJÚ – DISPOSITIVOS ATUAIS

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (m)</i>	<i>Comprimento (m)</i>
1	Rua Aracajú	Galeria	2,50x1,63	543,00
2	Rua Dona Francisca	Galeria	3,20x1,45	200,00

Para estimar a produção de sedimentos na bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú 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 Aracajú, utilizou-se a média dos dados dessa estação (vide Quadro 2.5) para obtenção da taxa de sedimentos carregados no rio Cachoeira.

QUADRO 2.5
DADOS DA ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA 5

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

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

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

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

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

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

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

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

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

<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>	
VMBV – Canal Aracajú	0,83	57,82	364,73	47,99	302,73	54,27

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

<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>	
VMBV – Canal Aracajú	0,83	57,82	364,73	47,99	302,73	54,27
Reservatório	0,76	57,82	364,73	43,71	275,74	66,91

2.4 DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS

2.4.1 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 2.9 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 2.9
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – CANAL ARACAJÚ – OBRAS
– ALTERNATIVA A

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>	<i>Situação</i>
1	Rua Aracajú	Galeria	2,50x1,63x543,00	Remoção
2	Rua dona Francisca	Galeria	3,20x1,45x200,00	Desativado
Galerias By-Pass				
3	Galeria By-Pass Canal Aracajú	Galeria	4,00x2,00x720,00	Implantação

O desenho 951-PMJ-PDC-A3-P784 (vide Anexo 1) apresenta as obras previstas na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú para a Alternativa A.

As Figuras 2.1, 2.2 e 2.3 apresentam, respectivamente, as vazões, as velocidades do escoamento e os níveis d'água ao longo da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú para a Alternativa A. A galeria By-Pass proposta foi dimensionada para vazão de projeto de 27,50 m³/s.

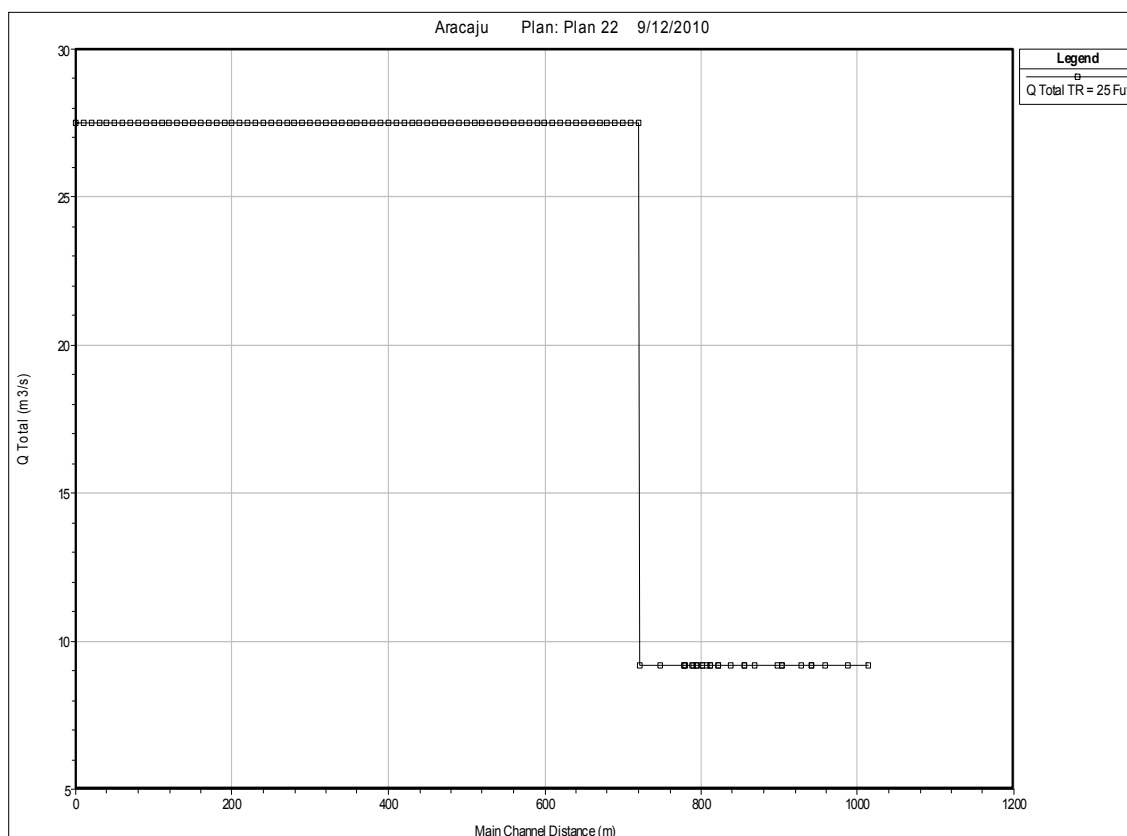


Figura 2.1 – Vazões na Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Alternativa A.

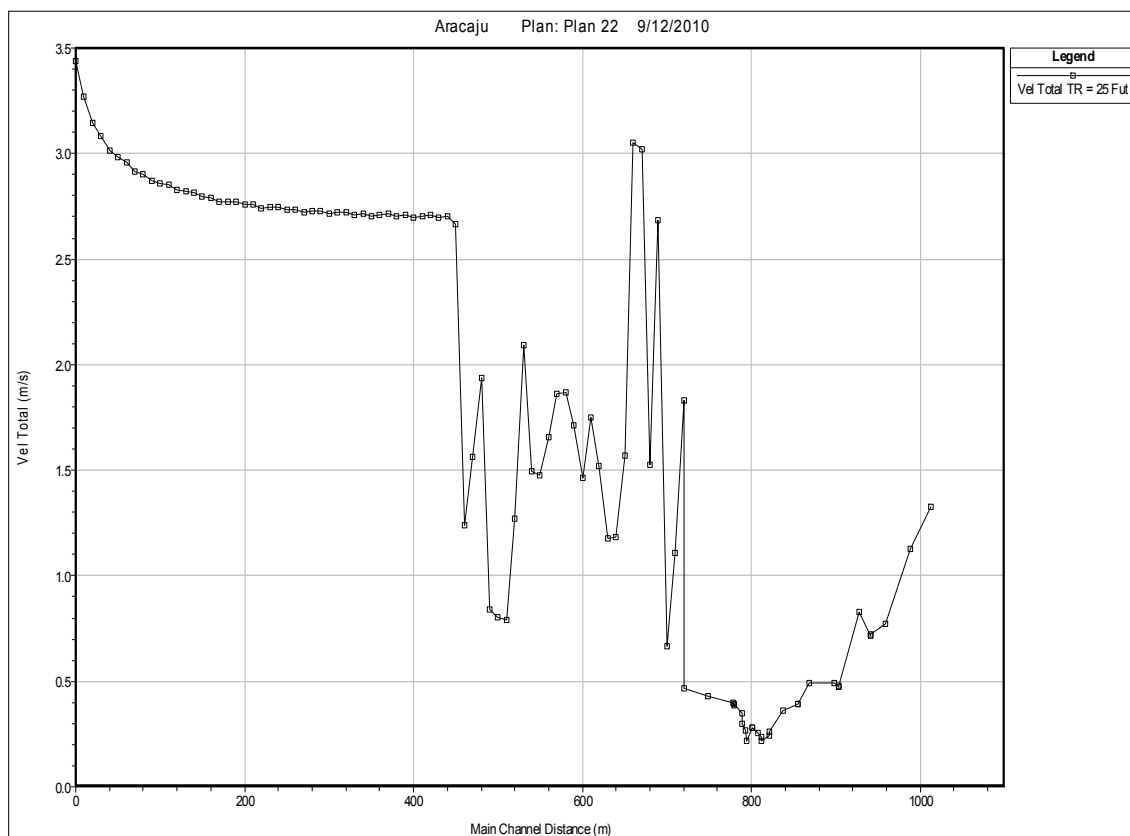


Figura 2.2 – Velocidades Vazões na Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Alternativa A.

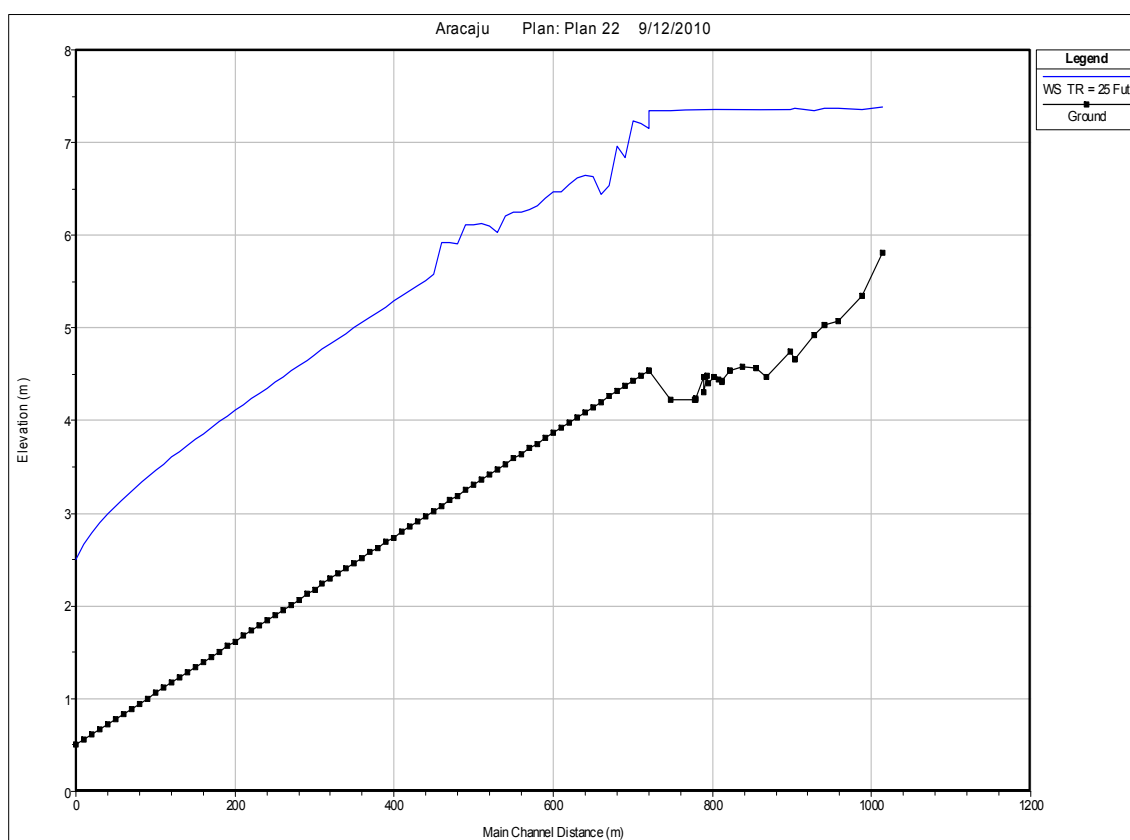


Figura 2.2 – Níveis d'água Vazões na Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Alternativa A.

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 do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú foi subdividida em setores obtendo suas áreas a montante de cada dispositivo de reservatório. A taxa adotada de 57,82 t/ano/km² para os sedimentos em arraste e 364,73 t/ano/km² para os em suspensão foi multiplicada pelas áreas em km² desses setores obtendo-se assim a estimativa de sedimentos produzidos no período de um ano, conforme apresentado no Quadro 2.10. No Quadro 2.11 estão apresentados os custos de manutenção dos canais da Alternativa A.

QUADRO 2.10
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – CANAL ARACAJÚ – PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS – ALTERNATIVA A

Rio	Área da Bacia (km ²)	Taxa Média (t/ano/km ²)		Produção de Sedimentos (t/ano)		Total	
		Arraste	Suspensão	Arraste	Suspensão	Peso (t/ano)	Volume (m ³ /ano)
VMBV – Canal Aracajú	0,83	57,82	364,73	47,99	302,73	54,27	36,18

QUADRO 2.11
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – CANAL ARACAJÚ – CUSTOS DE MANUTENÇÃO – ALTERNATIVA A

Item	Comprimento (m)	Relativo (%)	Volume de Sedimentos (m ³)	Custo Unitário de Manutenção (R\$/m ³)	Custo Total de Manutenção (R\$/ano)
Canais	292,17	29,0	10,44	333,19	3.479,48
Pontes e Galerias	720,00	71,0	25,73	695,75	17.904,90
				Total (R\$/ano)	21.384,38

2.4.2 Alternativa B

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

O Quadro 2.12 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 2.12
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – CANAL ARACAJÚ – OBRAS
– ALTERNATIVA B

Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)	Situação
1	Rua Aracajú	Galeria	3,00x2,00x543,00	Substituição
2	Rua Dona Francisca	Galeria	3,20x1,45x200,00	Permanece
Galerias By-Pass				
3	Galeria By-Pass Canal Aracajú	Galeria	4,50x2,50x216,00	Implantação
Implantação do Canal				
	Canal Aracajú Trecho 1	Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x292,17	Implantação
	Canal Aracajú Trecho 2	Canal Trapezoidal	6,00x(var.)x60,00	Implantação

O desenho 951-PMJ-PDC-A3-P785 (vide Anexo 1) apresenta as obras previstas na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista para a Alternativa B.

As Figuras 2.4, 2.5 e 2.6 apresentam, respectivamente, as vazões, as velocidades do escoamento e os níveis d'água ao longo da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú para a Alternativa B. A galeria *By-Pass* proposta foi dimensionada para vazão de projeto de 17,50 m³/s.

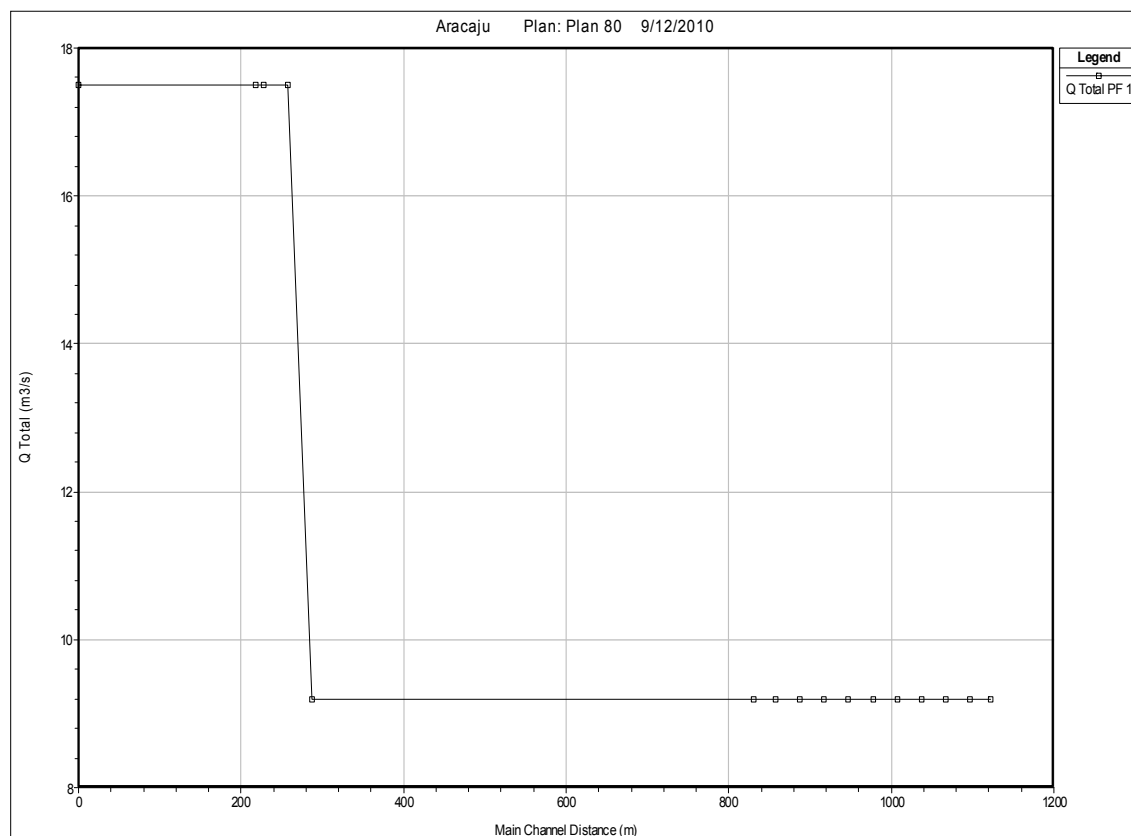


Figura 2.3 – Vazões na Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Alternativa B.

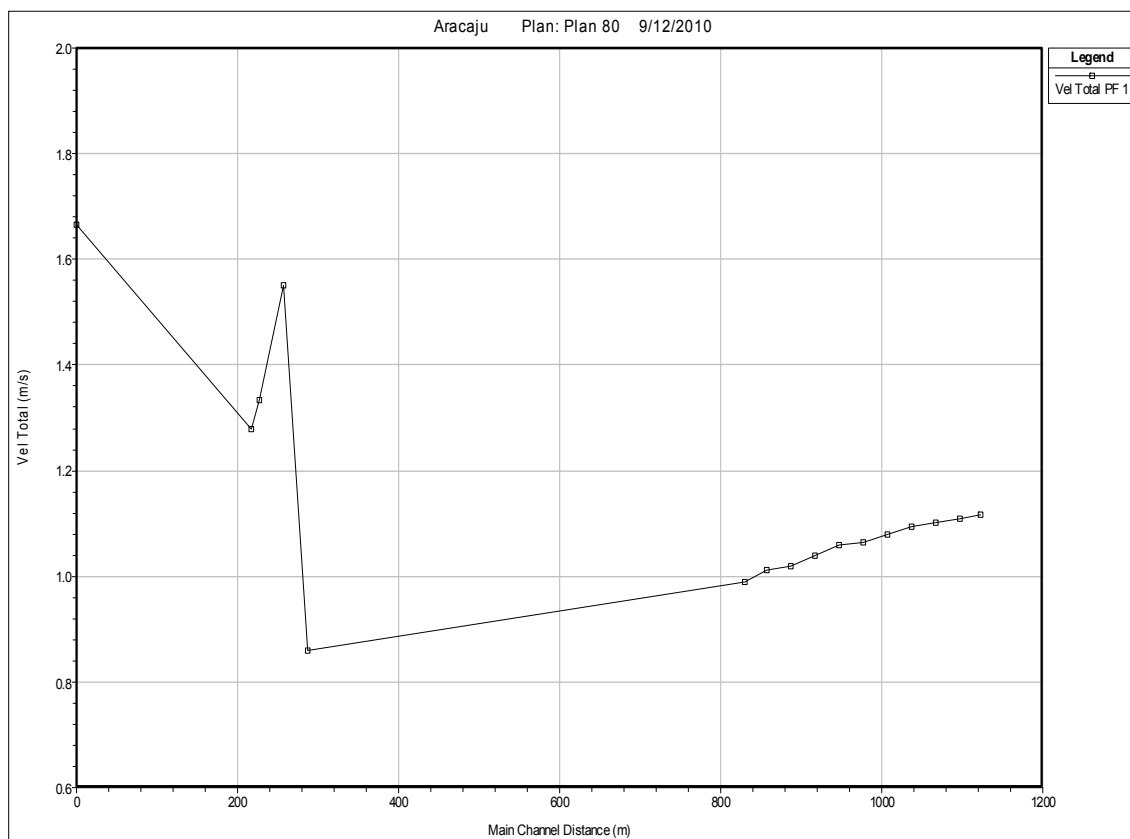


Figura 2.4 – Velocidades na Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Alternativa B.

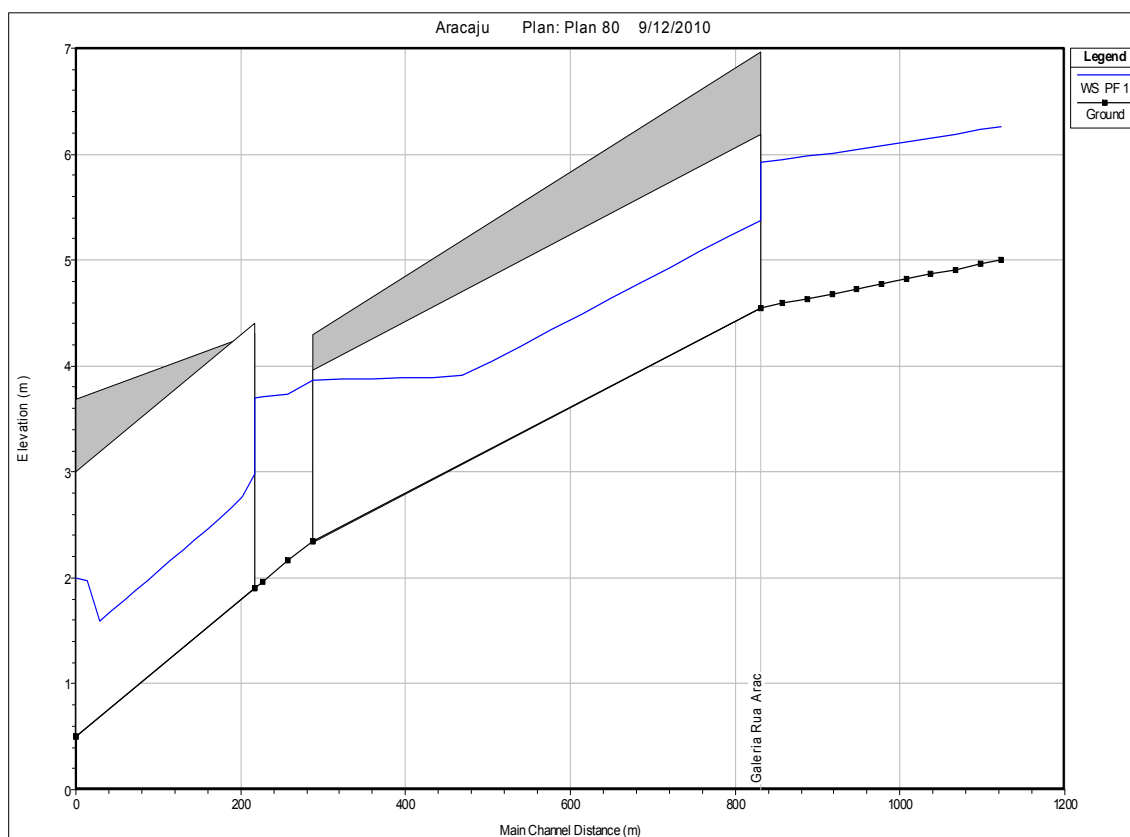


Figura 2.5 – Níveis d'água na Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Alternativa B.

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

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

QUADRO 2.13
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – CANAL ARACAJÚ – PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS – ALTERNATIVA B

Rio	Área da Bacia (km ²)	Taxa Média (t/ano/km ²)		Produção de Sedimentos (t/ano)		Total	
		Arraste	Suspensão	Arraste	Suspensão	Peso (t/ano)	Volume (m ³ /ano)
VMBV – Canal Aracajú	0,83	57,82	364,73	47,99	302,73	54,27	36,18

QUADRO 2.14
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – CANAL ARACAJÚ – CUSTOS DE MANUTENÇÃO – ALTERNATIVA B

Item	Comprimento (m)	Relativo (%)	Volume de Sedimentos (m ³)	Custo Unitário de Manutenção (R\$/m ³)	Custo Total de Manutenção (R\$/ano)
Canais	568,17	37,0	13,46	333,19	4.484,59
Pontes e Galerias	959,00	63,0	22,72	695,75	15.806,08
				Total (R\$/ano)	20.290,67

2.4.3 Alternativa C

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

Os Quadros 2.15 e 2.16 apresentam as obras propostas na Alternativa C para a sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú indicando os locais onde devem ocorrer as intervenções, assim como aqueles que apresentam capacidade hidráulica satisfatória, não sendo, portanto, necessária qualquer intervenção complementar.

QUADRO 2.15
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – CANAL ARACAJÚ – OBRAS – ALTERNATIVA C

Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)	Situação
1	Rua Aracajú	Galeria	3,00x2,00x543,00	Substituição
2	Rua dona Francisca	Galeria	3,20x1,45x200,00	Permanece
Implantação do Canal				
	Canal Aracajú	Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x292,17	Implantação

QUADRO 2.16
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – CANAL ARACAJÚ – 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 R7.1	31.719	27,78	7,87	Implantação

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P786 (vide Anexo 1) apresenta as obras previstas na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú para a Alternativa C.

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

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

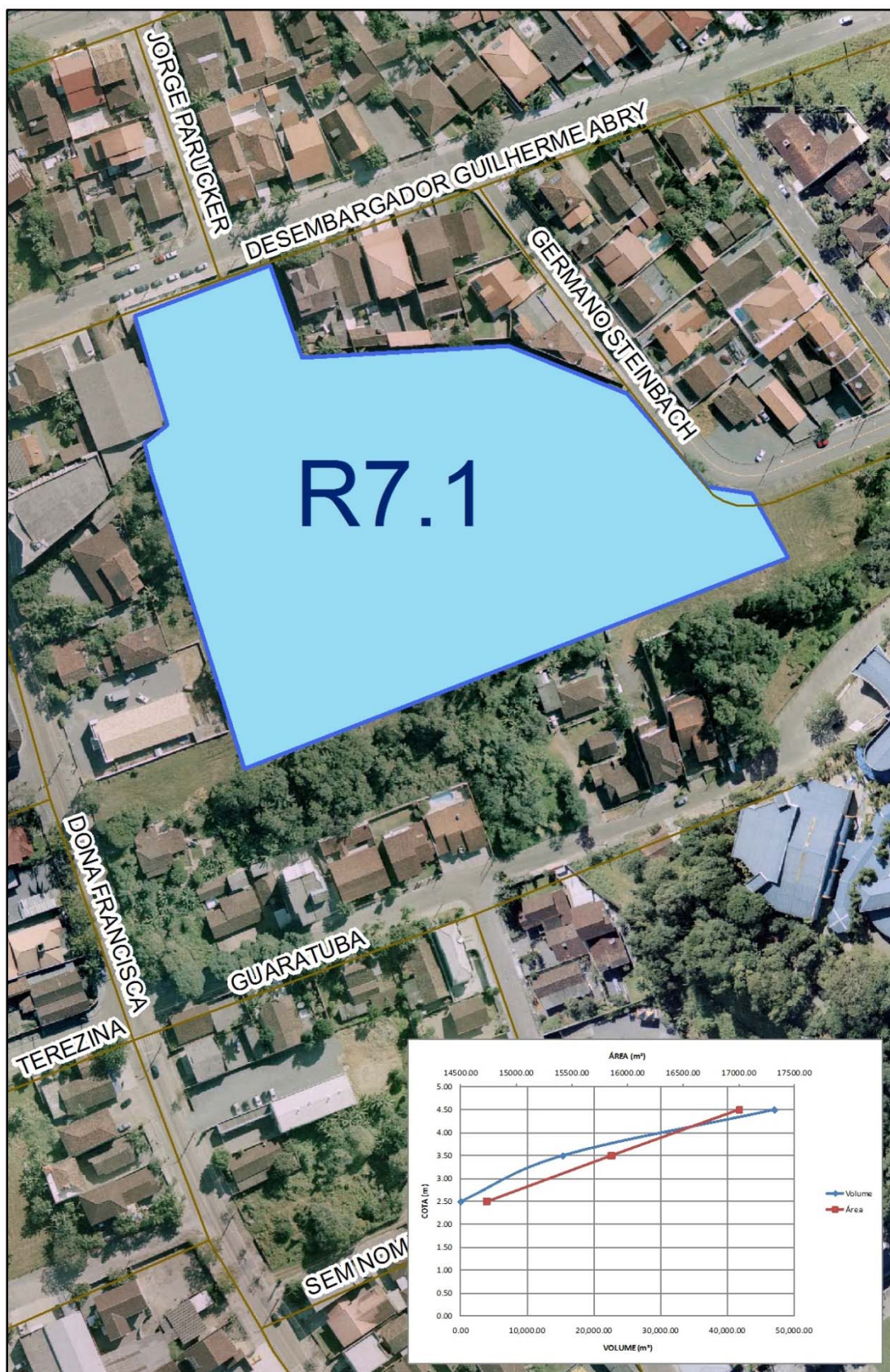


Figura 2.6 – Localização do Reservatório R7.1.

O reservatório foi denominado R7.1 e está localizado entre as ruas Desembargador Guilherme Abry e Guaratuba, conforme ilustrado na Figura 2.7.

As Figuras 2.8, 2.9 e 2.10 apresentam, respectivamente, as vazões, as velocidades e os níveis d'água ao longo da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú para a Alternativa C.

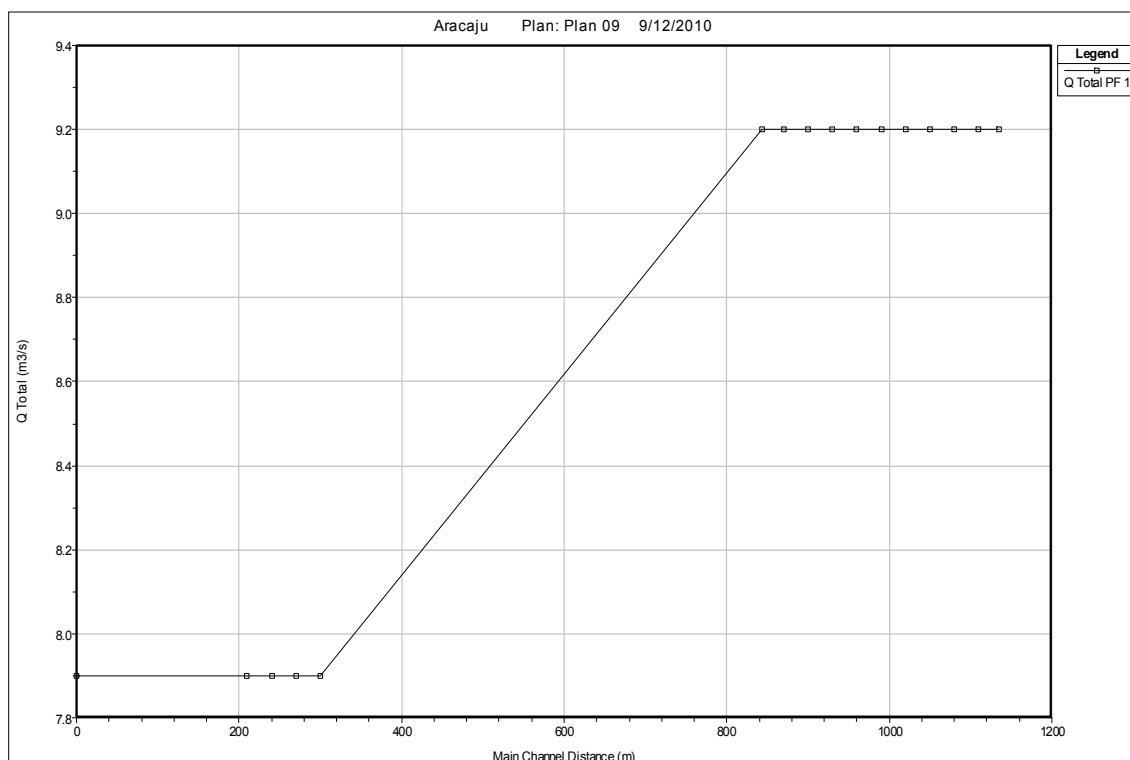


Figura 2.7 – Vazões na Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Alternativa C.

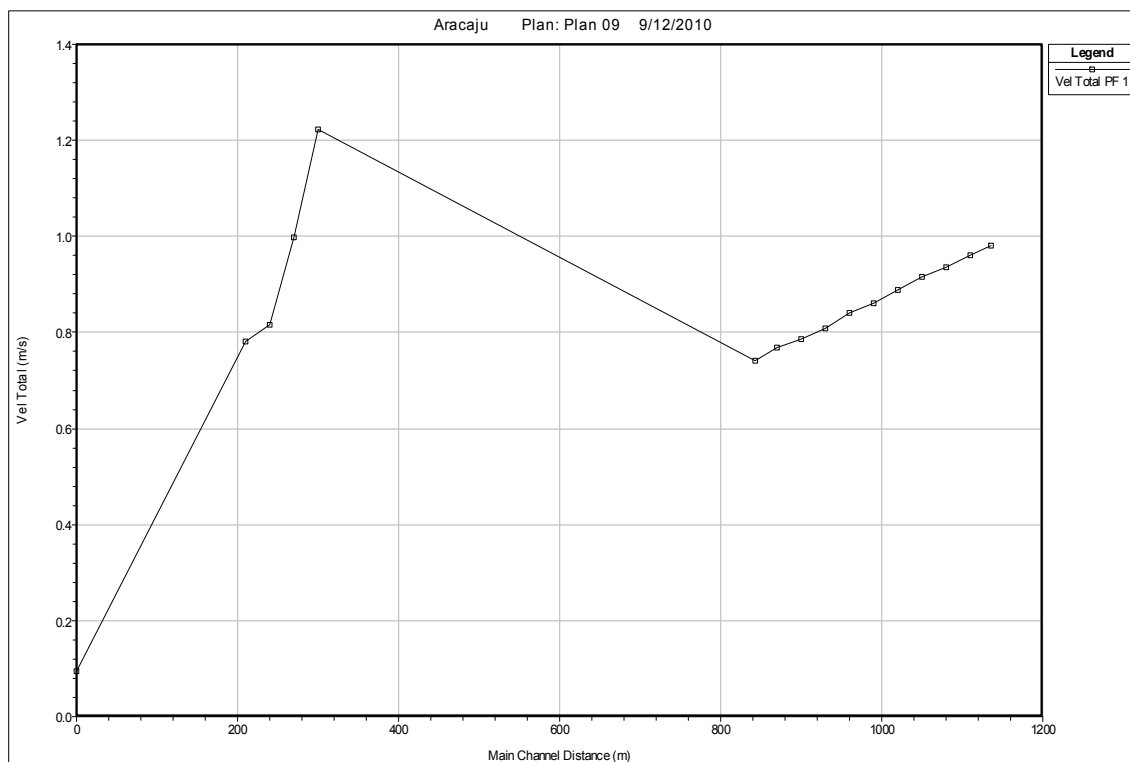


Figura 2.8 – Velocidades na Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú – Alternativa C.

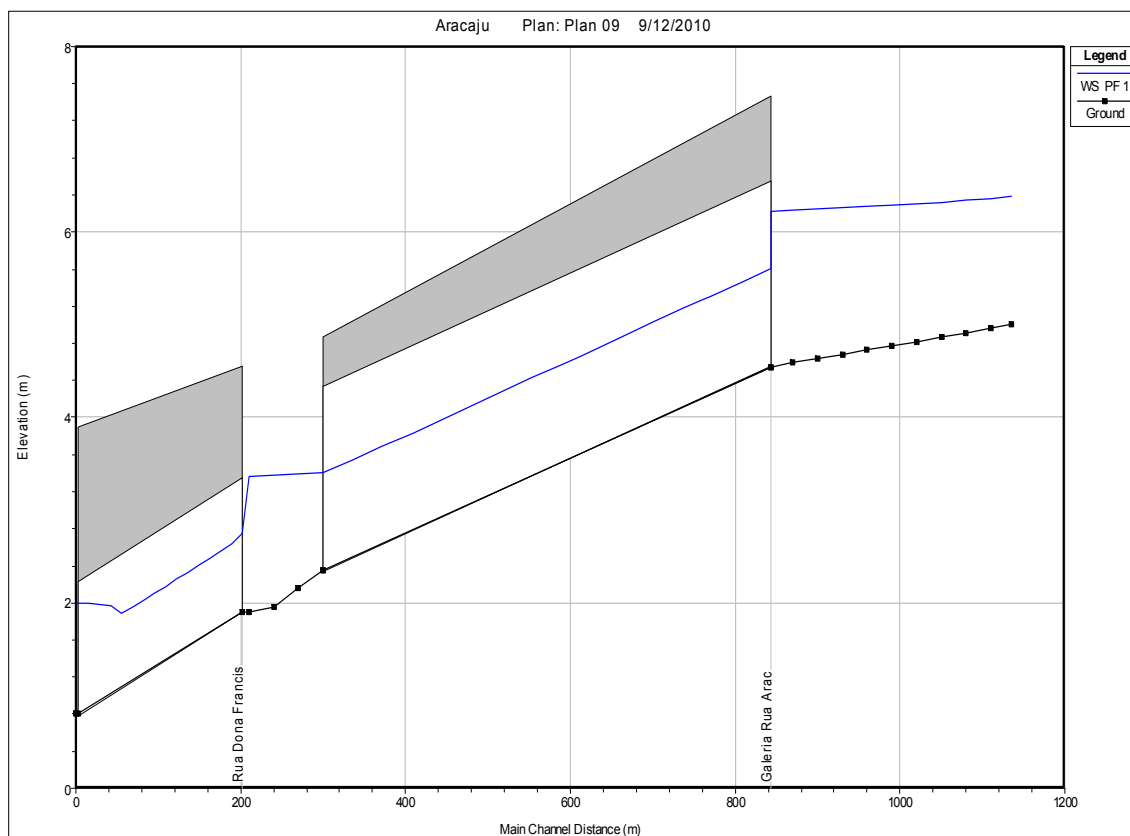


Figura 2.9 – Níveis d'água na Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracaju – Alternativa C.

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

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

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

QUADRO 2.17

SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – CANAL ARACAJÚ – PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS – ALTERNATIVA C

Rio	Área da Bacia (km ²)	Taxa Média (t/ano/km ²)		Produção de Sedimentos (t/ano)		Total	
		Arraste	Suspensão	Arraste	Suspensão	Peso (t/ano)	Volume (m ³ /ano)
VMBV – Canal Aracajú	0,83	57,82	364,73	47,99	302,73	54,27	36,18
Reservatórios	0,76	57,82	364,73	43,71	275,74	66,91	44,61

QUADRO 2.18

SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – CANAL ARACAJÚ – CUSTOS DE MANUTENÇÃO – ALTERNATIVA C

Item	Comprimento (m)	Relativo (%)	Volume de Sedimentos (m ³)	Custo Unitário de Manutenção (R\$/m ³)	Custo Total de Manutenção (R\$/ano)
Canais	292,17	28,0	10,21	333,19	3.402,17
Pontes e Galerias	743,00	72,0	25,97	695,75	18.066,34
Reservatórios	-	-	44,61	333,19	14.862,91
				Total (R\$/ano)	36.331,41

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 Quadros 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 DO MORRO DO BOA VISTA – CANAL ARACAJÚ – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA A

OBRAS A REMOVER			
<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>
1	Rua Aracajú	Galeria	2,50x1,63x543,00
OBRAS PROPOSTAS			
<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>
Galerias By-Pass			
3	Galeria By-Pass Canal Aracajú	Galeria	4,00x2,00x720,00
Obs: Os dispositivos existentes não listados acima serão desativados.			

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 DO MORRO DO BOA VISTA – CANAL ARACAJÚ – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA B

OBRAS EXISTENTES			
<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>
2	Rua Dona Francisca	Galeria	3,20x1,45x200,00
OBRAS PROPOSTAS			
<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>
1	Rua Aracajú	Galeria	3,00x2,00x543,00
Galerias By-Pass			
3	Galeria By-Pass Canal Aracajú	Galeria	4,50x2,50x216,00

continua...

QUADRO 3.2
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – CANAL ARACAJÚ – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA B

OBRAS PROPOSTAS			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
Implantação do Canal			
	Canal Aracajú Trecho 1	Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x292,17
	Canal Aracajú Trecho 2	Canal Trapezoidal	6,00x(var.)x60,00
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 DO MORRO DO BOA VISTA – CANAL ARACAJÚ – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA C

OBRAS EXISTENTES			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
2	Rua Dona Francisca	Galeria	3,20x1,45x200,00
OBRAS PROPOSTAS			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
1	Rua Aracajú	Galeria	3,00x2,00x543,00
Implantação do Canal			
	Canal Aracajú	Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x292,17
Obs: As obras existentes indicadas são mantidas na solução proposta.			

QUADRO 3.4
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – CANAL ARACAJÚ – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS DE RESERVAÇÃO – ALTERNATIVA C

Tipo	Volume de Acumulação (m³)
Reservatório de Detenção R7.1	31.719

3.2 CUSTOS

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

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

QUADRO 3.5

SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – CANAL ARACAJÚ – CARACTERÍSTICAS DA CURVA PARAMÉTRICA COMPLEMENTAR

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

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

Onde,

a, b e c: coeficientes das curvas paramétricas;

h: altura da seção (m);

L: extensão do trecho (m);

V: volume escavado (m³).

3.2.1 Custos da Alternativa A

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

QUADRO 3.6

SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – CANAL ARACAJÚ – CUSTOS DE INVESTIMENTOS – PREÇOS FINANCEIROS – ALTERNATIVA A

<i>CUSTOS FINAIS (R\$)</i>	
Remoção	126.612,32
Construção de Canais	-
Construção de Pontes	-
Construção de Galerias	5.979.498,56
Construção de Reservatórios	-
Total Construção	6.106.110,88
BDI (30%)	1.831.833,27
Total Custos Diretos	7.937.944,15

continua...

QUADRO 3.6
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – CANAL ARACAJÚ – CUSTOS DE
INVESTIMENTOS – PREÇOS FINANCEIROS – ALTERNATIVA A

CUSTOS FINAIS (R\$)	
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	635.035,53
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	238.138,32
Contingência (25%)	1.984.486,04
Total Outros Custos	2.857.659,89
Desapropriações	-
TOTAL	10.795.604,04

3.2.2 Custos da Alternativa B

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

QUADRO 3.7
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – CANAL ARACAJÚ – CUSTOS DE
INVESTIMENTOS – PREÇOS FINANCEIROS – ALTERNATIVA B

CUSTOS FINAIS (R\$)	
Remoção	126.612,32
Construção de Canais	301.892,89
Construção de Pontes	-
Construção de Galerias	5.966.038,62
Construção de Reservatórios	-
Total Construção	6.394.543,83
BDI (30%)	1.918.363,15
Total Custos Diretos	8.312.906,98
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	665.032,56
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	249.387,21
Contingência (25%)	2.078.226,74
Total Outros Custos	2.992.646,51
Desapropriações	4.696.156,27
TOTAL	16.001.709,76

3.2.3 Custos da Alternativa C

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

QUADRO 3.8
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – CANAL ARACAJÚ – CUSTOS DE
INVESTIMENTOS – PREÇOS FINANCEIROS – ALTERNATIVA C

CUSTOS FINAIS (R\$)	
Remoção	126.612,32
Construção de Canais	229.446,56
Construção de Pontes	-
Construção de Galerias	3.517.448,16
Construção de Reservatórios	2.440.674,40
Total Construção	6.314.181,44
BDI (30%)	1.894.254,43
Total Custos Diretos	8.208.435,87
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	656.674,87
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	246.253,08
Contingência (25%)	2.052.108,97
Total Outros Custos	2.955.036,91
Desapropriações	6.644.697,76
TOTAL	17.808.170,55

3.2.4 Desagregação dos Preços Financeiros e Cálculo dos Preços Econômicos

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

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

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

QUADRO 3.9
FATORES DE CONVERSÃO

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

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

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

QUADRO 3.10
CUSTOS DE INVESTIMENTOS E MANUTENÇÃO – PREÇOS ECONÔMICOS –
ALTERNATIVAS DE PROJETO

PREÇOS ECONÔMICOS – R\$ 1,00					
<i>Alternativa A</i>		<i>Alternativa B</i>		<i>Alternativa C</i>	
<i>Investimentos Totais</i>	<i>Manutenção Anual</i>	<i>Investimentos Totais</i>	<i>Manutenção Anual</i>	<i>Investimentos Totais</i>	<i>Manutenção Anual</i>
8.845.246,44	20.101,32	13.952.416,83	19.073,23	15.637.414,20	34.151,53

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^2)¹, altura média da lâmina d'água das Alternativas (m) e o valor de mercado das edificações na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú (R\$/ m^2) para o TR de 25 anos para todas Alternativas de projeto. Estas estimativas permitem calcular o benefício econômico da Alternativa associado ao TR de 25 anos. O Quadro 3.11 apresenta os valores de área inundável e lâmina d'água que ocorreriam na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú 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.

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

QUADRO 3.11
PARÂMETROS PARA ESTIMAÇÃO DO PREJUÍZO DIRETO

			PRECIPITAÇÃO			
			TR=5 Anos	TR=10 Anos	TR=25 Anos	TR=50 Anos
GEOMETRIA	Atual	Área Inundável (Km²)	0,022	0,043	0,055	0,069
		Lâmina d'água (m)	0,567	0,425	0,399	0,386
	25-A	Área Inundável (Km²)	-	-	-	0,012
		Lâmina d'água (m)	-	-	-	0,646
	25-B	Área Inundável (Km²)	-	-	-	0,008
		Lâmina d'água (m)	-	-	-	0,817
	25-C	Área Inundável (Km²)	-	-	-	0,007
		Lâmina d'água (m)	-	-	-	0,490

O valor médio do metro quadrado das edificações na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú foi estimado em R\$988,84 a partir de pesquisas realizadas no mercado imobiliário de Joinville. Os benefícios por danos evitados estimados para as Alternativas de projeto estão apresentados nos Quadros 3.12, 3.13 e 3.14.

QUADRO 3.12
BENEFÍCIOS ECONÔMICOS PARA ALTERNATIVA A – TR 25 ANOS

Tr Chuva	PROBABILIDADE				R\$	
Obra	0,2	0,1	0,04	0,02	Prejuízo Esperado	Benefícios Incrementais
Atual	1.808.207	2.705.508	3.272.901	3.947.595	842.060	-
25-A	-	-	-	1.130.817	22.616	819.444

QUADRO 3.13
BENEFÍCIOS ECONÔMICOS PARA ALTERNATIVA B – TR 25 ANOS

Tr Chuva	PROBABILIDADE				R\$	
Obra	0,2	0,1	0,04	0,02	Prejuízo Esperado	Benefícios Incrementais
Atual	1.808.207	2.705.508	3.272.901	3.947.595	842.060	-
25-B	-	-	-	1.004.737	20.095	821.965

QUADRO 3.14
BENEFÍCIOS ECONÔMICOS PARA ALTERNATIVA C – TR 25 ANOS

Tr Chuva	PROBABILIDADE				R\$	
Obra	0,2	0,1	0,04	0,02	Prejuízo Esperado	Benefícios Incrementais
Atual	1.808.207	2.705.508	3.272.901	3.947.595	842.060	-
25-C	-	-	-	515.697	10.314	831.746

Os cálculos dos danos evitados associados ao período de recorrência decorrem da multiplicação da área pela altura média, pelo valor do m² do imóvel e finalmente pelo coeficiente de correlação entre danos evitados e valor do imóvel, fixado em 0,15. Os resultados obtidos foram multiplicados pela probabilidade de ocorrência das inundações associadas ao período de retorno, que é dada pelo inverso do número de anos. Somando-se o

resultado obtido para o período de recorrência e restando-o do total referente ao sistema existente (situação sem projeto) obtém-se o benefício incremental, ou seja, a redução de danos entre a situação atual e o período de recorrência para o qual o projeto foi dimensionado².

3.3.2 *Benefícios por Valorização Imobiliária*

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

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

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

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

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

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*, *alvino*, *bomretiro*, *Aracajú*, *salvador*, *leito*, *luiz*, *mirand*, *Aracajú walter* e *estrutura*, resultando nos coeficientes apresentados no Quadro 3.15.

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

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

QUADRO 3.15
COEFICIENTES PARA ESTIMATIVA DO MODELO DE VALORIZAÇÃO IMOBILIÁRIA

	Coeficientes não estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Intervalo de confiança para B a 95%	
	B	Erro típ	Beta			Limite inferior	Limite superior
(Constante)	577,205	30,956	-	18,646	0,000	516,522	637,888
apart	-301,463	33,463	-0,208	-9,009	0,000	-367,059	-235,866
casa	-194,370	29,742	-0,281	-6,535	0,000	-252,672	-136,067
loja	-134,267	29,342	-0,131	-4,576	0,000	-191,786	-76,749
galpao	-167,980	30,263	-0,149	-5,551	0,000	-227,304	-108,655
estrutr1	-47,418	7,616	-0,070	-6,226	0,000	-62,348	-32,488
inunda	-4,967	5,819	-0,010	-0,854	0,393	-16,374	6,440
usor1	2,342	13,403	0,003	0,175	0,861	-23,932	28,617
alvino	-211,973	14,269	-0,237	-14,855	0,000	-239,945	-184,001
bomretiro	-262,846	13,129	-0,348	-20,020	0,000	-288,583	-237,109
Aracajú	-242,824	16,655	-0,201	-14,579	0,000	-275,474	-210,175
salvador	-209,674	14,437	-0,216	-14,523	0,000	-237,975	-181,372
leito	-241,240	13,810	-0,286	-17,468	0,000	-268,312	-214,168
luiz	-291,730	14,385	-0,319	-20,280	0,000	-319,930	-263,531
mirand	-258,932	12,727	-0,379	-20,346	0,000	-283,880	-233,985
Aracajú	-281,315	12,797	-0,409	-21,982	0,000	-306,401	-256,228
walter	-268,988	14,309	-0,294	-18,798	0,000	-297,038	-240,938

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 *lnvm2tot*, foi:

$$Z = 5,794 - 0,833*apart - 0,5*loja - 0,181*galpão - 0,653*estrutura - 0,062*inunda - 0,784*alvino - 1,016*bomretiro - 0,922*Aracajú - 0,64*salvador - 1,029*leito - 1,404*luiz - 0,977*mirand - 1,265*Bom Retiro - 1,107*Walter$$

ou seja, o valor do metro quadrado total é valorizado⁴ em 6,4% 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 37,1% do valor do metro quadrado total sendo o restante explicado por variáveis que não puderam ser mensuradas, interpretação esta que pôde ser obtida devido ao valor da estatística R ajustado.

⁴ 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) $I = 0$, $\ln(y_i) = \alpha$ e para (2) $I = 1$, $\ln(y_{ci}) = \alpha - \beta$. A valorização será calculada pela diferença (1-2).
 $\ln(y_i) - \ln(y_{ci}) = \alpha - (\alpha - \beta) = \beta$
 $\ln(y_i / y_{ci}) = \beta = (y_i / y_{ci}) = \exp(\beta)$ A valorização relativa   $((y_i / y_{ci}) / y_{ci}) = ((\exp(\beta)) - 1) * 100$.

QUADRO 3.16
ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>N</i>
lnvm2	4,6521	0,71837	7283
apart	0,03	0,173	7283
loja	0,06	0,246	7283
galpao	0,05	0,226	7283
estrutr1	0,17	0,373	7283
inunda	0,58	0,494	7283
alvino	0,09	0,281	7283
bomretiro	0,13	0,333	7283
Aracajú	0,05	0,209	7283
salvador	0,07	0,259	7283
leito	0,10	0,298	7283
luiz	0,08	0,275	7283
mirand	0,16	0,368	7283
Aracajú	0,16	0,366	7283
walter	0,08	0,274	7283

QUADRO 3.17
ANOVA

	<i>Soma de quadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Média quadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig</i>
Regressão	1399,274	14	99,948	307,980	0,000(a)
Residual	2358,671	7268	0,325	-	-
Total	3757,945	7282	-	-	-

a Variáveis preditoras: (Constante), walter, loja, apart, Aracajú, galpao, salvador, estrutr1, inunda, alvino, luiz, leito, bomretiro, Aracajú, mirand

b Variável dependente: lnvm2

QUADRO 3.18
COEFICIENTES

	<i>Coefficientes no estandarizados</i>		<i>Coefficientes estandarizados</i>	<i>t</i>	<i>Sig</i>	<i>Intervalo de confiança para B al 95%</i>	
	<i>B</i>	<i>Error típ</i>	<i>Beta</i>			<i>Limite inferior</i>	<i>Limite superior</i>
(Constante)	5,794	0,026	-	218,875	0,000	5,742	5,846
apart	-0,833	0,039	-0,201	-21,224	0,000	-0,910	-0,756
loja	-0,150	0,029	-0,052	-5,209	0,000	-0,207	-0,094
galpao	-0,181	0,030	-0,057	-6,100	0,000	-0,239	-0,123
estrutr1	-0,653	0,018	-0,339	-35,624	0,000	-0,689	-0,617
inunda	-0,062	0,014	-0,043	-4,444	0,000	-0,090	-0,035
alvino	-0,784	0,033	-0,306	-23,418	0,000	-0,849	-0,718
bomretiro	-1,016	0,031	-0,471	-33,006	0,000	-1,077	-0,956
Aracajú	-0,922	0,039	-0,268	-23,355	0,000	-1,000	-0,845
salvador	-0,640	0,034	-0,231	-18,663	0,000	-,707	-0,573
leito	-1,029	0,032	-0,427	-31,752	0,000	-1,093	-0,966
luiz	-1,404	0,034	-0,537	-41,411	0,000	-1,471	-1,338
mirand	-0,977	0,030	-0,501	-32,881	0,000	-1,036	-0,919
Aracajú	-1,265	0,030	-0,644	-42,394	0,000	-1,324	-1,207
walter	-1,107	0,034	-0,422	-32,757	0,000	-1,173	-1,041

Ao valor monetário do conjunto de imóveis identificados como pertencentes à sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú 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\$988,84/m²), obtendo-se assim o valor total dos ativos passíveis de valorização. Em seguida, aplica-se ao valor total destes ativos o percentual de valorização para obter-se o valor monetário do benefício econômico na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú.

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 do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú, o valor do benefício econômico, calculado conforme os procedimentos descritos acima, atingiu a quantia de R\$9,58 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 do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú 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 do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú 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\$4.366/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 A é aquela que maximiza o retorno econômico, pois apresenta o VPL maior para o tempo de retorno de 25 anos, embora a TIR seja inferior a 12%. Coincidentemente a Alternativa A foi a escolhida 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 ARACAJU

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 4,49%
1	-	-	-	-	-	8.845.246		-	-	8.845.246	(8.845.246)
2	98.952	1.392.454	4.366	299.154	1.794.927	-		20.101	-	20.101	1.774.826
3	98.952	1.392.454	4.366	299.154	1.794.927	-		20.101	-	20.101	1.774.826
4	98.952	1.392.454	4.366	299.154	1.794.927	-		20.101	-	20.101	1.774.826
5	98.952	1.392.454	4.366	299.154	1.794.927	-		20.101	-	20.101	1.774.826
6	98.952	1.392.454	4.366	299.154	1.794.927	-		20.101	-	20.101	1.774.826
7	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
8	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
9	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
10	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
11	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
12	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
13	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
14	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
15	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
16	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
17	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
18	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
19	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
20	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
21	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
22	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
23	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
24	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
25	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
VPL	770.277	5.019.484	33.989	1.164.750	6.988.500	8.845.246	-	156.475	-	9.001.721	(2.013.222)

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

QUADRO 3.20
ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO – ALTERNATIVA B

SUB BACIA CANAL ARACAJU

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 -4,12%
1	-	-			-	13.952.417		-	-	13.952.417	(13.952.417)
2	99.257	1.392.454	4.366	299.215	1.795.292	-		19.073	-	19.073	1.776.219
3	99.257	1.392.454	4.366	299.215	1.795.292	-		19.073	-	19.073	1.776.219
4	99.257	1.392.454	4.366	299.215	1.795.292	-		19.073	-	19.073	1.776.219
5	99.257	1.392.454	4.366	299.215	1.795.292	-		19.073	-	19.073	1.776.219
6	99.257	1.392.454	4.366	299.215	1.795.292	-		19.073	-	19.073	1.776.219
7	99.257		4.366	20.725	124.348	-		19.073	-	19.073	105.275
8	99.257		4.366	20.725	124.348	-		19.073	-	19.073	105.275
9	99.257		4.366	20.725	124.348	-		19.073	-	19.073	105.275
10	99.257		4.366	20.725	124.348	-		19.073	-	19.073	105.275
11	99.257		4.366	20.725	124.348	-		19.073	-	19.073	105.275
12	99.257		4.366	20.725	124.348	-		19.073	-	19.073	105.275
13	99.257		4.366	20.725	124.348	-		19.073	-	19.073	105.275
14	99.257		4.366	20.725	124.348	-		19.073	-	19.073	105.275
15	99.257		4.366	20.725	124.348	-		19.073	-	19.073	105.275
16	99.257		4.366	20.725	124.348	-		19.073	-	19.073	105.275
17	99.257		4.366	20.725	124.348	-		19.073	-	19.073	105.275
18	99.257		4.366	20.725	124.348	-		19.073	-	19.073	105.275
19	99.257		4.366	20.725	124.348	-		19.073	-	19.073	105.275
20	99.257		4.366	20.725	124.348	-		19.073	-	19.073	105.275
21	99.257		4.366	20.725	124.348	-		19.073	-	19.073	105.275
22	99.257		4.366	20.725	124.348	-		19.073	-	19.073	105.275
23	99.257		4.366	20.725	124.348	-		19.073	-	19.073	105.275
24	99.257		4.366	20.725	124.348	-		19.073	-	19.073	105.275
25	99.257		4.366	20.725	124.348	-		19.073	-	19.073	105.275
VPL	772.647	5.019.484	33.989	1.165.224	6.991.344	13.952.417	-	148.472	-	14.100.889	(7.109.545)

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

QUADRO 3.21
ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO – ALTERNATIVA C

SUB BACIA CANAL ARACAJU

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 -6,27%
1	-	-			-	15.637.414		-	-	15.637.414	(15.637.414)
2	100.438	1.392.454	4.366	299.452	1.796.710	-		34.152	-	34.152	1.762.558
3	100.438	1.392.454	4.366	299.452	1.796.710	-		34.152	-	34.152	1.762.558
4	100.438	1.392.454	4.366	299.452	1.796.710	-		34.152	-	34.152	1.762.558
5	100.438	1.392.454	4.366	299.452	1.796.710	-		34.152	-	34.152	1.762.558
6	100.438	1.392.454	4.366	299.452	1.796.710	-		34.152	-	34.152	1.762.558
7	100.438		4.366	20.961	125.765	-		34.152	-	34.152	91.614
8	100.438		4.366	20.961	125.765	-		34.152	-	34.152	91.614
9	100.438		4.366	20.961	125.765	-		34.152	-	34.152	91.614
10	100.438		4.366	20.961	125.765	-		34.152	-	34.152	91.614
11	100.438		4.366	20.961	125.765	-		34.152	-	34.152	91.614
12	100.438		4.366	20.961	125.765	-		34.152	-	34.152	91.614
13	100.438		4.366	20.961	125.765	-		34.152	-	34.152	91.614
14	100.438		4.366	20.961	125.765	-		34.152	-	34.152	91.614
15	100.438		4.366	20.961	125.765	-		34.152	-	34.152	91.614
16	100.438		4.366	20.961	125.765	-		34.152	-	34.152	91.614
17	100.438		4.366	20.961	125.765	-		34.152	-	34.152	91.614
18	100.438		4.366	20.961	125.765	-		34.152	-	34.152	91.614
19	100.438		4.366	20.961	125.765	-		34.152	-	34.152	91.614
20	100.438		4.366	20.961	125.765	-		34.152	-	34.152	91.614
21	100.438		4.366	20.961	125.765	-		34.152	-	34.152	91.614
22	100.438		4.366	20.961	125.765	-		34.152	-	34.152	91.614
23	100.438		4.366	20.961	125.765	-		34.152	-	34.152	91.614
24	100.438		4.366	20.961	125.765	-		34.152	-	34.152	91.614
25	100.438		4.366	20.961	125.765	-		34.152	-	34.152	91.614
VPL	781.841	5.019.484	33.989	1.167.063	7.002.377	15.637.414	-	265.846	-	15.903.260	(8.900.884)

*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 "A" - 25 ANOS	1	770.277,14	5.019.484,10	33.988,54	1.164.749,96	6.988.499,74	8.845.246,44	156.474,99	9.001.721,43	-2.013.221,69	4,49%	1,00	1,00	1,00
ALTERNATIVA "B" - 25 ANOS	2	772.647,43	5.019.484,10	33.988,54	1.165.224,02	6.991.344,09	13.952.416,83	148.472,03	14.100.888,86	-7.109.544,77	-4,12%	3,53	1,00	1,57
ALTERNATIVA "C" - 25 ANOS	3	781.841,39	5.019.484,10	33.988,54	1.167.062,81	7.002.376,84	15.637.414,20	265.846,29	15.903.260,49	-8.900.883,64	-6,27%	4,42	1,00	1,77
Escolha Econômica e 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 A para as obras da sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú, 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 DO MORRO DO BOA VISTA – CANAL ARACAJÚ – 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	Rua Aracajú	Removido	Removido	Removido	Removido
2	Rua Dona Francisca	Desativado	Desativado	Desativado	Desativado
3	Galeria By-Pass Aracajú	3,00x2,00x720,00	3,50x2,00x720,00	4,00x2,00x720,00	5,00x2,00x720,00
Galerias					
Pontes					
Reservatórios					
Canais					

4.2 CUSTOS POR PERÍODO DE RETORNO

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

QUADRO 4.2
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – CANAL ARACAJÚ – 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	126.612,32	126.612,32	126.612,32	126.612,32
Construção de Canais	-	-	-	-
Construção de Pontes	-	-	-	-
Construção de Galerias	4.653.434,75	5.320.308,91	5.979.498,56	7.274.824,37
Construção de Reservatórios	-	-	-	-
Total Construção	4.780.047,07	5.446.921,23	6.106.110,88	7.401.436,69
BDI (30%)	1.434.014,12	1.634.076,37	1.831.833,27	2.220.431,01
Total Custos Diretos	6.214.061,20	7.080.997,60	7.937.944,15	9.621.867,69
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	497.124,90	566.479,81	635.035,53	769.749,42
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	186.421,84	212.429,93	238.138,32	288.656,03
Contingência (25%)	1.553.515,30	1.770.249,40	1.984.486,04	2.405.466,92
Total Outros Custos	2.237.062,03	2.549.159,14	2.857.659,89	3.463.872,37
Desapropriações	-	-	-	-
TOTAL	8.451.123,23	9.630.156,74	10.795.604,04	13.085.740,06

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

4.3 BENEFÍCIOS POR PERÍODO DE RETORNO

4.3.1 Benefícios por Danos Evitados

De acordo com a metodologia apresentada anteriormente, foram estimados os parâmetros para área inundada (m^2)⁵, altura média da lâmina d'água das Alternativas (m) e o valor de mercado das edificações na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú ($R\$/m^2$) para os TRs de 5, 10, 25 e 50 anos. Estas estimativas, apresentadas no Quadro 4.3, permitem calcular o benefício econômico da Alternativa associado ao respectivo período de retorno.

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

QUADRO 4.3
PARÂMETROS PARA ESTIMAÇÃO DO PREJUÍZO DIRETO POR PERÍODO DE RETORNO

<i>Tr Chuva</i>	<i>5 Anos</i>		<i>10 Anos</i>		<i>25 Anos</i>		<i>50 Anos</i>	
<i>Obra</i>	<i>Área (Km²)</i>	<i>h (m)</i>	<i>Área (Km²)</i>	<i>h (m)</i>	<i>Área (Km²)</i>	<i>h (m)</i>	<i>Área (Km²)</i>	<i>h (m)</i>
Atual	0,020	0,570	0,040	0,420	0,060	0,400	0,070	0,390
5-A	-	-	0,010	0,680	0,040	0,560	0,080	0,530
10-A	-	-	-	-	0,010	0,670	0,020	0,580
25-A	-	-	-	-	-	-	0,010	0,650
50-A	-	-	-	-	-	-	-	-

O valor médio do metro quadrado das edificações na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú foi estimado em R\$988,84 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 A

<i>Tr Chuva</i>	<i>PROBABILIDADE</i>				<i>R\$</i>	
<i>Obra</i>	<i>0,2</i>	<i>0,1</i>	<i>0,04</i>	<i>0,02</i>	<i>Prejuízo Esperado</i>	<i>Benefícios Incrementais</i>
Atual	1.808.207	2.705.508	3.272.901	3.947.595	842.060	-
5-A	-	1.339.220	3.204.312	6.227.635	386.647	455.413
10-A	-	-	1.122.231	1.851.280	81.915	760.145
25-A	-	-	-	1.130.817	22.616	819.444
50-A	-	-	-	-	-	842.060

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

4.3.2 Benefícios de Valorização Imobiliária por Período de Retorno

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

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

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

<i>Período de Retorno</i>	<i>Benefícios por Valorização Imobiliária (R\$)</i>
5	1.952.694
10	3.897.433
25	5.019.484
50	6.263.562

4.3.3 Benefícios de Tráfego

Conforme metodologia já apresentada anteriormente, o benefício de tráfego para a sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú 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 do Morro do Boa Vista 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	13.222
10	26.391
25	33.989
50	42.413

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 25 anos é aquele que maximiza o retorno econômico, embora em nenhum dos TR's tenhamos TIR maior que 12% ou VPL maior que zero. O Quadro 4.11 apresenta a síntese dos resultados para os tempos de retorno de 5 a 50 anos.

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

SUB BACIA CANAL ARACAJU											
ALTERNATIVA "A" - 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 -6,45%
1	-	-	-	-	-	6.923.162		-	-	6.923.162	(6.923.162)
2	54.994	541.696	1.699	119.678	718.066	-		20.101	-	20.101	697.965
3	54.994	541.696	1.699	119.678	718.066	-		20.101	-	20.101	697.965
4	54.994	541.696	1.699	119.678	718.066	-		20.101	-	20.101	697.965
5	54.994	541.696	1.699	119.678	718.066	-		20.101	-	20.101	697.965
6	54.994	541.696	1.699	119.678	718.066	-		20.101	-	20.101	697.965
7	54.994		1.699	11.338	68.031	-		20.101	-	20.101	47.929
8	54.994		1.699	11.338	68.031	-		20.101	-	20.101	47.929
9	54.994		1.699	11.338	68.031	-		20.101	-	20.101	47.929
10	54.994		1.699	11.338	68.031	-		20.101	-	20.101	47.929
11	54.994		1.699	11.338	68.031	-		20.101	-	20.101	47.929
12	54.994		1.699	11.338	68.031	-		20.101	-	20.101	47.929
13	54.994		1.699	11.338	68.031	-		20.101	-	20.101	47.929
14	54.994		1.699	11.338	68.031	-		20.101	-	20.101	47.929
15	54.994		1.699	11.338	68.031	-		20.101	-	20.101	47.929
16	54.994		1.699	11.338	68.031	-		20.101	-	20.101	47.929
17	54.994		1.699	11.338	68.031	-		20.101	-	20.101	47.929
18	54.994		1.699	11.338	68.031	-		20.101	-	20.101	47.929
19	54.994		1.699	11.338	68.031	-		20.101	-	20.101	47.929
20	54.994		1.699	11.338	68.031	-		20.101	-	20.101	47.929
21	54.994		1.699	11.338	68.031	-		20.101	-	20.101	47.929
22	54.994		1.699	11.338	68.031	-		20.101	-	20.101	47.929
23	54.994		1.699	11.338	68.031	-		20.101	-	20.101	47.929
24	54.994		1.699	11.338	68.031	-		20.101	-	20.101	47.929
25	54.994		1.699	11.338	68.031	-		20.101	-	20.101	47.929
VPL	428.088	1.952.694	13.222	478.801	2.872.806	6.923.162	-	156.475	-	7.079.637	(4.206.831)
*Inclui-se imprevistos de obras, administração e supervisão.										B/C	0,41

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

SUB BACIA CANAL ARACAJU											
ALTERNATIVA "A" - 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 2,02%
1	-	-			-	7.889.773		-	-	7.889.773	(7.889.773)
2	91.792	1.081.186	3.390	235.274	1.411.641	-		20.101	-	20.101	1.391.540
3	91.792	1.081.186	3.390	235.274	1.411.641	-		20.101	-	20.101	1.391.540
4	91.792	1.081.186	3.390	235.274	1.411.641	-		20.101	-	20.101	1.391.540
5	91.792	1.081.186	3.390	235.274	1.411.641	-		20.101	-	20.101	1.391.540
6	91.792	1.081.186	3.390	235.274	1.411.641	-		20.101	-	20.101	1.391.540
7	91.792		3.390	19.036	114.218	-		20.101	-	20.101	94.117
8	91.792		3.390	19.036	114.218	-		20.101	-	20.101	94.117
9	91.792		3.390	19.036	114.218	-		20.101	-	20.101	94.117
10	91.792		3.390	19.036	114.218	-		20.101	-	20.101	94.117
11	91.792		3.390	19.036	114.218	-		20.101	-	20.101	94.117
12	91.792		3.390	19.036	114.218	-		20.101	-	20.101	94.117
13	91.792		3.390	19.036	114.218	-		20.101	-	20.101	94.117
14	91.792		3.390	19.036	114.218	-		20.101	-	20.101	94.117
15	91.792		3.390	19.036	114.218	-		20.101	-	20.101	94.117
16	91.792		3.390	19.036	114.218	-		20.101	-	20.101	94.117
17	91.792		3.390	19.036	114.218	-		20.101	-	20.101	94.117
18	91.792		3.390	19.036	114.218	-		20.101	-	20.101	94.117
19	91.792		3.390	19.036	114.218	-		20.101	-	20.101	94.117
20	91.792		3.390	19.036	114.218	-		20.101	-	20.101	94.117
21	91.792		3.390	19.036	114.218	-		20.101	-	20.101	94.117
22	91.792		3.390	19.036	114.218	-		20.101	-	20.101	94.117
23	91.792		3.390	19.036	114.218	-		20.101	-	20.101	94.117
24	91.792		3.390	19.036	114.218	-		20.101	-	20.101	94.117
25	91.792		3.390	19.036	114.218	-		20.101	-	20.101	94.117
VPL	714.537	3.897.433	26.391	927.672	5.566.032	7.889.773	-	156.475	-	8.046.248	(2.480.216)
*Inclui-se imprevistos de obras, administração e supervisão.										B/C	0,69

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

SUB BACIA CANAL ARACAJU											
ALTERNATIVA "A" - 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 4,49%
1	-	-			-	8.845.246		-	-	8.845.246	(8.845.246)
2	98.952	1.392.454	4.366	299.154	1.794.927	-		20.101	-	20.101	1.774.826
3	98.952	1.392.454	4.366	299.154	1.794.927	-		20.101	-	20.101	1.774.826
4	98.952	1.392.454	4.366	299.154	1.794.927	-		20.101	-	20.101	1.774.826
5	98.952	1.392.454	4.366	299.154	1.794.927	-		20.101	-	20.101	1.774.826
6	98.952	1.392.454	4.366	299.154	1.794.927	-		20.101	-	20.101	1.774.826
7	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
8	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
9	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
10	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
11	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
12	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
13	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
14	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
15	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
16	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
17	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
18	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
19	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
20	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
21	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
22	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
23	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
24	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
25	98.952		4.366	20.664	123.982	-		20.101	-	20.101	103.881
VPL	770.277	5.019.484	33.989	1.164.750	6.988.500	8.845.246	-	156.475	-	9.001.721	(2.013.222)
*Inclui-se imprevistos de obras, administração e supervisão.										B/C	0,78

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

SUB BACIA CANAL ARACAJU											
ALTERNATIVA "A" - 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 4,51%
1	-	-			-	10.722.777		-	-	10.722.777	(10.722.777)
2	101.684	1.737.573	5.448	368.941	2.213.646	-		20.101	-	20.101	2.193.545
3	101.684	1.737.573	5.448	368.941	2.213.646	-		20.101	-	20.101	2.193.545
4	101.684	1.737.573	5.448	368.941	2.213.646	-		20.101	-	20.101	2.193.545
5	101.684	1.737.573	5.448	368.941	2.213.646	-		20.101	-	20.101	2.193.545
6	101.684	1.737.573	5.448	368.941	2.213.646	-		20.101	-	20.101	2.193.545
7	101.684		5.448	21.426	128.558	-		20.101	-	20.101	108.457
8	101.684		5.448	21.426	128.558	-		20.101	-	20.101	108.457
9	101.684		5.448	21.426	128.558	-		20.101	-	20.101	108.457
10	101.684		5.448	21.426	128.558	-		20.101	-	20.101	108.457
11	101.684		5.448	21.426	128.558	-		20.101	-	20.101	108.457
12	101.684		5.448	21.426	128.558	-		20.101	-	20.101	108.457
13	101.684		5.448	21.426	128.558	-		20.101	-	20.101	108.457
14	101.684		5.448	21.426	128.558	-		20.101	-	20.101	108.457
15	101.684		5.448	21.426	128.558	-		20.101	-	20.101	108.457
16	101.684		5.448	21.426	128.558	-		20.101	-	20.101	108.457
17	101.684		5.448	21.426	128.558	-		20.101	-	20.101	108.457
18	101.684		5.448	21.426	128.558	-		20.101	-	20.101	108.457
19	101.684		5.448	21.426	128.558	-		20.101	-	20.101	108.457
20	101.684		5.448	21.426	128.558	-		20.101	-	20.101	108.457
21	101.684		5.448	21.426	128.558	-		20.101	-	20.101	108.457
22	101.684		5.448	21.426	128.558	-		20.101	-	20.101	108.457
23	101.684		5.448	21.426	128.558	-		20.101	-	20.101	108.457
24	101.684		5.448	21.426	128.558	-		20.101	-	20.101	108.457
25	101.684		5.448	21.426	128.558	-		20.101	-	20.101	108.457
VPL	791.536	6.263.562	42.413	1.419.502	8.517.014	10.722.777	-	156.475	-	10.879.252	(2.362.239)
*Inclui-se imprevistos de obras, administração e supervisão.										B/C	0,78

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
25 ANOS	1	770.277,14	5.019.484,10	33.988,54	1.164.749,96	6.988.499,74	8.845.246,44	156.474,99	9.001.721,43	-2.013.221,69	4,49%	1,00	1,00	1,00
50 ANOS	2	791.536,49	6.263.562,21	42.412,60	1.419.502,26	8.517.013,57	10.722.777,33	156.474,99	10.879.252,32	-2.362.238,75	4,51%	1,17	1,22	1,21
10 ANOS	3	714.536,53	3.897.432,77	26.390,77	927.672,01	5.566.032,09	7.889.773,35	156.474,99	8.046.248,34	-2.480.216,26	2,02%	1,23	0,80	0,89
5 ANOS	4	428.088,11	1.952.694,35	13.222,32	478.800,96	2.872.805,74	6.923.161,85	156.474,99	7.079.636,84	-4.206.831,09	-6,45%	2,09	0,41	0,79
Escolha Econômica														

5. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

5.1 MODELAGEM DAS SIMULAÇÕES

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

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

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

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

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

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

@RISK Input Results Performed By: Luiz Cláudio Faria Date: 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		,72968	1,00067	1,32012	,83256	1,16225	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		,08042	,11454	,14993	,08384	,14630	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,66707	,99614	1,31881	,83925	1,14193	0
	Custos de Investimentos	B15		,75178	,99139	1,29508	,82836	1,14426	0
TR 10 ANOS	Benefícios Valorizacao Imobiliária	B11		,71384	,98643	1,32675	,81230	1,15179	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		,08005	,11530	,14970	,08296	,14697	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,63143	1,00124	1,31989	,83975	1,17859	0
	Custos de Investimentos	B15		,69841	,99774	1,25853	,84001	1,15586	0
TR 25 ANOS	Benefícios Valorizacao Imobiliária	B11		,73697	,99561	1,27450	,83189	1,15115	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		,08000	,11520	,14984	,08327	,14606	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,72106	1,00317	1,28456	,82456	1,18073	0
	Custos de Investimentos	B15		,65599	,99759	1,40060	,84028	1,16067	0
TR 50 ANOS	Benefícios Valorizacao Imobiliária	B11		,72651	1,00451	1,24746	,83809	1,16275	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		,08038	,11548	,14997	,08315	,14536	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,61795	1,00015	1,30842	,83637	1,16984	0
	Custos de Investimentos	B15		,70515	1,00120	1,28739	,84715	1,16319	0

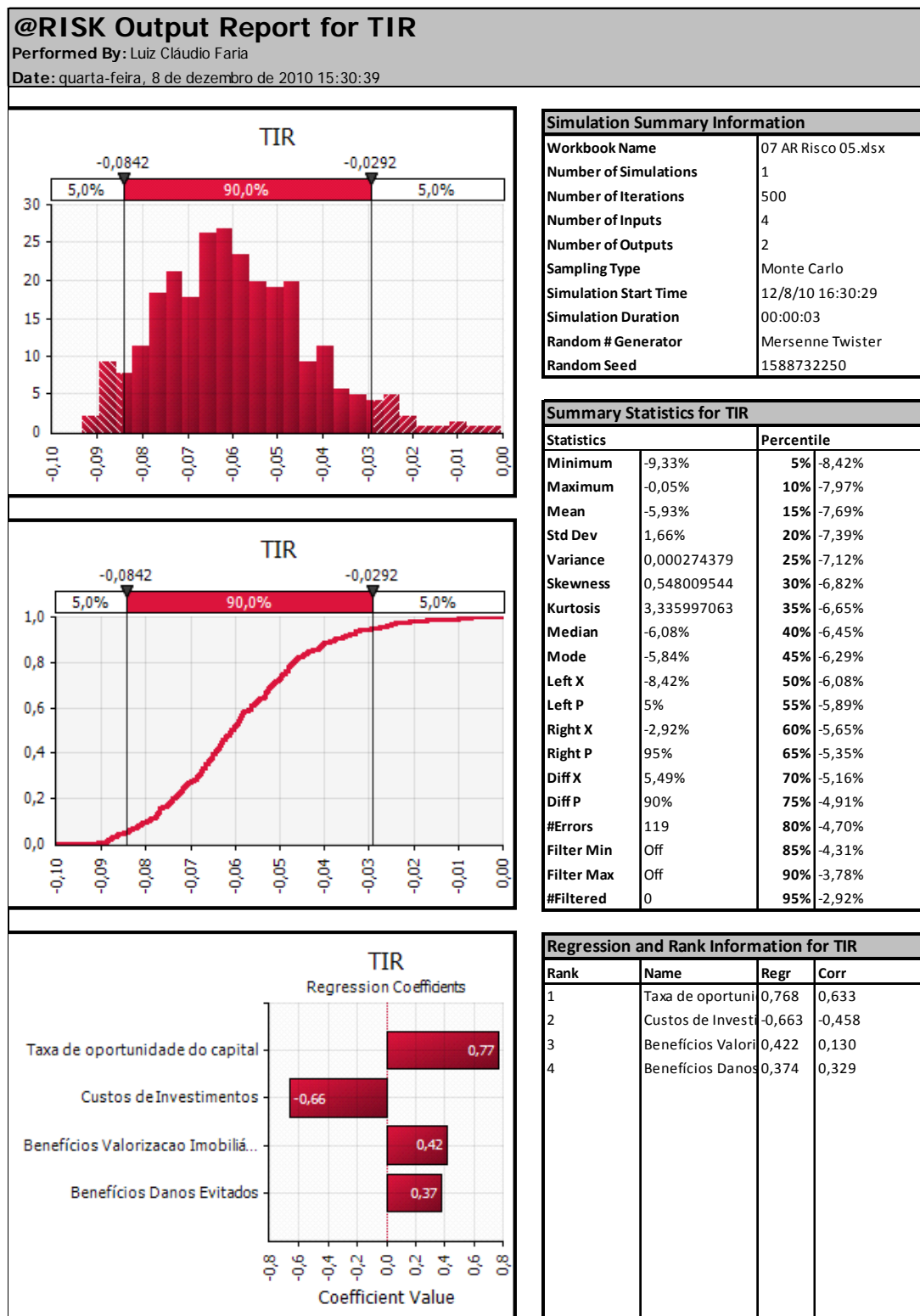
A análise de risco foi realizada para os tempos de recorrência de 5, 10, 25 e 50 anos e seus resultados são apresentados a seguir.

5.1.1 Análise de Risco para Período de Retorno de 5 Anos

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

QUADRO 5.2

TIR – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR 5 ANOS



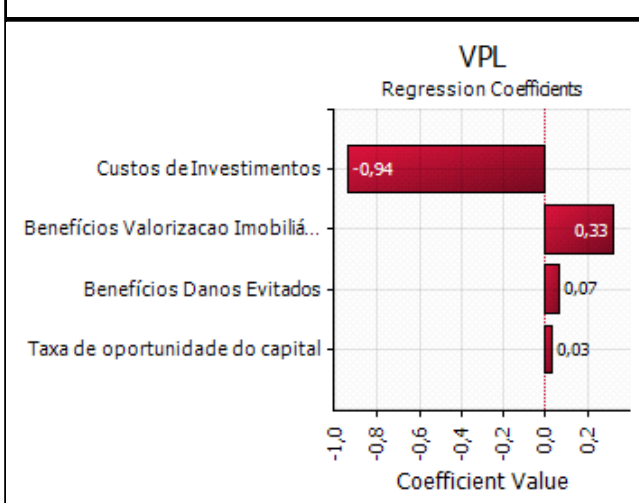
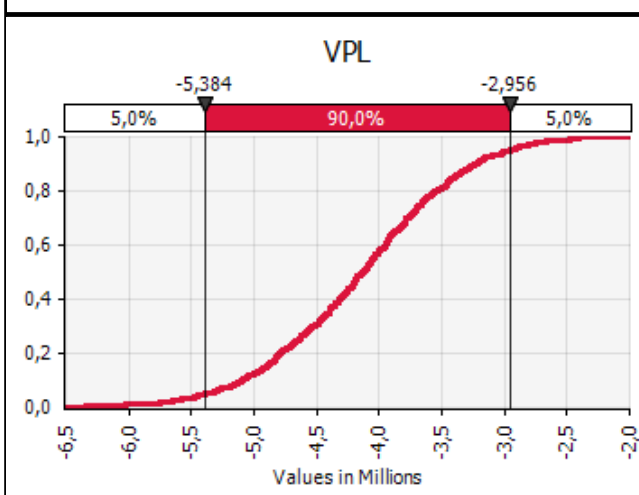
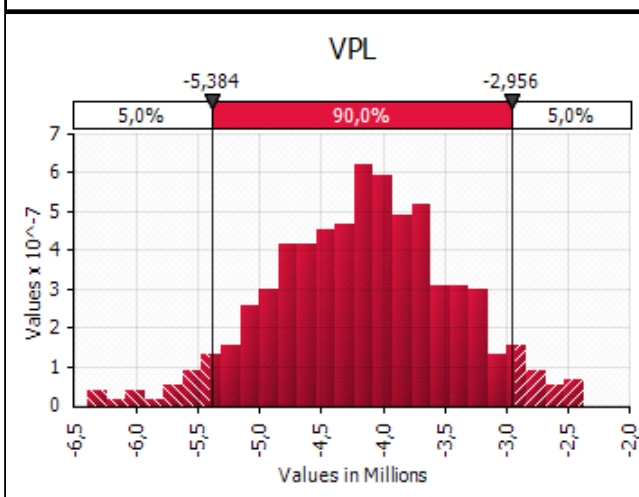
QUADRO 5.3

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

@RISK Output Report for VPL

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: quarta-feira, 8 de dezembro de 2010 15:30:41



Simulation Summary Information

Workbook Name	07 AR 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 16:30:29
Simulation Duration	00:00:03
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1588732250

Summary Statistics for VPL

Statistics		Percentile	
Minimum	(6.397.418)	5%	(5.384.447)
Maximum	(2.371.094)	10%	(5.094.274)
Mean	(4.155.486)	15%	(4.910.285)
Std Dev	726.698	20%	(4.794.198)
Variance	5,2809E+11	25%	(4.638.476)
Skewness	-0,164365068	30%	(4.527.018)
Kurtosis	2,954492886	35%	(4.413.353)
Median	(4.128.236)	40%	(4.314.631)
Mode	(3.459.840)	45%	(4.210.268)
Left X	(5.384.447)	50%	(4.128.236)
Left P	5%	55%	(4.049.570)
Right X	(2.956.440)	60%	(3.947.943)
Right P	95%	65%	(3.880.277)
Diff X	2.428.007	70%	(3.772.929)
Diff P	90%	75%	(3.663.920)
#Errors	0	80%	(3.540.363)
Filter Min	Off	85%	(3.406.676)
Filter Max	Off	90%	(3.232.032)
#Filtered	0	95%	(2.956.440)

Regression and Rank Information for VPL

Rank	Name	Regr	Corr
1	Custos de Investi	-0,938	-0,940
2	Benefícios Valori	0,326	0,296
3	Benefícios Danos	0,067	0,098
4	Taxa de oportuni	0,028	0,086

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 de 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.

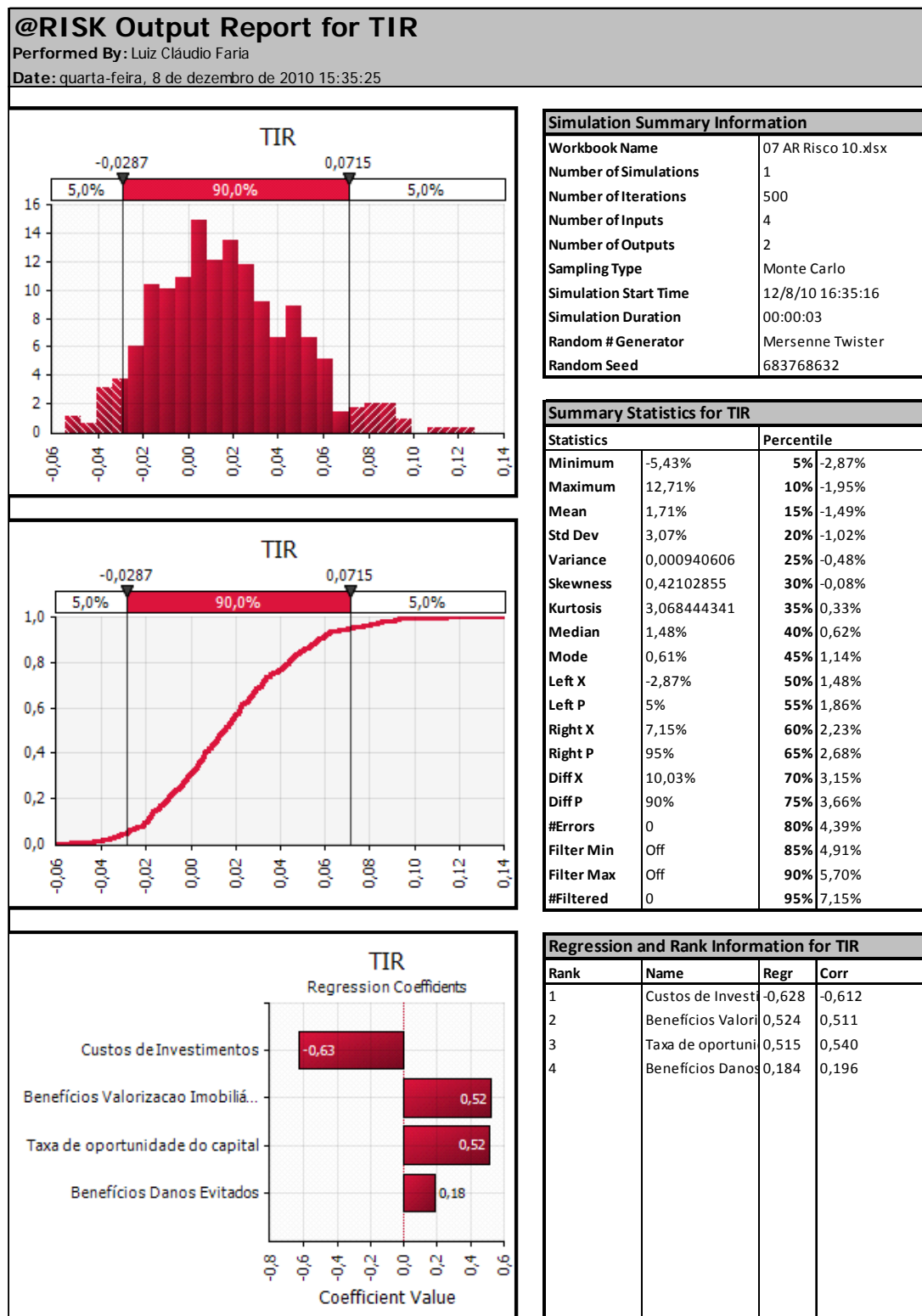
Os Quadros 5.2 e 5.3 indicam ainda que há uma probabilidade de 90% de que a TIR esteja no intervalo entre $-8,42\%$ e $-2,92\%$ e que o VPL esteja situado entre $-R\$5,384$ milhões e $-R\$2,956$ milhões. A relação benefícios/custo da Alternativa é de 0,41, ou seja, para cada unidade de custo a Alternativa gera apenas 0,41 unidades de benefício, evidenciando a necessidade de redução nos custos para que a Alternativa apresente melhores indicadores.

5.1.2 Análise de Risco para Período de Retorno de 10 Anos

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

QUADRO 5.4

TIR – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR 10 ANOS



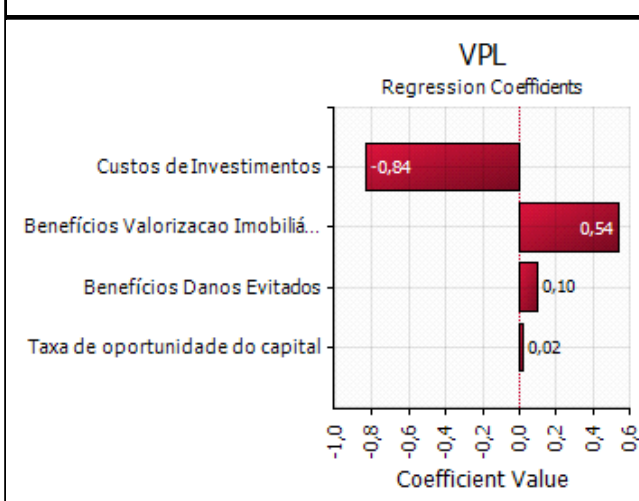
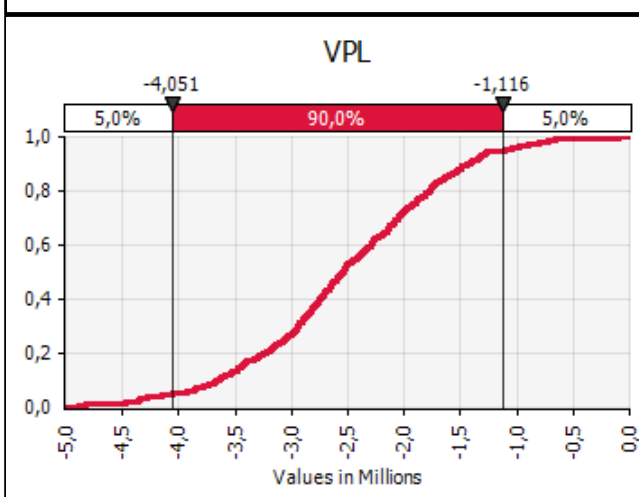
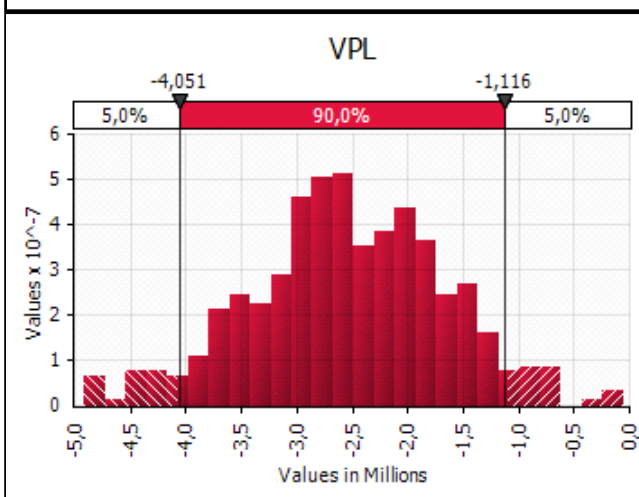
QUADRO 5.5

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

@RISK Output Report for VPL

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: quarta-feira, 8 de dezembro de 2010 15:35:28



Simulation Summary Information

Workbook Name	07 AR 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 16:35:16
Simulation Duration	00:00:03
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	683768632

Summary Statistics for VPL

Statistics		Percentile	
Minimum	(4.917.992)	5%	(4.051.060)
Maximum	(49.796)	10%	(3.653.745)
Mean	(2.531.169)	15%	(3.450.810)
Std Dev	875.421	20%	(3.243.758)
Variance	7,66363E+11	25%	(3.061.917)
Skewness	-0,11896212	30%	(2.942.922)
Kurtosis	3,012039951	35%	(2.835.765)
Median	(2.542.016)	40%	(2.747.252)
Mode	(2.646.370)	45%	(2.649.551)
Left X	(4.051.060)	50%	(2.542.016)
Left P	5%	55%	(2.421.229)
Right X	(1.116.025)	60%	(2.295.467)
Right P	95%	65%	(2.153.500)
Diff X	2.935.035	70%	(2.054.140)
Diff P	90%	75%	(1.936.107)
#Errors	0	80%	(1.778.600)
Filter Min	Off	85%	(1.634.286)
Filter Max	Off	90%	(1.437.524)
#Filtered	0	95%	(1.116.025)

Regression and Rank Information for VPL

Rank	Name	Regr	Corr
1	Custos de Investi	-0,838	-0,820
2	Benefícios Valori	0,541	0,521
3	Benefícios Danos	0,099	0,111
4	Taxa de oportuni	0,021	0,043

Com base nos quadros acima pode-se observar que o comportamento do modelo é idêntico ao verificado para o TR de 5 anos, sendo o VPL mais sensível às variações nos custos de investimentos e nos benefícios por danos evitados. Pode-se observar que as variações na taxa de oportunidade do capital têm menor relevância e afetam mais os resultados da TIR que do VPL.

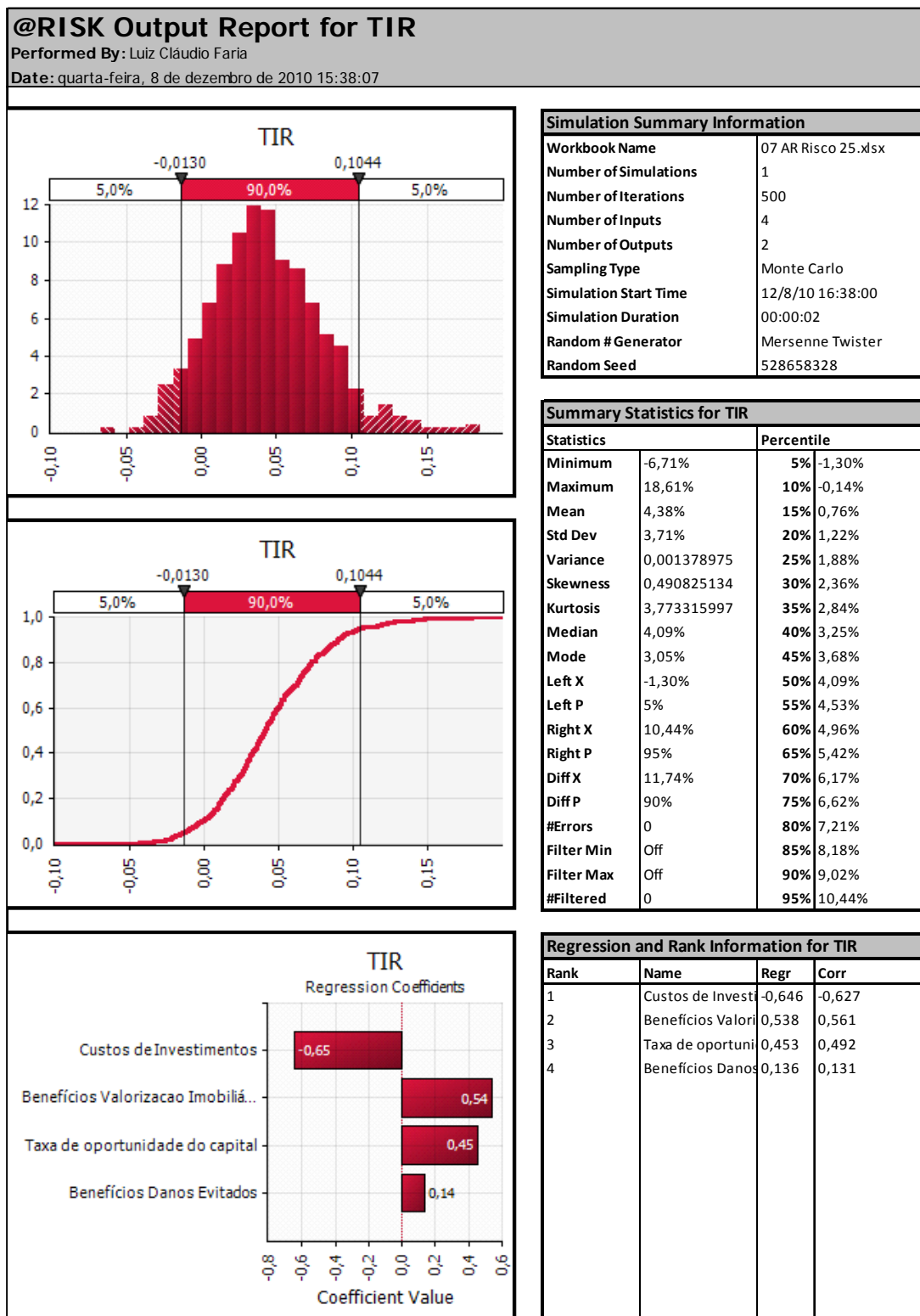
Os Quadros 5.4 e 5.5 indicam ainda que há uma probabilidade de 90% de que a TIR esteja no intervalo entre **-2,87%** e 7,15% e que o VPL esteja situado entre **-R\$4,051** milhões e **-R\$1,116** milhões. A relação benefícios/custo da Alternativa é de 0,69, ou seja, para cada unidade de custo a Alternativa gera apenas 0,69 unidades de benefício, evidenciando a necessidade de redução nos custos para que a Alternativa apresente melhores indicadores.

5.1.3 Análise de Risco para Período de Retorno de 25 Anos

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

QUADRO 5.6

TIR – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR 25 ANOS



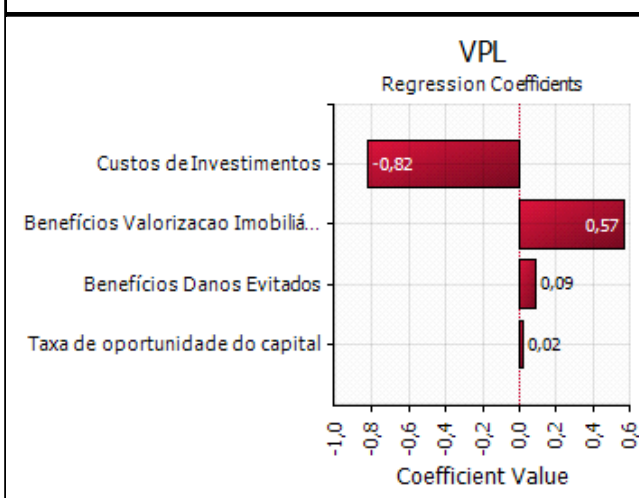
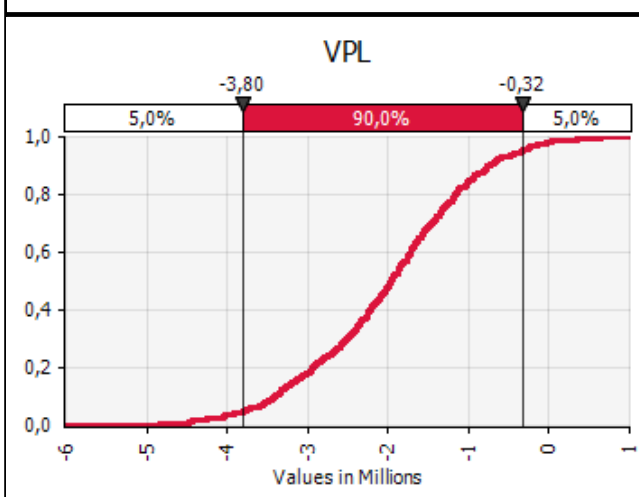
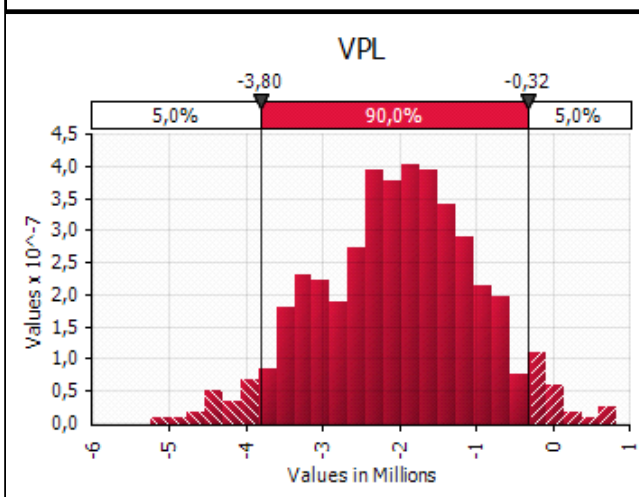
QUADRO 5.7

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

@RISK Output Report for VPL

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: quarta-feira, 8 de dezembro de 2010 15:38:10



Simulation Summary Information

Workbook Name	07 AR 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 16:38:00
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	528658328

Summary Statistics for VPL

Statistics		Percentile	
Minimum	(5.244.411)	5%	(3.799.639)
Maximum	845.049	10%	(3.406.495)
Mean	(2.021.233)	15%	(3.171.844)
Std Dev	1.036.759	20%	(2.938.475)
Variance	1,07487E+12	25%	(2.700.917)
Skewness	-0,180790123	30%	(2.520.933)
Kurtosis	2,901623439	35%	(2.358.897)
Median	(1.967.285)	40%	(2.237.174)
Mode	(2.256.383)	45%	(2.083.108)
Left X	(3.799.639)	50%	(1.967.285)
Left P	5%	55%	(1.847.792)
Right X	(322.287)	60%	(1.721.159)
Right P	95%	65%	(1.609.597)
Diff X	3.477.352	70%	(1.471.431)
Diff P	90%	75%	(1.317.031)
#Errors	0	80%	(1.155.464)
Filter Min	Off	85%	(948.627)
Filter Max	Off	90%	(749.700)
#Filtered	0	95%	(322.287)

Regression and Rank Information for VPL

Rank	Name	Regr	Corr
1	Custos de Investi	-0,819	-0,793
2	Benefícios Valori	0,571	0,561
3	Benefícios Danos	0,094	0,093
4	Taxa de oportuni	0,016	0,058

Com base nos quadros acima percebe-se que os ajustes nos custos de investimentos e nos benefícios por danos evitados são relevantes para o modelo do VPL e as variações na taxa de oportunidade do capital têm maior relevância para os resultados da TIR do que do VPL.

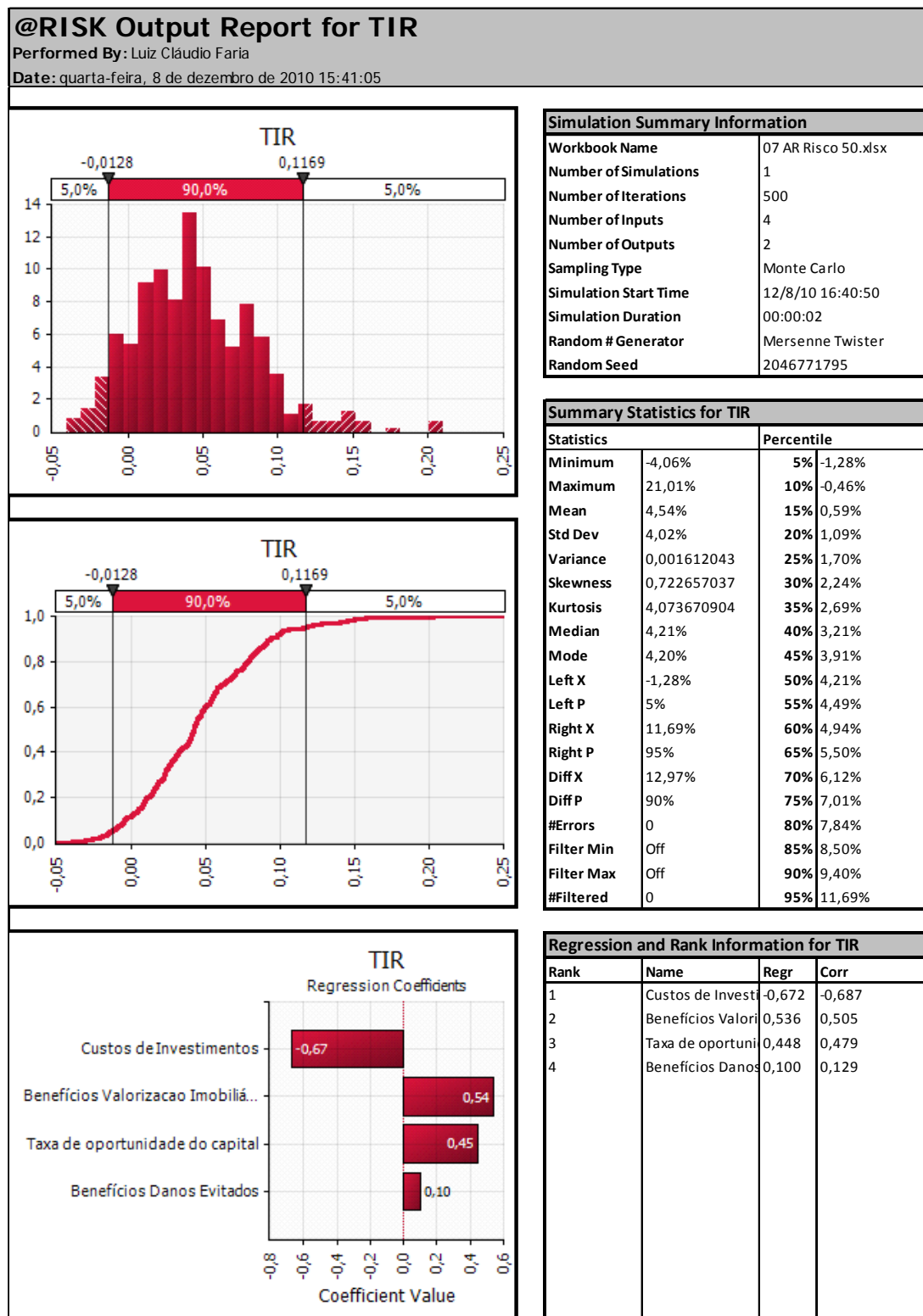
Os Quadros 5.6 e 5.7 indicam ainda que há uma probabilidade de 90% de que a TIR esteja no intervalo entre $-1,30\%$ e $10,44\%$ e que o VPL esteja situado entre $-R\$3,79$ milhões e $-R\$0,32$ milhões. A relação benefícios/custo da Alternativa é de 0,78, ou seja, para cada unidade de custo a Alternativa gera apenas 0,78 unidades de benefício, evidenciando a necessidade de redução nos custos ou substancial elevação nos benefícios para que a Alternativa apresente melhores indicadores.

5.1.4 Análise de Risco para Período de Retorno de 50 Anos

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

QUADRO 5.8

TIR – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR 50 ANOS



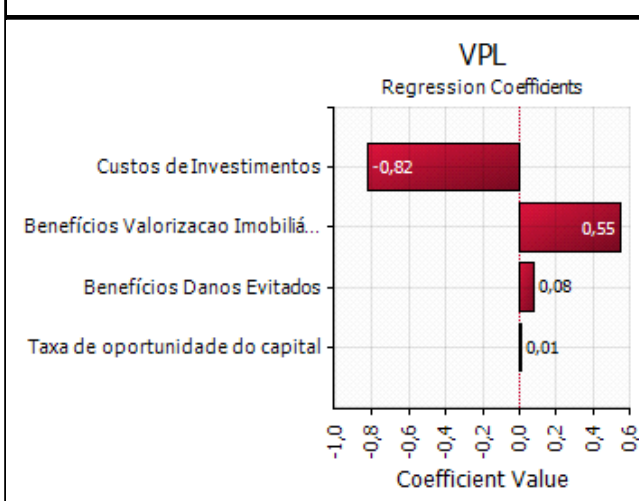
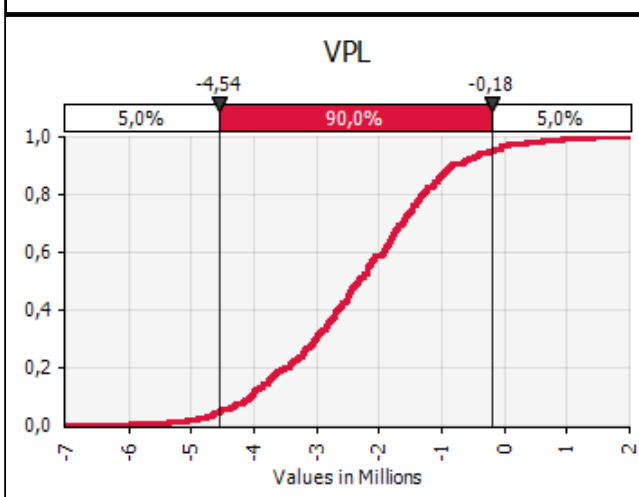
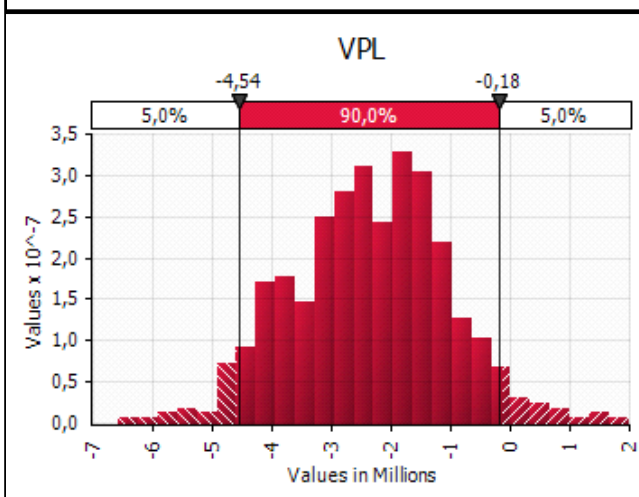
QUADRO 5.9

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

@RISK Output Report for VPL

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: quarta-feira, 8 de dezembro de 2010 15:41:08



Simulation Summary Information

Workbook Name	07 AR 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 16:40:50
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	2046771795

Summary Statistics for VPL

Statistics		Percentile	
Minimum	(6.565.717)	5%	(4.540.224)
Maximum	1.986.427	10%	(4.051.414)
Mean	(2.346.393)	15%	(3.768.672)
Std Dev	1.308.838	20%	(3.473.050)
Variance	1,71306E+12	25%	(3.209.423)
Skewness	0,016998514	30%	(3.022.020)
Kurtosis	3,143208148	35%	(2.825.819)
Median	(2.333.779)	40%	(2.653.414)
Mode	(2.188.685)	45%	(2.491.598)
Left X	(4.540.224)	50%	(2.333.779)
Left P	5%	55%	(2.168.611)
Right X	(183.208)	60%	(1.922.697)
Right P	95%	65%	(1.796.973)
Diff X	4.357.016	70%	(1.621.020)
Diff P	90%	75%	(1.470.004)
#Errors	0	80%	(1.300.020)
Filter Min	Off	85%	(1.055.271)
Filter Max	Off	90%	(841.613)
#Filtered	0	95%	(183.208)

Regression and Rank Information for VPL

Rank	Name	Regr	Corr
1	Custos de Investi	-0,822	-0,815
2	Benefícios Valori	0,550	0,543
3	Benefícios Danos	0,076	0,063
4	Taxa de oportuni	0,012	0,037

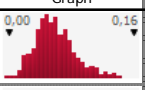
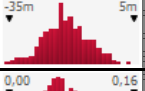
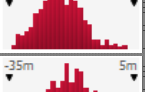
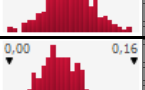

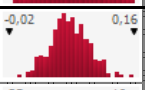
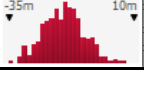
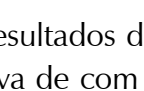
Com base nos quadros acima pode-se afirmar que o modelo para o TR de 50 anos se comportam de maneira similar aos modelos simulados anteriormente. Percebe-se que os custos de investimentos desempenham papel relevante nos resultados do VPL e da TIR. Da mesma maneira que nos modelos anteriores, variações nos benefícios por danos evitados são relevantes para os resultados da TIR e do VPL. Observa-se que as variações na taxa de oportunidade do capital têm muito maior relevância nos resultados da TIR que do VPL.

Os Quadros 5.8 e 5.9 indicam ainda que há uma probabilidade de 90% de que a TIR esteja no intervalo entre **-1,28%** e 11,69% e que o VPL esteja situado entre **-R\$4,54** milhões e **-R\$0,18** milhões. A relação benefícios/custo da Alternativa é muito baixa, atingindo o índice de 0,78, ou seja, para cada unidade de custo a Alternativa gera apenas 0,78 unidades de benefício, evidenciando a necessidade de redução nos custos ou aumento substancial dos benefícios 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 Claudio Faria									
Date: quinta-feira, 18 de novembro de 2010 17:57:55									
	Name	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
TR 5 ANOS	TIR	N11		0,11%	6,18%	14,05%	2,75%	10,47%	0
	VPL	N37		(34.377.630)	(16.250.270)	2.905.674	(26.706.600)	(5.868.809)	0
TR 10 ANOS	TIR	N11		1,00%	6,78%	14,74%	2,84%	10,70%	0
	VPL	N37		(33.522.500)	(15.022.990)	3.088.253	(26.038.630)	(4.206.315)	0
TR 25 ANOS	TIR	N11		1,10%	6,91%	15,98%	3,20%	11,35%	0
	VPL	N37		(31.814.710)	(14.044.090)	4.347.854	(24.455.830)	(2.286.317)	0
TR 50 ANOS	TIR	N11		-0,13%	6,86%	15,35%	2,83%	10,91%	0
	VPL	N37		(33.072.410)	(14.779.140)	6.167.999	(25.598.530)	(4.269.403)	0

Pode-se verificar que os resultados das análises de sensibilidade reforçam a opção pelo TR de 25 anos, embora Alternativa de com TR de 50 anos seja equivalente em termos de resultados. As baixas taxas de retorno ocorrem em função dos elevados custos das Alternativas, aliados a benefícios relativamente baixos, uma vez que em todas Alternativas verifica-se um padrão que varia entre 0,48 e 0,78 unidades de benefícios para cada unidade de custo. Este aspecto é mais evidente nas Alternativas com TR de 5 e 10 anos.

6. DETALHAMENTO DA ALTERNATIVA SELECIONADA

6.1 DESCRIÇÃO DA ALTERNATIVA

Conforme apresentado nos itens 2.3.1 e 2.4.1 a Alternativa A privilegiou a derivação da vazão através de galerias *By-Pass* com o intuito de minimizar os impactos nas desapropriações no entorno do canal natural.

A Alternativa selecionada, conforme descrito nos itens 3 e 4, corresponde a Alternativa A para um período de retorno de 25 anos.

O desenho 951-PMJ-PDC-A3-P1075 apresenta as obras a serem implantadas na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú, as quais estão resumidas nos Quadro 6.1.

QUADRO 6.1

SUB-BACIA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – CANAL ARACAJÚ – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS PROPOSTAS

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>
CA-AR-G01	Galeria <i>By-Pass</i> Canal Aracajú	Galeria	4,00x2,00x749,87

Obs: Os dispositivos existentes avaliados não serão utilizados na Alternativa escolhida.

6.2 DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO

A modelagem hidrológica da sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú foi realizada durante a elaboração dos estudos de diagnóstico e prognóstico da bacia do rio Cachoeira e apresentada no Relatório R3 - Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico.

A Figura 6.1 apresenta os hidrogramas de cheia efluentes das junções do modelo hidrológico para o período de retorno de 25 anos. Os valores máximos dos hidrogramas em cada uma das junções estão apresentados no Quadro 6.2.

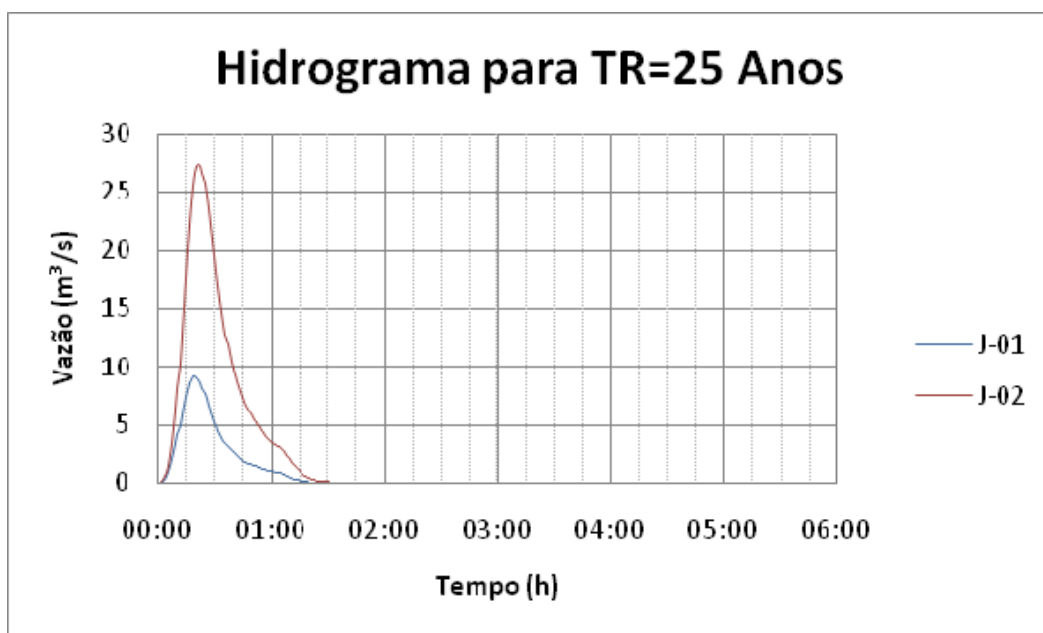


Figura 6.1 – Hidrograma das Junções para Período de Retorno de 25 Anos.

QUADRO 6.2
VAZÕES DE PROJETO EM CADA TRECHO

Propagação/ Trecho	Junção	Área de Drenagem (km ²)	TR=25 Anos
			Vazão (m ³ /s)
P-01	J-01	0,27	9,15
Rio Cachoeira	J-02	0,83	27,48

6.3 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

O dimensionamento hidráulico da galeria que integra a rede de macrodrenagem da sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú foi utilizando o programa HEC-RAS. O dimensionamento foi realizado conforme metodologia apresentada no Volume 1 do Relatório R5/R6/R8, considerando as vazões de pico definidas a partir do modelo hidrológico para cada trecho de canal.

A Figura 6.2 apresenta os parâmetros hidráulicos para o trecho estudado na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú.

O dimensionamento do sistema de drenagem da Alternativa selecionada foi realizado utilizando como condição de contorno o nível de jusante de 2,50m (IBGE). A figura 6.3 apresenta os níveis d'água para a simulação hidráulica, enquanto a figura 6.4 apresenta o perfil de velocidade ao longo da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú.

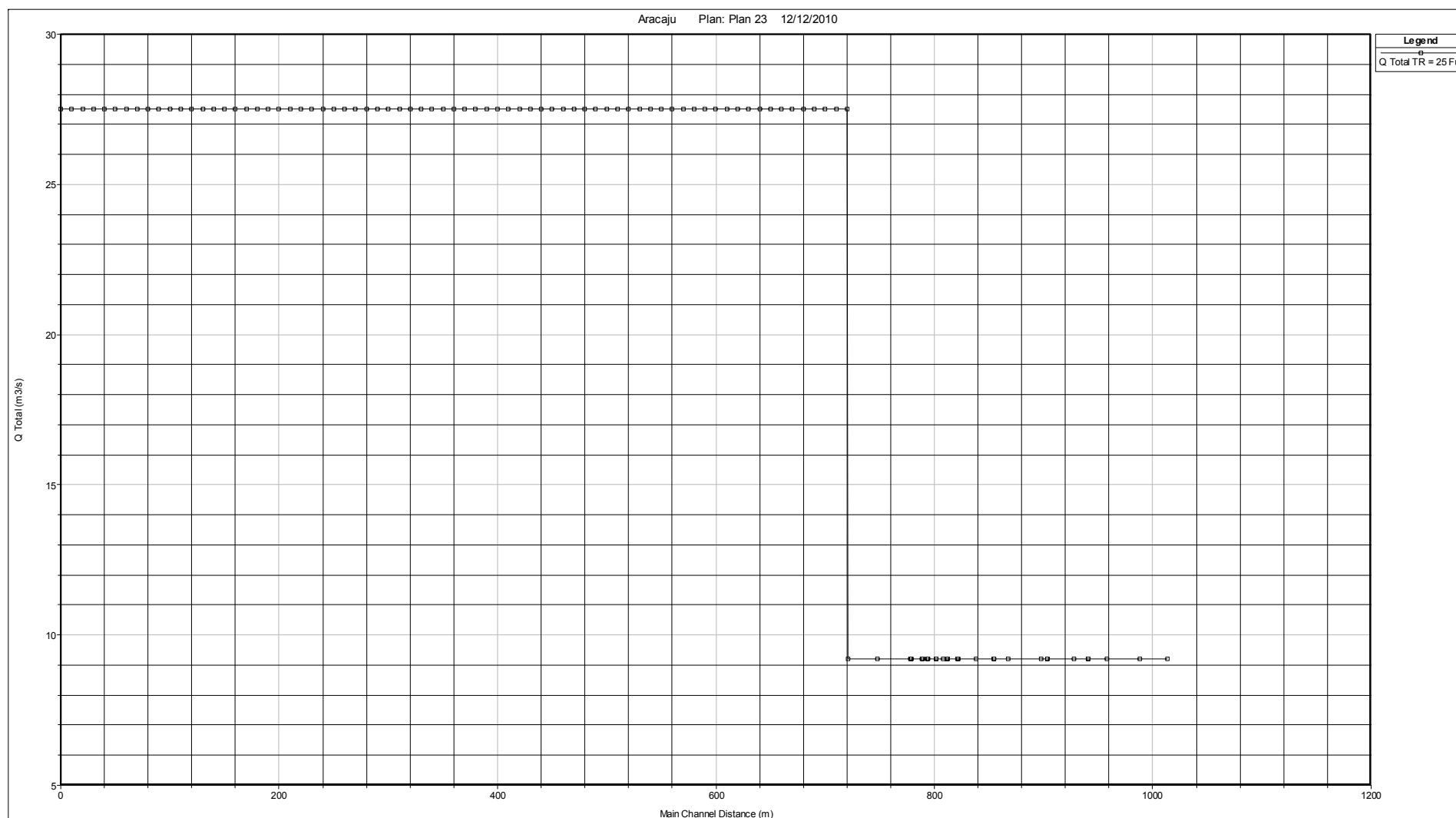


Figura 6.2 – Perfil de Vazões de Dimensionamento da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú para o esquema de obras TR=25 Anos.

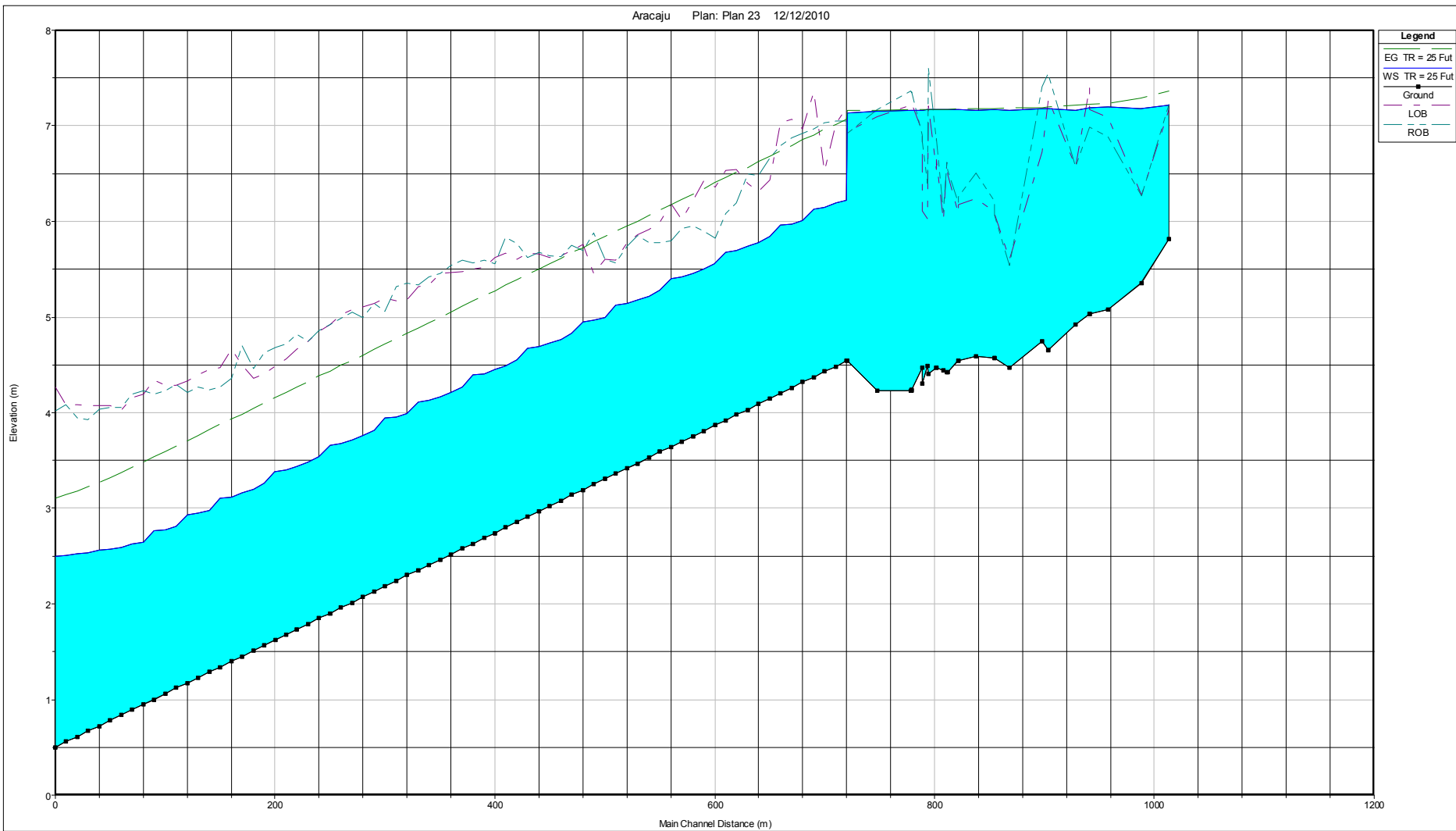


Figura 6.3 – Perfil do N.A da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú para o esquema de obras com TR=25 Anos.

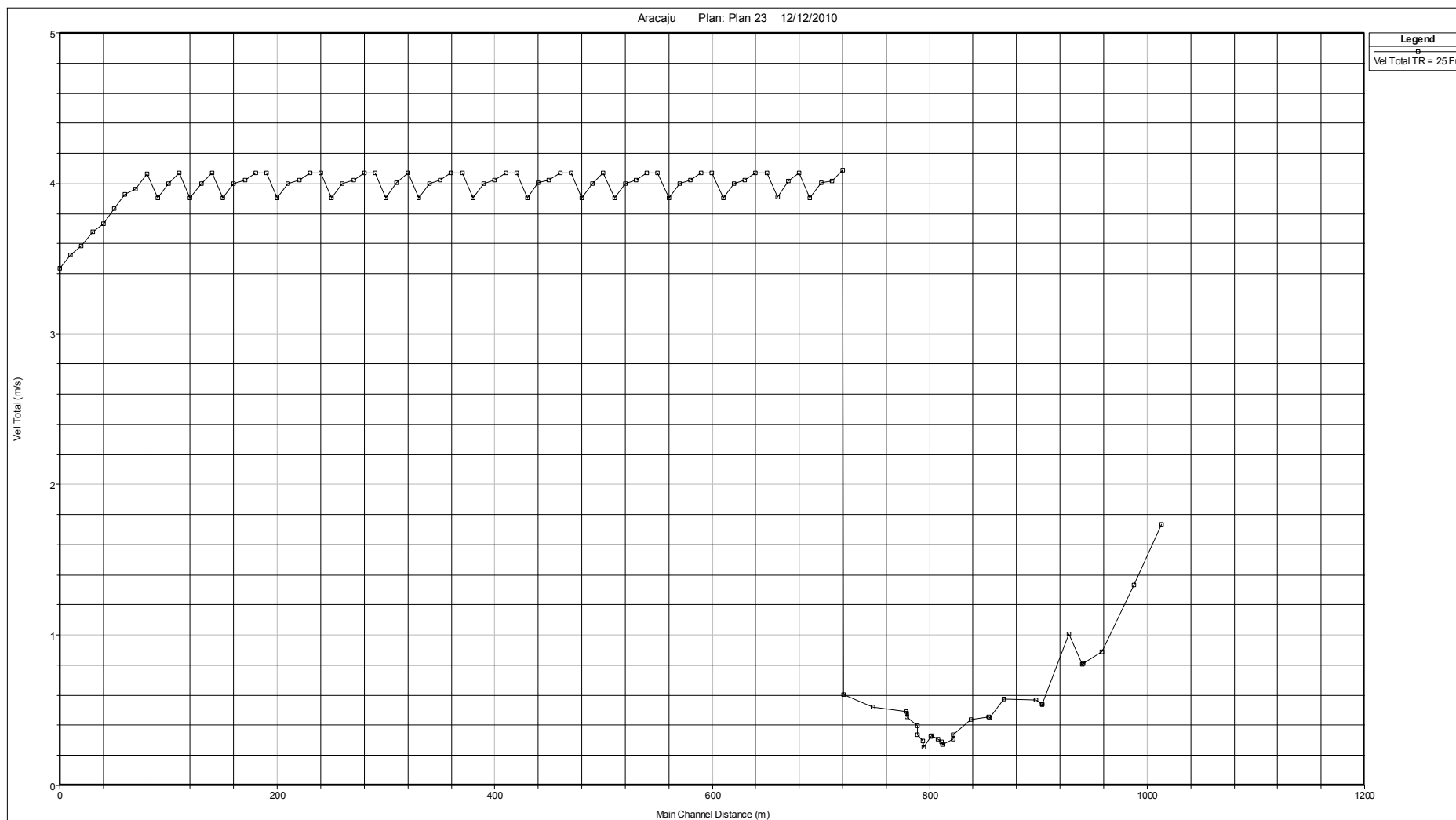


Figura 6.4 – Perfil de velocidades da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú para o esquema de obras com TR=25 Anos.

6.4 DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS

As obras a serem implantadas na rede de macrodrenagem da sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú foram definidas tendo em consideração as principais características construtivas de cada solução. 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 do Morro do Boa Vista – Canal Aracajú.

- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P593 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=05 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P594 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P595 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P596 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P670 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=05 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P671 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P672 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P673 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P784 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Estudo de Alternativas - Alternativa A
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P785 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Estudo de Alternativas - Alternativa B

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P786 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Estudo de Alternativas - Alternativa C
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1075 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Alternativa Selecionada - Alternativa A - TR=25 Anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1086 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Galerias By-Pass - CA-AR-G01A e G01B - Seções Transversais
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1103 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Galerias By-Pass - CA-AR-G01 - Planta e Perfil - Folha 1/2
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1104 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Galerias By-Pass - CA-AR-G01 - Planta e Perfil - Folha 2/2

6.5 ORÇAMENTO

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

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

O Quadro 6.3 apresenta o resumo do orçamento para construção das obras de macrodrenagem da sub-bacia da Vertente do Boa Vista – Canal Aracajú. As planilhas detalhadas estão apresentadas no Anexo II deste documento.

QUADRO 6.3

ORÇAMENTO

ORÇAMENTO RESUMO - BACIA 07 - CANAL ARACAJÚ - ALTERNATIVA A - TR 25 ANOS

DEMOLIÇÃO - CANAL ARACAJÚ

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão ((Bxh)xL)</i>	<i>Custo Direto com BDI</i>	<i>Custo Indireto</i>	<i>Custo Total</i>
1	Rua Aracajú	Galeria	2,50x1,63x543,00	R\$ 343.710,11	R\$ 123.735,64	R\$ 467.445,75
2	Rua Dona Francisca	Galeria	3,20x1,45x200,00	R\$ -	R\$ -	DESATIVADO
Subtotal						R\$ 467.445,75

CONSTRUÇÃO - CANAL ARACAJÚ

<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>
07-CA-AR-G01A	Galeria By-Pass Canal Aracajú 1A	Galeria By-Pass	4,00x2,00x729,87	R\$ 9.050.754,59	R\$ 3.258.271,65	R\$ 12.309.026,24
07-CA-AR-G01B	Galeria By-Pass Canal Aracajú 1B	Galeria By-Pass	4,00x2,00x20,00	R\$ 255.878,87	R\$ 92.116,39	R\$ 347.995,26
Subtotal						R\$ 12.657.021,50

Custo Total (Obras + Indiretos)

R\$ 13.124.467,24

Custo Total de Desapropriações

R\$ -

TOTAL

R\$ 13.124.467,24

Manutenção / ano

R\$ 21.492,91

ANEXO I

DESENHOS DE PROJETO

Lista de Desenhos

Manchas de Inundação

- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P593 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=05 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P594 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P595 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P596 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P670 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=05 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P671 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P672 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P673 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos

Estudo de Alternativas

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P784 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Estudo de Alternativas - Alternativa A
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P785 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Estudo de Alternativas - Alternativa B
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P786 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Estudo de Alternativas - Alternativa C
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1075 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Alternativa Seleccionada - Alternativa A - TR=25 Anos

Obras Lineares – Planta e Perfil

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1103 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Galerias By-Pass - CA-AR-G01 - Planta e Perfil - Folha 1/2

-
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1104 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú -
Galerias By-Pass - CA-AR-G01 - Planta e Perfil - Folha 2/2

Obras Lineares – Seções Transversais Típicas

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1086 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú -
Galerias By-Pass - CA-AR-G01A e G01B - Seções Transversais

MANCHAS DE INUNDAÇÃO

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



PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

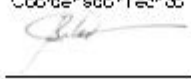
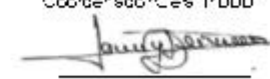
PROJETO:

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

TÍTULO:

SUB-BACIA D7-CA-AR - CANAL ARACAJU
DIAGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=5 ANOS

ENGEORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA		Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson do Oliveira Coordenador Geral PDDU
M.A.G.			
PROJETO		APROVADO	APROVADO
A.S.M.		 CHBA 0600318570	 CHBA 0600180622
Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P593	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 07-CA-AR - CANAL ARACAJU
DIAGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=10 ANOS

ENGEORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA		Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson do Oliveira Coordenador Geral PDDU
M.A.G.			
PROJETO	A.S.M.	APROVADO	APROVADO
		 CHBA 0600318570	 CHBA 0600318522
Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P594	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

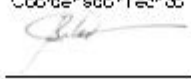
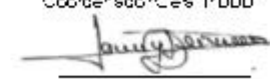
PROJETO:

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

TÍTULO:

SUB-BACIA D7-CA-AR - CANAL ARACAJU
 DIAGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=25 ANOS

ENGEORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA		Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson do Oliveira Coordenador Geral PDDU
M.A.G.			
PROJETO		APROVADO	APROVADO
A.S.M.		 CHBA 0600318570	 CHBA 0600180622
Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P595	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

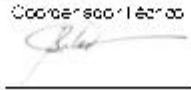
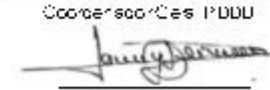
PROJETO:

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

TÍTULO:

SUB-BACIA D7-CA-AR - CANAL ARACAJU
 DIAGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=50 ANOS

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA		Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson do Oliveira Coordenador Geral PDDU
M.A.G.			
PROJETO	A.S.M.	APROVADO  CHBA 0600318570	APROVADO  CHBA 06003185622
Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P596	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 07-CA-AR - VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA - CANAL
 ARACAJU - PROGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO TR=5 ANOS

ENGEORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA			
M.A.G.	Alborto Lang Filho	Danny Dalberson de Oliveira	
	Coordenador Técnico	Coordenador Geral PDDU	
PROJETO	APROVADO	APROVADO	
A.S.M.			
	CREA 06003735/0	CREA 0600180622	

Rº PMU	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Rº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P670	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 07-CA-AR - VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA - CANAL
 ARACAJU - PROGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO TR= 10 ANOS

ENGEORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA		Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU
M.A.G.			
PROJETO		APROVADO	APROVADO
A.S.M.		 CREA 06003735/0	 CREA 0600180622

Nº PMU	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P671	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 07-CA-AR - VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA - CANAL
 ARACAJU - PROGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO TR=25 ANOS

ENGEORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA		Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU
M.A.G.			
PROJETO		APROVADO	APROVADO
A.S.M.		 CREA 06003735/0	 CREA 0600180622

Nº PMU	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P672	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 07-CA-AR - VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA - CANAL
 ARACAJU - PROGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO TR=50 ANOS

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA	M.A.G.	APROVADO	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico CREA 06003135/0	APROVADO	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU CREA 06001866/22
PROJETO	A.S.M.				
Rº PMU		DATA:	ESCALA:	FOLHA:	
Rº EXECUTORA	951-PMJ-PDC-A1-P673	JAN/2011	5.000	01/01	

ESTUDO DE ALTERNATIVAS

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P784 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Estudo de Alternativas - Alternativa A
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P785 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Estudo de Alternativas - Alternativa B
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P786 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Estudo de Alternativas - Alternativa C
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1075 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú - Alternativa Selecionada - Alternativa A - TR=25 Anos

OBRAS LINEARES – PLANTA E PERFIL

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1103 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú -
Galerias By-Pass - CA-AR-G01 - Planta e Perfil - Folha 1/2
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1104 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú -
Galerias By-Pass - CA-AR-G01 - Planta e Perfil - Folha 2/2

OBRAS LINEARES – SEÇÕES TRANSVERSAIS TÍPICAS

-
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1086 - Sub-Bacia 07-CA-AR - Vertente do Morro do Boa Vista - Canal Aracajú -
Galerias By-Pass - CA-AR-G01A e G01B - Seções Transversais

ANEXO II

ORÇAMENTO

ORÇAMENTO DE OBRA

Código da Obra: 07-CA-AR-C01A
 Obra: Galeria By-Pass 1A
 Comprimento (m): 729,871

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 Km	M3	11,06	1,24	12,30	18.632,54	
						Total Material	R\$ 206.075,88
						Total M.O	R\$ 23.104,35
						Total	R\$ 229.180,23
C10.12.05.10.005	Fornecimento de argila para aterro, posto obra (sem regularização e compactação)	M3	11,50	0,00	11,50	9.479,83	
						Total Material	R\$ 109.018,06
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 109.018,06
C35.25.15.10.005	Aterro com saibro - compactado	M3	38,94	0,90	39,84	7.581,06	
						Total Material	R\$ 295.206,65
						Total M.O	R\$ 6.822,96
						Total	R\$ 302.029,61
C35.25.30.30.010	Lastro de concreto magro fck= 15 MPA com cimento resistente a sulfatos, para base de galeria (bombeado)	M3	252,32	6,43	258,75	364,94	
						Total Material	R\$ 92.080,53
						Total M.O	R\$ 2.346,54
						Total	R\$ 94.427,06
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	M2	1,61	0,19	1,80	4.525,20	
						Total Material	R\$ 7.285,57
						Total M.O	R\$ 859,79
						Total	R\$ 8.145,36
C35.10.05.17.005	Execução de base estabilizada granulom etricam ente	M3	65,97	1,59	67,56	1.131,30	
						Total Material	R\$ 74.631,86
						Total M.O	R\$ 1.798,77
						Total	R\$ 76.430,63
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	3.065,46	
						Total Material	R\$ 4.751,46
						Total M.O	R\$ 153,27
						Total	R\$ 4.904,73
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	80,29	
						Total Material	R\$ 27.684,96
						Total M.O	R\$ 561,20
						Total	R\$ 28.246,15
C10.84.15.25.010	Guia em concreto extrusado	M	11,64	1,47	13,11	1.459,74	
						Total Material	R\$ 16.991,40
						Total M.O	R\$ 2.145,82
						Total	R\$ 19.137,22
C35.12.05.05.020	Execução de passeio c/ fornecimento de paver conforme projeto do IPPUJ, sobre base de brita lastro e areia, incl. preparação de cx.	M2	30,14	16,63	46,77	0,00	
						Total Material	R\$ -
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ -
C35.25.35.05.005	Forma de madeira	M2	28,04	15,68	43,72	9.634,30	
						Total Material	R\$ 270.145,69
						Total M.O	R\$ 151.065,78
						Total	R\$ 421.211,47
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. (lançamento e bombeado)	M3	289,19	28,54	317,73	2.957,20	
						Total Material	R\$ 855.192,16
						Total M.O	R\$ 84.398,44
						Total	R\$ 939.590,60
C10.24.30.05.019	Armadura de aço CA-50 média, diâmetro: 12,5mm (1/2"), para macrodrenagem	KG	3,93	1,57	5,50	289.052,33	
						Total Material	R\$ 1.135.975,67
						Total M.O	R\$ 453.812,16
						Total	R\$ 1.589.787,84
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 itaíba, cravação de estaca metálica e escavação manual	M2	204,70	39,63	244,34	6.831,59	
						Total Material	R\$ 1.398.427,00
						Total M.O	R\$ 270.736,01
						Total	R\$ 1.669.163,01
948	Perfil tipo H W150x22,5	M	93,76	0,00	93,76	15.687,36	
						Total Material	R\$ 1.470.846,94
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 1.470.846,94
						Total M.O.	R\$ 997.805,08
						Total Material	R\$ 5.964.313,83
						Total	R\$ 6.962.118,91
Construção	BDI (Benefício e Despesas Indiretas)	%	30			BDI	R\$ 2.088.635,67
						Custo de Construção	R\$ 9.050.754,59
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8				724.060,37
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3				271.522,64
Indireto	Contingência	%	25				2.262.688,65
						Custos Indiretos	R\$ 3.258.271,65
						Custo Total	R\$ 12.309.026,24

ORÇAMENTO DE OBRA

Código da Obra: 07-CA-AR-G01B
 Obra: Galeria By-Pass 1B
 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	3.306,62	
						Total Material	R\$ 36.571,20
						Total M.O	R\$ 4.100,21
						Total	R\$ 40.671,40
C10.12.05.10.005	Fornecimento de argila para aterro, posto obra (sem regularização e compactação)	M3	11,50	0,00	11,50	935,00	
						Total Material	R\$ 10.752,52
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 10.752,52
C35.25.15.10.005	Aterro com saibro - compactado	M3	38,94	0,90	39,84	745,20	
						Total Material	R\$ 29.018,13
						Total M.O	R\$ 670,68
						Total	R\$ 29.688,81
C35.25.30.30.010	Lastro de concreto magro fck= 15 MPA com cimento resistente a sulfatos, para base de galeria (bombeado)	M3	252,32	6,43	258,75	10,00	
						Total Material	R\$ 2.523,20
						Total M.O	R\$ 64,30
						Total	R\$ 2.587,50
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	M2	1,61	0,19	1,80	268,00	
						Total Material	R\$ 431,48
						Total M.O	R\$ 50,92
						Total	R\$ 482,40
C35.10.05.17.005	Execução de base estabilizada granulom etricam ente	M3	65,97	1,59	67,56	67,00	
						Total Material	R\$ 4.419,99
						Total M.O	R\$ 106,53
						Total	R\$ 4.526,52
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	188,00	
						Total Material	R\$ 291,40
						Total M.O	R\$ 9,40
						Total	R\$ 300,80
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	5,40	
						Total Material	R\$ 1.862,08
						Total M.O	R\$ 37,75
						Total	R\$ 1.899,83
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	80,00	
						Total Material	R\$ 2.411,20
						Total M.O	R\$ 1.330,40
						Total	R\$ 3.741,60
C35.25.35.05.005	Forma de madeira	M2	28,04	15,68	43,72	264,00	
						Total Material	R\$ 7.402,56
						Total M.O	R\$ 4.139,52
						Total	R\$ 11.542,08
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	146,11	
						Total Material	R\$ 42.253,29
						Total M.O	R\$ 4.169,95
						Total	R\$ 46.423,24
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	7.943,42	
						Total Material	R\$ 31.217,63
						Total M.O	R\$ 12.471,17
						Total	R\$ 43.688,80
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\$ 27.209,62
						Total Material	R\$ 169.620,27
						Total	R\$ 196.829,90
						BDI	R\$ 59.048,97
Construção	BDI (Benefício e Despesas Indiretas)	%	30				
						Custo de Construção	R\$ 255.878,87
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8				20.470,31
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3				7.676,37
Indireto	Contingência	%	25				63.969,72
						Custos Indiretos	R\$ 92.116,39
						Custo Total	R\$ 347.995,26