

Plano Diretor de Drenagem Urbana da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira

Estudo de Alternativas e Anteprojeto

Volume 2 | Estudos

Tomo XV • Sub-Bacia 15 • Vertente do Morro do Boa Vista • Buschle & Lepper



BID



Fevereiro / 2011

951-PMJ-PDC-RT-P726 | REV.1

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



PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

ENGEACORPS ♦ 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 XV – SUB-BACIA SB-15 – VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – BUSCHLE & LEPPER

ELABORADO:	ASM / FG / LDLF / MSTC	APROVADO:	Alberto Lang Filho
VERIFICADO:	Alberto Lang Filho	COORDENADOR GERAL:	Danny Dalberson Oliveira
Nº PMJ:		DATA:	Jan/11
Nº ENGEACORPS:	951-PMJ-PDC-RT-P726	CREA:	0600495622
		FOLHA:	Rev. 1

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

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

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

***VOLUME 2 – TOMO XV – SUB-BACIA SB-15 –
VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA –
BUSCHLE & LEPPER***

CONSÓRCIO ENGECORPS♦HIDROSTUDIO♦BRLi

951-PMJ-PDC-RT-P726

Rev. 1

Janeiro / 2011

APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

PRINCIPAIS SUB-BACIAS DO RIO CACHOEIRA

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

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

SUMÁRIO GERAL

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

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

ÍNDICE

	PÁG.
APRESENTAÇÃO.....	II
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO.....	1
2.1 CONCEPÇÃO GERAL.....	1
2.2 CONCEPÇÃO DAS ALTERNATIVAS.....	2
2.2.1 Alternativa A	2
2.2.2 Alternativa B	2
2.2.3 Alternativa C	2
2.2.4 Dimensionamento das Alternativas	3
2.3 DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS	5
2.3.1 Alternativa A	5
2.3.2 Alternativa B	9
2.3.3 Alternativa C	12
3. SELEÇÃO DA ALTERNATIVA PARA TR 25 ANOS.....	16
3.1 CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS.....	18
3.1.1 Alternativa A	18
3.1.2 Alternativa B	18
3.1.3 Alternativa C	19
3.2 CUSTOS	19
3.2.1 Custos da Alternativa A	19
3.2.2 Custos da Alternativa B.....	20
3.2.3 Custos da Alternativa C	20
3.2.4 Desagregação dos Preços Financeiros e Cálculo dos Preços Econômicos	21
3.3 BENEFÍCIOS ECONÔMICOS	22
3.3.1 Danos Evitados.....	22
3.3.2 Benefícios por Valorização Imobiliária.....	23
3.3.3 Benefícios de Tráfego.....	26
3.3.4 Benefícios Indiretos	26
3.4 ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO DAS ALTERNATIVAS	26
4. ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO POR PERÍODO DE RETORNO	32
4.1 DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS	32

4.2	CUSTOS POR PERÍODO DE RETORNO	33
4.3	BENEFÍCIOS POR PERÍODO DE RETORNO	33
4.3.1	<i>Benefícios por Danos Evitados</i>	<i>33</i>
4.3.2	<i>Benefícios de Valorização Imobiliária por Período de Retorno.....</i>	<i>34</i>
4.3.3	<i>Benefícios de Tráfego.....</i>	<i>35</i>
4.3.4	<i>Benefícios Indiretos</i>	<i>35</i>
4.4	RESULTADOS DA ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO.....	35
5.	<i>ANÁLISE DE SENSIBILIDADE.....</i>	<i>42</i>
5.1	MODELAGEM DAS SIMULAÇÕES	42
5.1.1	<i>Análise de Risco para Período de Retorno de 5 Anos</i>	<i>44</i>
5.1.2	<i>Análise de Risco para Período de Retorno de 10 Anos</i>	<i>45</i>
5.1.3	<i>Análise de Risco para Período de Retorno de 25 Anos</i>	<i>48</i>
5.1.4	<i>Análise de Risco para Período de Retorno de 50 Anos</i>	<i>50</i>
5.1.5	<i>Conclusões da Análise de Risco</i>	<i>51</i>
6.	<i>DETALHAMENTO DA ALTERNATIVA SELECIONADA.....</i>	<i>52</i>
6.1	DESCRIÇÃO DA ALTERNATIVA	52
6.2	DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO	54
6.3	DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO	54
6.4	DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS	55
6.5	ORÇAMENTO.....	57

ANEXO I - DESENHOS DE PROJETO

ANEXO II - ORÇAMENTO

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁG.
<i>Figura 2.1 – Sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle&Lepper – Alternativa A.....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 2.2 – Parâmetros Hidráulicos – Alternativa A – Tubulação Trecho 1.2.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 2.3 – Parâmetros Hidráulicos – Alternativa A – Tubulação Trecho 2.2.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 2.4 – Parâmetros Hidráulicos – Alternativa A – Tubulação Trecho 3.2.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 2.5 – Sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle&Lepper – Alternativa B.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 2.6 – Parâmetros Hidráulicos – Alternativa B – Tubulação Rua Emilio Petry.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 2.7 – Parâmetros Hidráulicos – Alternativa B – Tubulação Rua Prefeito Helmuth Fallgatter.....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 2.8 – Sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper – Alternativa C.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 2.9 – Parâmetros Hidráulicos – Alternativa C – Galeria Rua Emilio Petry e Prefeito Helmuth Fallgatter.</i>	<i>15</i>
<i>Figura 6.1 – Sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper – Alternativa Seleccionada.....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 6.2 – Hidrograma das Junções para Período de Retorno de 10 Anos.....</i>	<i>54</i>
<i>Figura 6.3 – Parâmetros Hidráulicos – Alternativa Seleccionada – TR=10 anos.</i>	<i>55</i>

ÍNDICE DE QUADROS

PÁG.

Quadro 2.1 - Sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper – Precipitação de Projeto (Duração de 1 Hora).....	3
Quadro 2.2 - Sub-bacia Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper – Dispositivos Atuais.....	3
Quadro 2.3 - Dados da Estação Fluviométrica 5.....	4
Quadro 2.4 - Taxa Média de Produção de Sedimentos em Arraste e Suspensão (Estação 5)	5
Quadro 2.5 - Produção de Sedimentos nos Canais Fluviais para as Alternativas Estudadas.....	5
Quadro 2.6 - Sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper – Obras – Alternativa A	5
Quadro 2.7 - Sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper – Produção de Sedimentos – Alternativa A	9
Quadro 2.8 - Sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper – Custos de Manutenção – Alternativa A.....	9
Quadro 2.9 - Sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper – Obras – Alternativa B	9
Quadro 2.10 - Sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper – Produção de Sedimentos – Alternativa B.....	12
Quadro 2.11 - Sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper Custos de Manutenção – Alternativa B	12
Quadro 2.12 - Sub-bacia Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper – Obras – Alternativa C	13
Quadro 2.13 - Sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper – Produção de Sedimentos – Alternativa C	15
Quadro 2.14 - Sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper – Custos de Manutenção – Alternativa C.....	16
Quadro 3.1 - Sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper – Características das Obras – Alternativa A.....	18
Quadro 3.2 - Sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper – Características das Obras – Alternativa B	18
Quadro 3.3 - Sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper – Características das Obras – Alternativa C	19
Quadro 3.4 - Sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa A.....	19

Quadro 3.5 - Sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa B	20
Quadro 3.6 - Sub-bacia da vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & lepper – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa C.....	20
Quadro 3.7 - Fatores de Conversão	21
Quadro 3.8 - Custos de Investimentos e Manutenção – Preços Econômicos – Alternativas de Projeto .21	
Quadro 3.9 - Parâmetros para estimação do Prejuízo Direto.....	22
Quadro 3.10 - Benefícios Econômicos para Alternativa A – TR 25 anos.....	22
Quadro 3.11 - Benefícios Econômicos para Alternativa B – TR 25 anos.....	23
Quadro 3.12 - Benefícios Econômicos para Alternativa C – TR 25 anos.....	23
Quadro 3.13 - Coeficientes para Estimativa do Modelo de Valorização Imobiliária	24
Quadro 3.14 - Estatísticas Descritivas	25
Quadro 3.15 - Anova.....	25
Quadro 3.16 - Coeficientes.....	25
Quadro 3.17 - R ajustado.....	25
Quadro 3.18 - Análise Benefício Custo – Alternativa A.....	28
Quadro 3.19 - Análise Benefício Custo – Alternativa B	29
Quadro 3.20 - Análise Benefício Custo – Alternativa C.....	30
Quadro 3.21 - Síntese dos Resultados – Seleção da Alternativa	31
Quadro 4.1 - Sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper – Características dos Dispositivos e Canais Existentes e Projetados.....	32
Quadro 4.2 - Sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper – Custos por Período de Retorno – Preços Financeiros	33
Quadro 4.3 - Parâmetros para Estimação do Prejuízo Direto por Período de Retorno	34
Quadro 4.4 - Benefícios Econômicos para Alternativa C.....	34
Quadro 4.5 - Benefícios Econômicos por Valorização Imobiliária por Tempo de Retorno – Valores Econômicos	35
Quadro 4.6 - Benefícios de Tráfego por Período de Retorno	35
Quadro 4.7 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 5 Anos.....	37
Quadro 4.8 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 10 Anos.....	38
Quadro 4.9 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 25 Anos.....	39
Quadro 4.10 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 50 Anos.....	40
Quadro 4.11 - Síntese dos Resultados – Seleção do Tempo de Retorno	41
Quadro 5.1 - Síntese de Parâmetros da Simulação para TRs 5, 10, 25 e 50 Anos	43

Quadro 5.2 - VPL – Síntese da Análise de Risco para TR de 5 Anos.....	44
Quadro 5.3 - VPL – Síntese da Análise de Risco para TR de 10 Anos.....	46
Quadro 5.4 - VPL – Síntese da Análise de Risco para TR de 25 Anos.....	48
Quadro 5.5 - VPL – Síntese da Análise de Risco para TR de 50 anos	50
Quadro 5.6 - Síntese da Análise de Risco para TIR e VPL por Período de Retorno.....	51
Quadro 6.1 - Sub-bacia do Rio Buschle & Lepper – Características das Obras Propostas	52
Quadro 6.2 - Vazões de Projeto em Cada Trecho	54
Quadro 6.3 - Orçamento	58

1. INTRODUÇÃO

O presente Tomo XV do Volume 2 do Relatório PII - Estudo de Alternativas e Medidas de Controle Estruturais com Análise Benefício Custo, Estudos Econômicos e Anteprojetos das Medidas de Controle Estruturais tem por objetivo apresentar os estudos realizados para dimensionamento e seleção de alternativas de obras para a bacia hidrográfica da Vertente do Morro do Boa Vista – Bushcle & Lepper, 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 – Bushcle & Lepper.

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 – Bushcle & Lepper nos seguintes documentos:

- ✓ 951-PMJ-PDC-RT-P120 – R3 – Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico – Volume 3 – Diagnóstico – Tomo XV – Sub-bacia 15 – Vertente do Morro do Boa Vista – Bushcle & Lepper;
- ✓ 951-PMJ-PDC-RT-P146 – R3 – Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico – Volume 4 – Prognóstico – Tomo XV – Sub-bacia 15 – Vertente do Morro do Boa Vista – Bushcle & Lepper.

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

2. ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO

2.1 CONCEPÇÃO GERAL

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

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

2.2 CONCEPÇÃO DAS ALTERNATIVAS

A sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper apresentou concepções de alternativas diferenciadas em relação as sub-bacias que possuem em canal definido, por se tratar de uma bacia com pequena área de drenagem e sua rede de drenagem se compor praticamente de tubulações de concreto para escoamento. As alternativas de obras, elaboradas com nessas características, estão apresentadas a seguir.

2.2.1 Alternativa A

Na alternativa A foi analisada a complementação da rede existente através da implantação de uma linha de drenagem auxiliar. Essa proposta, no entanto, envolve um custo de indenização nas áreas onde houver a necessidade de remoção.

2.2.2 Alternativa B

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

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

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

2.2.3 Alternativa C

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

A alternativa C foi a complementação de vazão através de galeria “By-Pass” adotando como seção retangular tendo variações na largura da base e na altura.

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

2.2.4 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 realizado com auxílio de planilhas e softwares de cálculo para a resolução da equação de Manning.

Através do modelo HEC-RAS foi obtida a lâmina d'água resultante para o cálculo das precipitações de TRs maiores a de geometria de projeto. Neste estudo foi utilizada a vazão gerada por precipitações associadas a um período de recorrência de 25 anos.

A metodologia adotada para obtenção da chuva de projeto está apresentada no Tomo III do Volume 4 do relatório R3. No Quadro 2.1 são apresentadas as precipitações para a sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper com duração de 1 hora.

QUADRO 2.1

SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – BUSCHLE & LEPPER – 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)	33,1	38,1	44,2	48,6

No Quadro 2.2 apresenta-se a relação de dispositivos existentes com suas dimensões atuais para a Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper as quais foram utilizadas para os estudos de diagnóstico e prognóstico referenciados no item 1 deste documento.

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

QUADRO 2.2

SUB-BACIA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – BUSCHLE & LEPPER – DISPOSITIVOS ATUAIS

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (m)</i>	<i>Comprimento (m)</i>
1	Trecho 1	Tubulação	0,80	292,60
2	Trecho 2	Tubulação	1,20/1,20	152,00
3	Trecho 3	Tubulação	1,20/0,60	135,00
4	Trecho 4	Galeria	2,50x1,50	330,00

Para estimar a produção de sedimentos na bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper 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: morfológico, hidráulicos e de qualidade das águas. No que se refere ao parâmetro morfológico, fez necessária a obtenção da largura do leito menor. Os parâmetros hidráulicos fazem menção à altura da lâmina d'água, velocidade do fluxo e, por consequência da multiplicação dessas duas medidas com a largura do leito, a vazão. O parâmetro de qualidade das águas trata da quantidade de sedimentos em suspensão, dadas em ml/L ou ppm.

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

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

QUADRO 2.3
DADOS DA ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA 5

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

Devido à escassez de dados hidrossedimentométricos na região da bacia e, dadas às características semelhantes de ocupação do solo, da geomorfologia e do clima, adotou-se a taxa de sedimentos medida no rio Cachoeira (vide Quadro 2.4) para todos os seus afluentes.

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

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

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

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

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

<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>	
Buschle & Lepper	0,85	57,82	364,73	49,14	310,02	55,57

2.3 DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS

2.3.1 Alternativa A

A alternativa A, conforme já mencionado, privilegiou a implantação de uma linha de drenagem auxiliar a existente dos dispositivos que causam restrições de vazões, seguindo seu curso atual.

O Quadro 2.6 apresenta as obras propostas para a alternativa A indicando os locais onde devem ocorrer as intervenções, assim como aqueles que apresentam capacidade hidráulica satisfatória, não sendo, portanto, necessária qualquer intervenção complementar.

QUADRO 2.6
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – BUSCHLE & LEPPER – OBRAS – ALTERNATIVA A

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>	<i>Situação</i>
1	Trecho 1.1	Tubulação	0,80x292,60	Permanece
1A	Trecho 1.2	Tubulação	0,80x292,60	Implantação
2	Trecho 2.1	Tubulação	1,20/1,20x152,00	Permanece
2A	Trecho 2.2	Tubulação	2,30x152,00	Implantação
3	Trecho 3.1	Tubulação	1,20/ 0,60x135,00	Permanece
3A	Trecho 3.2	Tubulação	2,30x135,00	Implantação
4	Trecho 4	Galeria	2,50X1,50x330,00	Permanece

A Figura 2.1 ilustra a sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper com os dispositivos de drenagem existentes, que serão mantidos, e os propostos para a alternativa A.

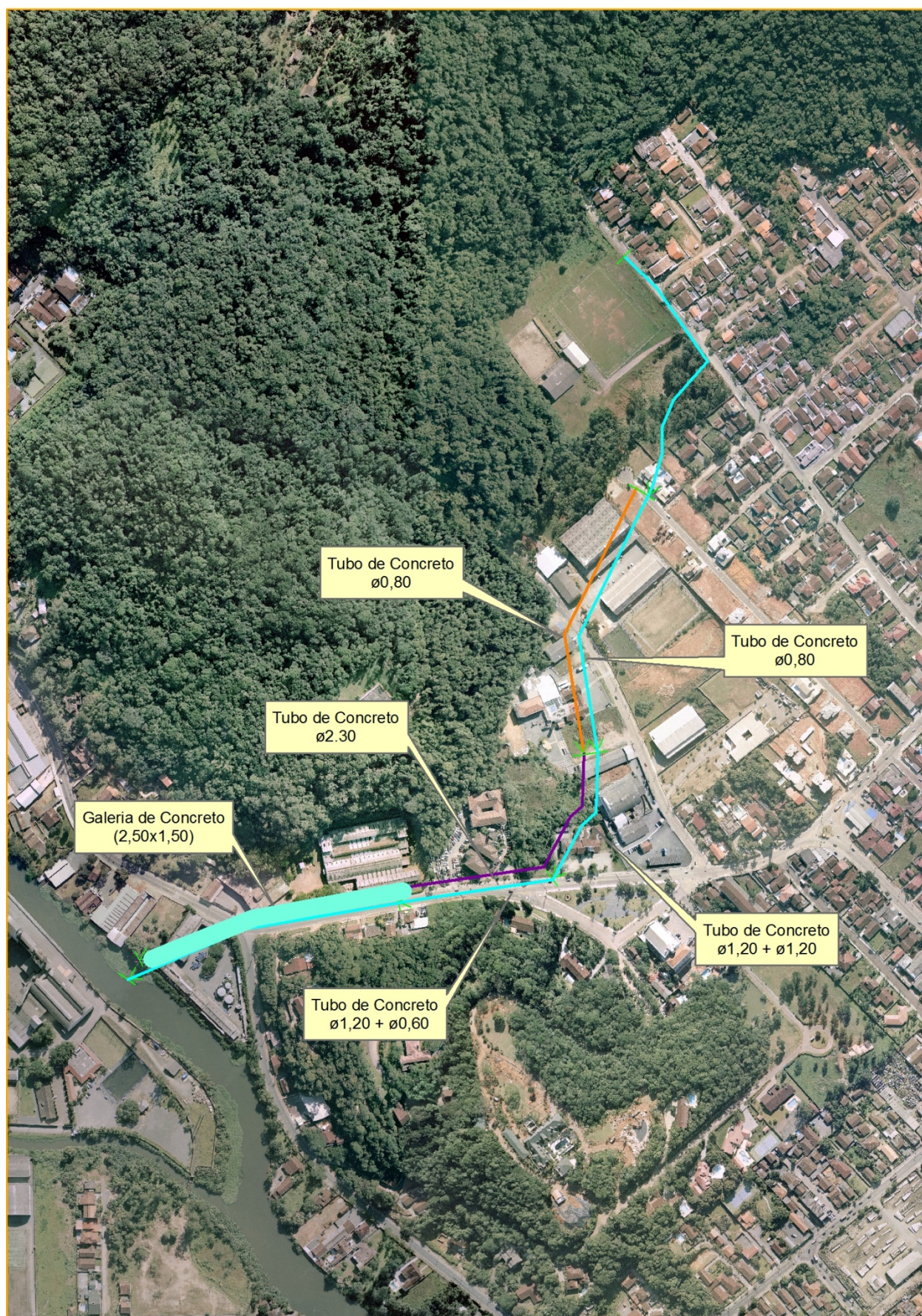
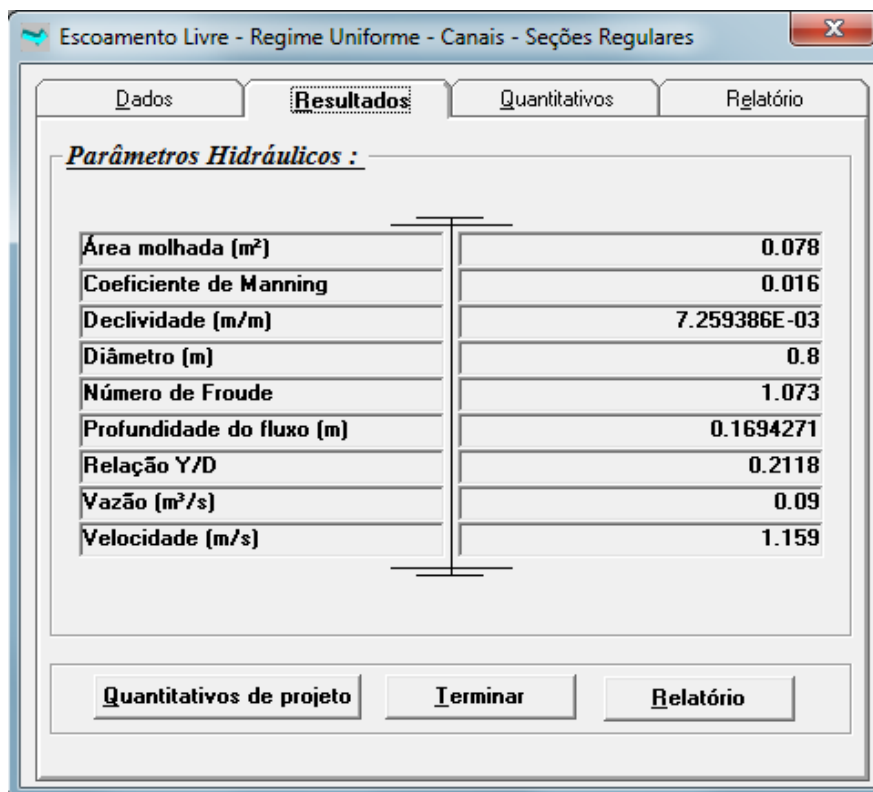


Figura 2.1 – Sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle&Lepper – Alternativa A.

As Figuras 2.2 a 2.4 apresentam os parâmetros hidráulicos para cada trecho estudado na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper para a alternativa A.

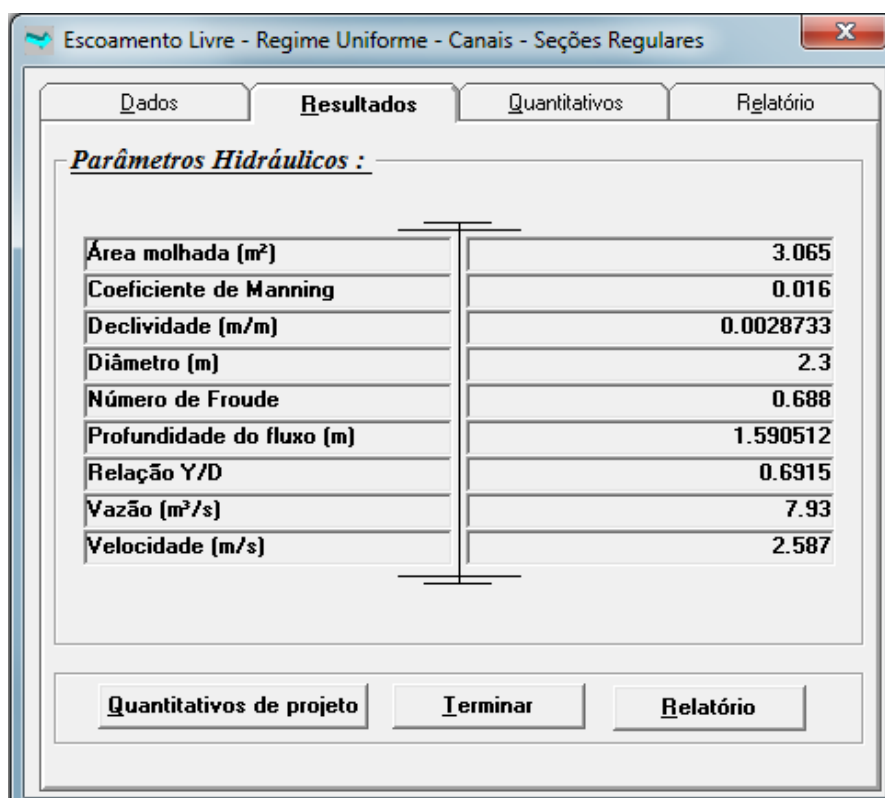


The screenshot shows a software window titled "Escoamento Livre - Regime Uniforme - Canais - Seções Regulares". It has four tabs: "Dados", "Resultados", "Quantitativos", and "Relatório". The "Resultados" tab is active, displaying a table of hydraulic parameters under the heading "Parâmetros Hidráulicos :". The table lists nine parameters with their corresponding values. At the bottom, there are three buttons: "Quantitativos de projeto", "Terminar", and "Relatório".

Parâmetros Hidráulicos :	
Área molhada (m²)	0.078
Coeficiente de Manning	0.016
Declividade (m/m)	7.259386E-03
Diâmetro (m)	0.8
Número de Froude	1.073
Profundidade do fluxo (m)	0.1694271
Relação Y/D	0.2118
Vazão (m³/s)	0.09
Velocidade (m/s)	1.159

Buttons at the bottom: Quantitativos de projeto, Terminar, Relatório.

Figura 2.2 – Parâmetros Hidráulicos – Alternativa A – Tubulação Trecho 1.2.



The screenshot shows the same software window as Figure 2.2, but for Trecho 2.2. The "Resultados" tab is active, displaying a table of hydraulic parameters. The values for most parameters are significantly higher than in Trecho 1.2. The same three buttons are present at the bottom.

Parâmetros Hidráulicos :	
Área molhada (m²)	3.065
Coeficiente de Manning	0.016
Declividade (m/m)	0.0028733
Diâmetro (m)	2.3
Número de Froude	0.688
Profundidade do fluxo (m)	1.590512
Relação Y/D	0.6915
Vazão (m³/s)	7.93
Velocidade (m/s)	2.587

Buttons at the bottom: Quantitativos de projeto, Terminar, Relatório.

Figura 2.3 – Parâmetros Hidráulicos – Alternativa A – Tubulação Trecho 2.2

Escoamento Livre - Regime Uniforme - Canais - Seções Regulares

Dados **R**esultados Quantitativos Relatório

Parâmetros Hidráulicos :

Área molhada (m²)	2.686
Coeficiente de Manning	0.016
Declividade (m/m)	0.01
Diâmetro (m)	2.3
Número de Froude	1.362
Profundidade do fluxo (m)	1.417232
Relação Y/D	0.6162
Vazão (m³/s)	12.56
Velocidade (m/s)	4.675

Quantitativos de projeto **Terminar** **Relatório**

Figura 2.4 – Parâmetros Hidráulicos – Alternativa A – Tubulação Trecho 3.2

O desenho 951-PMJ-PDC-A3-P793 (vide Anexo I) apresenta as obras previstas na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper para a alternativa A.

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

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

Utilizando a metodologia apresentada no Volume 1 deste relatório e nos aspectos descritos no item 2.3.4 deste documento, a bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper 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 2.7. No Quadro 2.8 estão apresentados os custos de manutenção dos canais da alternativa A.

QUADRO 2.7
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – BUSCHLE & LEPPER – PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS – ALTERNATIVA A

Rio	Área da Bacia (km²)	Taxa Média (t/ano/km²)		Produção de Sedimentos (t/ano)		Total	
		Arraste	Suspensão	Arraste	Suspensão	Peso (t/ano)	Volume (m³/ano)
Buschle & Lepper	0,85	57,82	364,73	49,14	310,02	55,57	37,05

QUADRO 2.8
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – BUSCHLE & LEPPER – CUSTOS DE MANUTENÇÃO – ALTERNATIVA A

Item	Comprimento (m)	Relativo (%)	Volume de Sedimentos (m³)	Custo Unitário de Manutenção (R\$/m³)	Custo Total de Manutenção (R\$/ano)
Canais	-	-	-	333,19	-
Pontes e Galerias	909,6	100%	37,05	695,75	25.777,08
				Total (R\$/ano)	25.777,08

2.3.2 Alternativa B

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

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

QUADRO 2.9
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – BUSCHLE & LEPPER – OBRAS – ALTERNATIVA B

Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)	Situação
1	Trecho 1	Tubulação	0,80x292,6,0	Permaneça
1A	Rua Emilio Petry	Tubulação	2,30x452,50	Implantação
2	Trecho 2	Tubulação	1,20/1,20x152,00	Permaneça
3	Trecho 3	Tubulação	1,20/ 0,60x135,00	Permaneça
3A	Rua Prefeito Helmuth Fallgatter	Tubulação	2,30x286,00	Implantação
4	Trecho 4	Galeria	2,50x1,50x330,00	Permaneça

A Figura 2.5 ilustra a sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper com os dispositivos de drenagem existentes, que serão mantidos, e os propostos para a alternativa B.

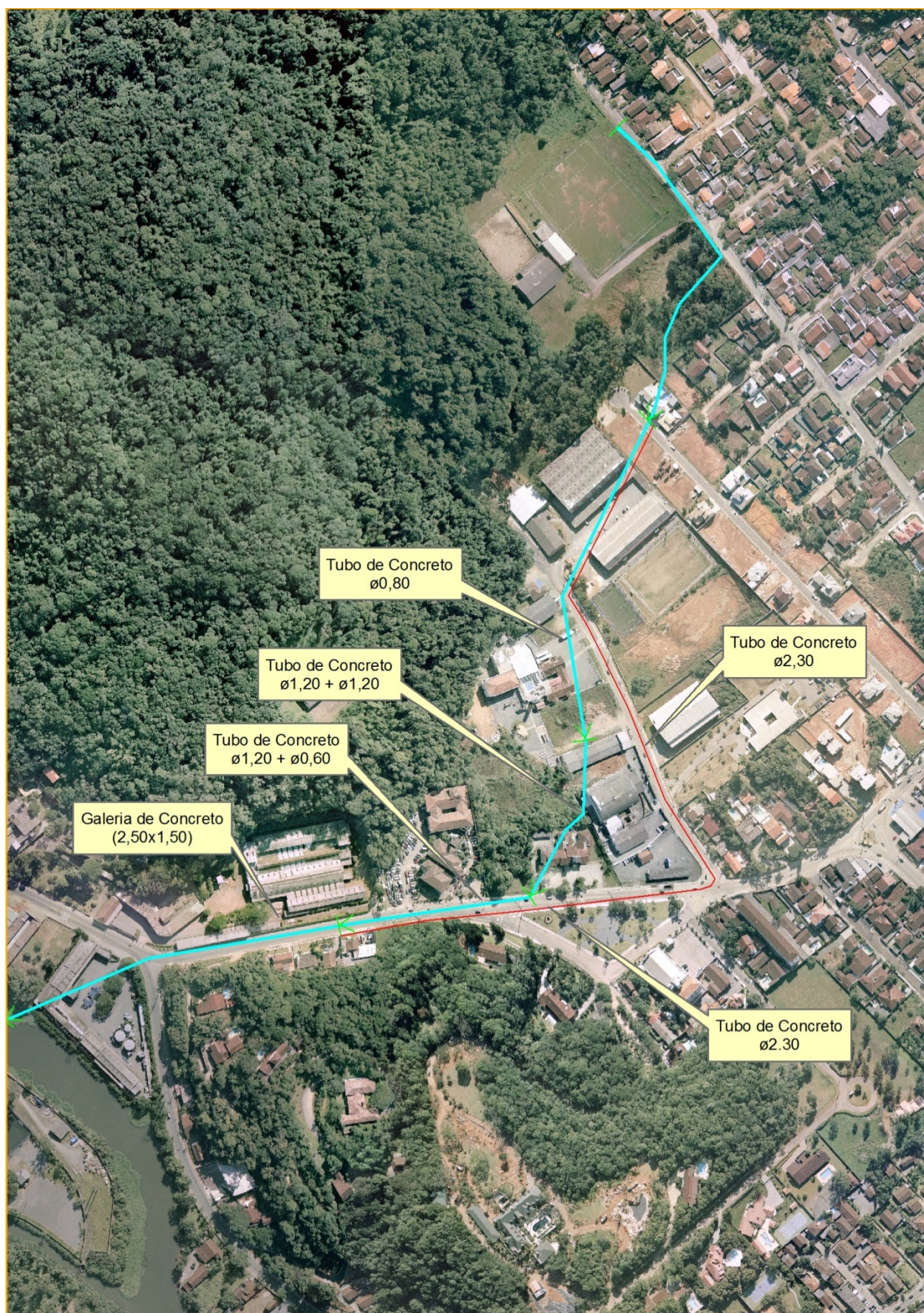
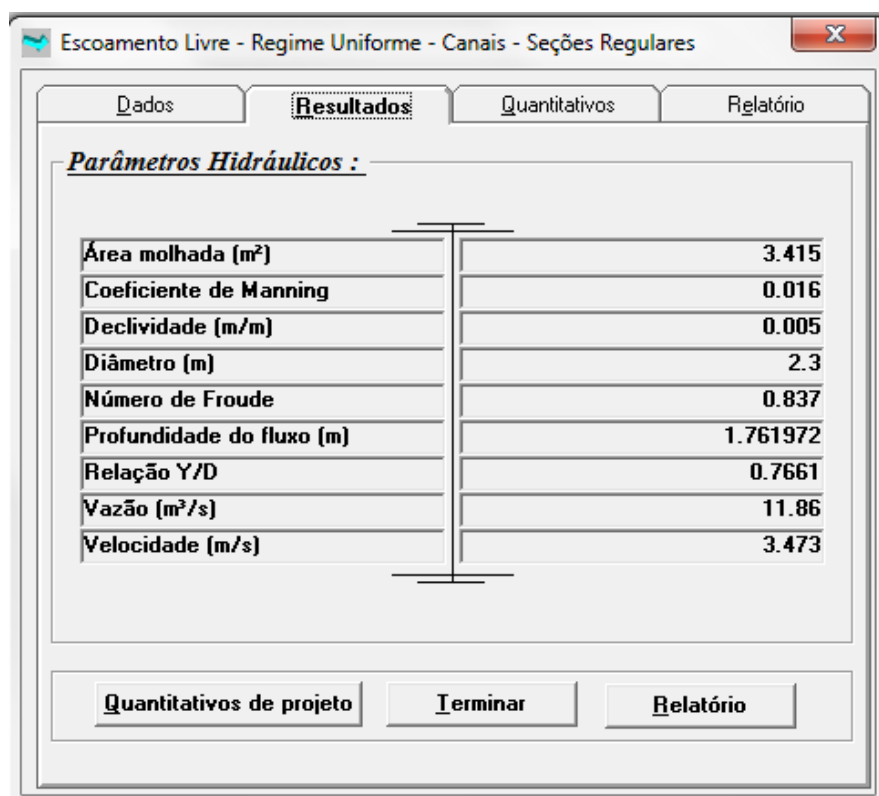


Figura 2.5 – Sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle&Lepper – Alternativa B.

As Figuras 2.6 e 2.7 apresentam os parâmetros hidráulicos para cada trecho estudado na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper



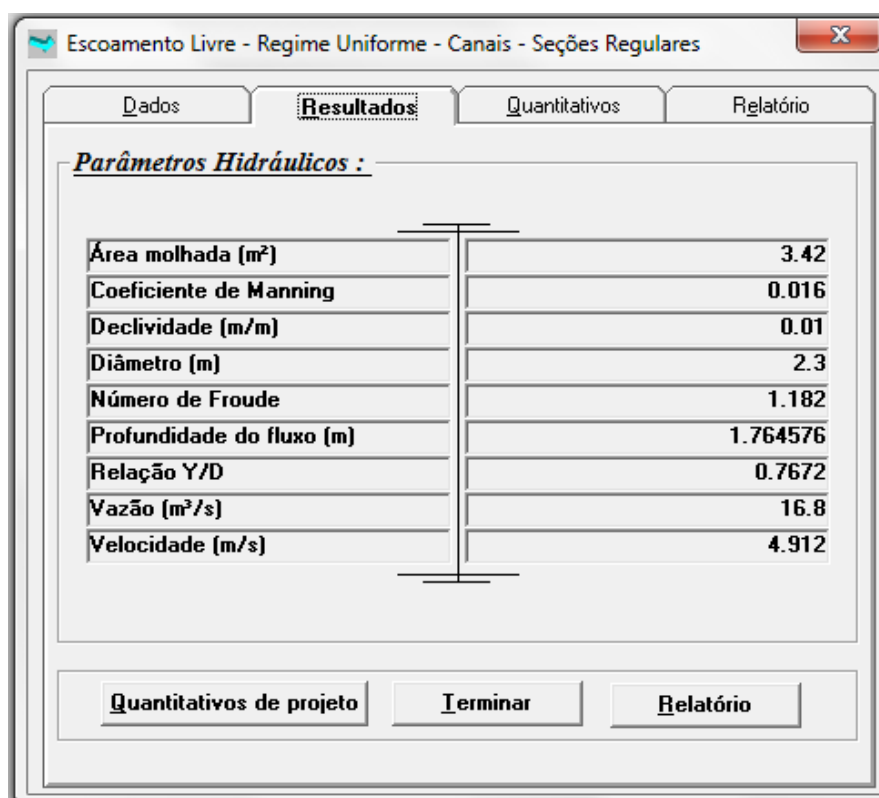
Escoamento Livre - Regime Uniforme - Canais - Seções Regulares

Parâmetros Hidráulicos :

Área molhada (m²)	3.415
Coeficiente de Manning	0.016
Declividade (m/m)	0.005
Diâmetro (m)	2.3
Número de Froude	0.837
Profundidade do fluxo (m)	1.761972
Relação Y/D	0.7661
Vazão (m³/s)	11.86
Velocidade (m/s)	3.473

Quantitativos de projeto Terminar Relatório

Figura 2.6 – Parâmetros Hidráulicos – Alternativa B – Tubulação Rua Emilio Petry.



Escoamento Livre - Regime Uniforme - Canais - Seções Regulares

Parâmetros Hidráulicos :

Área molhada (m²)	3.42
Coeficiente de Manning	0.016
Declividade (m/m)	0.01
Diâmetro (m)	2.3
Número de Froude	1.182
Profundidade do fluxo (m)	1.764576
Relação Y/D	0.7672
Vazão (m³/s)	16.8
Velocidade (m/s)	4.912

Quantitativos de projeto Terminar Relatório

Figura 2.7 – Parâmetros Hidráulicos – Alternativa B – Tubulação Rua Prefeito Helmuth Fallgatter.

O desenho 951-PMJ-PDC-A3-P794 (vide Anexo I) apresenta as obras previstas na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper para a alternativa B.

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

Com base nas mesmas considerações adotadas para a alternativa A, foram calculados os volumes anuais de sedimentação em cada segmento da bacia e obtidos os custos anuais para remoção desses sedimentos. Estes valores estão apresentados nos Quadros 2.10 e 2.11.

QUADRO 2.10

SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – BUSCHLE & LEPPER – 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)
Buschle & Lepper	0,85	57,82	364,73	49,14	310,02	55,57	37,05

QUADRO 2.11

SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – BUSCHLE & LEPPER 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	-	-	-	333,19	-
Pontes e Galerias	1.068,50	100%	37,05	695,75	25.777,08
				Total (R\$/ano)	25.777,08

2.3.3 Alternativa C

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

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

QUADRO 2.12
SUB-BACIA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – BUSCHLE & LEPPER – OBRAS –
ALTERNATIVA C

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>	<i>Situação</i>
1	Trecho 1	Tubulação	1,50/ 0,80x292,6	Permanece
1A	Rua Emilio Petry e Rua Prefeito Helmuth Fallgatter	Galeria	2,50x1,50x738,50	Implantação
2	Trecho 2	Tubulação	1,20/1,20x152,00	Permanece
3	Trecho 3	Tubulação	1,20/ 0,60x135,00	Permanece
4	Trecho 4	Galeria	2,50x1,50x330,00	Permanece

A Figura 2.8 ilustra a sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper com os dispositivos de drenagem existentes, que serão mantidos, e os propostos para a alternativa C.

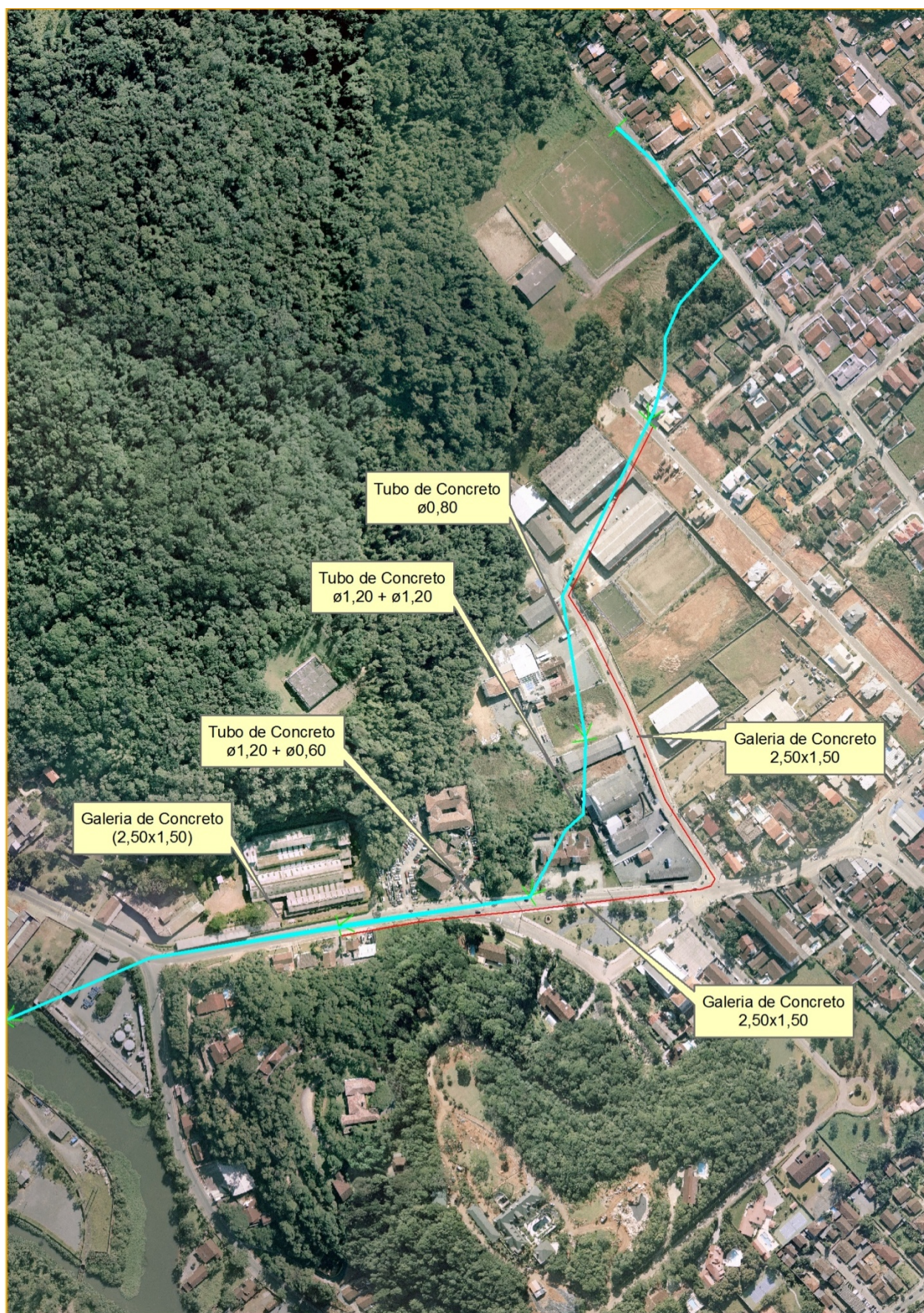


Figura 2.8 – Sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper – Alternativa C.

A Figura 2.9 apresenta os parâmetros hidráulicos para o trecho estudado na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper.

Parâmetros Hidráulicos :	
Área molhada (m²)	3.53
Coeficiente de Manning	0.016
Declividade (m/m)	0.005
Largura superficial (m)	2.5
Número de Froude	0.903
Profundidade do fluxo (m)	1.411803
Vazão (m³/s)	11.86
Velocidade (m/s)	3.36

Figura 2.9 – Parâmetros Hidráulicos – Alternativa C – Galeria Rua Emilio Petry e Prefeito Helmuth Fallgatter.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P795 (vide Anexo I) apresenta as obras previstas na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper para a alternativa C.

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

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

QUADRO 2.13

SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – BUSCHLE & LEPPER – PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS – ALTERNATIVA C

Rio	Área da Bacia (km²)	Taxa Média (t/ano/km²)		Produção de Sedimentos (t/ano)		Total	
		Arraste	Suspensão	Arraste	Suspensão	Peso (t/ano)	Volume (m³/ano)
Buschle & Lepper	0,85	57,82	364,73	49,14	310,02	55,57	37,05

QUADRO 2.14
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – BUSCHLE & LEPPER – CUSTOS DE
MANUTENÇÃO – ALTERNATIVA C

<i>Item</i>	<i>Comprimento (m)</i>	<i>Relativo (%)</i>	<i>Volume de Sedimentos (m³)</i>	<i>Custo Unitário de Manutenção (R\$/m³)</i>	<i>Custo Total de Manutenção (R\$/ano)</i>
Canais	-	-	-	333,19	-
Pontes e Galerias	1.068,50	100%	37,05	695,75	25.777,08
				Total (R\$/ano)	25.777,08

3. SELEÇÃO DA ALTERNATIVA PARA TR 25 ANOS

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

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

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

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

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

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

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

onde,

I_0 = montante investido no momento zero;

I_n = montantes de investimentos previstos em cada momento subsequente;

K = custo de oportunidade do capital;

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

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

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

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

Matematicamente,

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

onde:

I_0 = montante investido no momento zero;

I_n = montantes de investimentos previstos em cada momento subsequente;

K = TIR;

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

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

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

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

3.1 CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS

3.1.1 Alternativa A

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

QUADRO 3.1
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – BUSCHLE & LEPPER – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA A

OBRAS EXISTENTES			
<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>
1.1	Trecho 1	Tubulação	1,50/0,80x292,60
2.1	Trecho 2	Tubulação	1,20/1,20x152,00
3.1	Trecho 3	Tubulação	1,20/0,60x135,00
4	Trecho 4	Galeria	2,50x1,50x330,00
OBRAS PROPOSTAS			
<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>
1.2	Trecho 1	Tubulação	0,80x292,60
2.2	Trecho 2	Tubulação	2,30x152,00
3.2	Trecho 3	Tubulação	2,30x135,00
Obs: As obras existentes indicadas são mantidas na solução proposta.			

3.1.2 Alternativa B

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

QUADRO 3.2
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – BUSCHLE & LEPPER – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA B

OBRAS EXISTENTES			
<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>
1.1	Trecho 1	Tubulação	1,50/ 0,80x292,6
2.1	Trecho 2	Tubulação	1,20/1,20x152,00
3.1	Trecho 3	Tubulação	1,20/ 0,60x135,00
4	Trecho 4	Galeria	2,50x1,50x330,00
OBRAS PROPOSTAS			
<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>
1.2	Rua Emilio Petry	Tubulação	2,30x292,60
3.2	Rua Prefeito Helmuth Fallgatter	Tubulação	2,30x152,00
Obs: As obras existentes indicadas são mantidas na solução proposta.			

3.1.3 Alternativa C

O Quadro 3.3 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 C.

QUADRO 3.3
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – BUSCHLE & LEPPER – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA C

OBRAS EXISTENTES			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
1.1	Trecho 1	Tubulação	1,50/ 0,80x292,6
2.1	Trecho 2	Tubulação	1,20/1,20x152,00
3.1	Trecho 3	Tubulação	1,20/0,60x135,00
4	Trecho 4	Galeria	2,50x1,50x330,00
OBRAS PROPOSTAS			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
1.2	Rua Emilio Petry e Rua Prefeito Helmuth Fallgatter	Galeria	2,50x1,50x738,5

3.2 CUSTOS

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

3.2.1 Custos da Alternativa A

Os custos associados às intervenções propostas para a alternativa A estão detalhados no Quadro 3.4.

QUADRO 3.4
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – BUSCHLE & LEPPER – CUSTOS DE INVESTIMENTOS – PREÇOS FINANCEIROS – ALTERNATIVA A

CUSTOS FINAIS (R\$)	
Remoção	-
Construção de Canais	-
Construção de Pontes	-
Construção de Galerias	2.071.522,71
Construção de Reservatórios	-
Total Construção	2.071.522,71
BDI (30%)	621.456,81
Total Custos Diretos	2.692.979,53
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	215.438,36
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	80.789,39
Contingência (25%)	673.244,88
Total Outros Custos	969.472,63
Desapropriações	2.465.287,47
TOTAL	6.127.739,63

3.2.2 Custos da Alternativa B

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

QUADRO 3.5
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – BUSCHLE & LEPPER – CUSTOS DE INVESTIMENTOS – PREÇOS FINANCEIROS – ALTERNATIVA B

CUSTOS FINAIS (R\$)	
Remoção	-
Construção de Canais	-
Construção de Pontes	-
Construção de Galerias	4.096.412,13
Construção de Reservatórios	-
Total Construção	4.096.412,13
BDI (30%)	1.228.923,64
Total Custos Diretos	5.325.335,76
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	426.026,86
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	159.760,07
Contingência (25%)	1.331.333,94
Total Outros Custos	1.917.120,87
Desapropriações	-
TOTAL	7.242.456,64

3.2.3 Custos da Alternativa C

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

QUADRO 3.6
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – BUSCHLE & LEPPER – CUSTOS DE INVESTIMENTOS – PREÇOS FINANCEIROS – ALTERNATIVA C

CUSTOS FINAIS (R\$)	
Remoção	-
Construção de Canais	-
Construção de Pontes	-
Construção de Galerias	3.204.419,37
Construção de Reservatórios	-
Total Construção	3.204.419,37
BDI (30%)	961.325,81
Total Custos Diretos	4.165.745,19
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	333.259,61
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	124.972,36
Contingência (25%)	1.041.436,30
Total Outros Custos	1.499.668,27
Desapropriações	-
TOTAL	5.665.413,45

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 3.7.

QUADRO 3.7
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 3.8.

QUADRO 3.8
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>
5.467.889,50	24.230,46	5.937.610,67	24.230,46	4.644.697,38	24.230,46

3.3 BENEFÍCIOS ECONÔMICOS

3.3.1 Danos Evitados

De acordo com a metodologia apresentada no Volume 1, foram estimados os parâmetros para área inundada (m²)¹, altura média da lâmina d'água das alternativas (m) e o valor de mercado das edificações na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper (R\$/m²) para o TR de 25 anos para todas alternativas de projeto. Estas estimativas permitem calcular o benefício econômico da alternativa associado ao TR de 25 anos. O Quadro 3.9 apresenta os valores de área inundável e lâmina d'água que ocorreriam na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper caso não fossem implantadas as obras e os valores resultantes da ocorrência de uma precipitação com TR de 50 anos, admitindo a implantação de obras para o período de retorno de 25 anos.

QUADRO 3.9
PARÂMETROS PARA ESTIMAÇÃO DO PREJUÍZO DIRETO

			PRECIPITAÇÃO			
			TR=5 Anos	TR=10 Anos	TR=25 Anos	TR=50 Anos
GEOMETRIA	Atual	Área Inundável (Km ²)	0,003	0,006	0,013	0,016
		Lâmina d'água (m)	0,330	0,340	0,400	0,460
	25-A	Área Inundável (Km ²)	-	-	-	0,000
		Lâmina d'água (m)	-	-	-	0,000
	25-B	Área Inundável (Km ²)	-	-	-	0,000
		Lâmina d'água (m)	-	-	-	0,000
	25-C	Área Inundável (Km ²)	-	-	-	0,000
		Lâmina d'água (m)	-	-	-	0,000

O valor médio do metro quadrado das edificações na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper foi estimado em R\$990,41 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 3.10, 3.11 e 3.12.

QUADRO 3.10
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	163.793	302.409	786.900	1.112.273	116.721	
25-A	-	-	-	-	-	116.721

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
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	163.793	302.409	786.900	1.112.273	116.721	
25-B	-	-	-	-	-	116.721

QUADRO 3.12
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	163.793	302.409	786.900	1.112.273	116.721	
25-C	-	-	-	-	-	116.271

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 da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper. Visando facilitar o entendimento, as variáveis do banco de dados foram renomeadas com nomes do tipo: *apart* (o imóvel é um apartamento) ou *inunda* (variável *dummy*³ que identifica se aquele imóvel está situado em área inundável). O detalhamento destes procedimentos é apresentado em volume anexo de memória de cálculo.

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

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

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

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

Após análises preliminares e consequentes exclusões de alguns dados discrepantes foi ajustado um primeiro modelo utilizando como resposta a variável *vm2* e como variáveis explicativas: *inunda*, *uso*, *apart*, *casa*, *loja*, *galpão*, *bacia* e *estrutura*, resultando nos coeficientes apresentados no Quadro 3.13.

QUADRO 3.13
COEFICIENTES PARA ESTIMATIVA DO MODELO DE VALORIZAÇÃO IMOBILIÁRIA

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

a variável dependente: *vm2*

As variáveis com nível de significância acima de 10% foram retiradas e um novo modelo foi ajustado utilizando o logaritmo neperiano da variável *vm2* (renomeada para *lnvm2*) como resposta, já que os resíduos do ajuste anterior não pareciam seguir uma distribuição normal, o que é um pressuposto para a utilização da ferramenta estatística de regressão. O modelo final obtido, utilizando como resposta a variável *lnvm2tot*, foi:

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

ou seja, o valor do metro quadrado total é valorizado⁴ em 6,92% após a implantação do projeto.

⁴ Para uma função onde a transformação do valor do imóvel (*y*) é logarítmica e a variável de interesse (neste caso, a variável *inunda*) é dicotômica (0 ou 1) a valorização esperada é assim estimada: $\ln(y) = \alpha - \beta I$, considerando $I = 0$ sem inundação e $I = 1$ com inundação. Temos que para (1) $I = 0$, $\ln(y_{si}) = \alpha$ e para (2) $I = 1$, $\ln(y_{ci}) = \alpha - \beta$. A valorização será calculada pela diferença (1-2).
 $\ln(y_{si}) - \ln(y_{ci}) = \alpha - (\alpha - \beta) = \beta$
 $\ln(y_{si}/y_{ci}) = \beta = (y_{si}/y_{ci}) = \exp(\beta)$ A valorização relativa é $((y_{si}/y_{ci})/y_{ci}) = ((\exp(\beta))-1)*100$.

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

QUADRO 3.14
ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

	<i>Média</i>	<i>Desvio Padrão</i>	<i>N</i>
Invm2	4,5637	0,62388	6661
apart	0,03	0,156	6661
galpao	0,05	0,224	6661
estrutr1	0,18	0,384	6661
inunda	0,57	0,496	6661
baciar	5,79	3,018	6661

QUADRO 3.15
ANOVA

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

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

b Variável dependente: Invm2

QUADRO 3.16
COEFICIENTES

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

QUADRO 3.17
R AJUSTADO

<i>R</i>	<i>R quadrado</i>	<i>R quadrado corrigida</i>
0,459(a)	0,210	0,210

Ao valor monetário do conjunto de imóveis identificados como pertencentes à sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper e que encontram-se em áreas alagáveis foi aplicado o percentual de 6,92% de valorização imobiliária, atribuíveis pela implantação do projeto. O procedimento matemático para obter o benefício monetário da área é obtido pela soma total da área edificada em condições de alagamento, multiplicado pelo valor médio do metro quadrado dos imóveis (R\$990,41/m²), obtendo-se assim o valor total dos ativos passíveis

de valorização. Em seguida, aplica-se ao valor total destes ativos o percentual de valorização para obter-se o valor monetário do benefício econômico na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper.

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 – Buschle & Lepper, o valor do benefício econômico, calculado conforme os procedimentos descritos acima, atingiu a quantia de R\$290,3 mil 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 – Buschle & Lepper 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 – Buschle & Lepper 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\$15.777/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 3.17 a 3.19 sumarizam a análise benefício-custo para as alternativas A, B e C, respectivamente.

Tomando como base os resultados das análises, verificou-se que a alternativa C é aquela que maximiza o retorno econômico, pois apresenta maior VPL entre as alternativas avaliadas. Na Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper não ocorreu audiência pública para apresentação das alternativas à população. No próximo capítulo são apresentados os estudos econômicos para a alternativa C, para os tempos de retorno de 5, 10 e 50 anos.

O Quadro 3.20 apresenta a síntese dos resultados para as alternativas A, B e C.

QUADRO 3.18
ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO – ALTERNATIVA A

SUB BACIA BUSCHLE & LEPPER

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 #DIV/0!
1	-	-	-	-	-	5.467.890		-	-	5.467.890	(5.467.890)
2	14.095	75.702	15.777	21.115	126.689	-		24.230	-	24.230	102.458
3	14.095	75.702	15.777	21.115	126.689	-		24.230	-	24.230	102.458
4	14.095	75.702	15.777	21.115	126.689	-		24.230	-	24.230	102.458
5	14.095	75.702	15.777	21.115	126.689	-		24.230	-	24.230	102.458
6	14.095	75.702	15.777	21.115	126.689	-		24.230	-	24.230	102.458
7	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
8	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
9	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
10	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
11	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
12	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
13	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
14	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
15	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
16	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
17	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
18	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
19	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
20	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
21	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
22	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
23	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
24	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
25	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
VPL	109.718	272.889	122.815	101.084	606.505	5.467.890	-	188.618	-	5.656.507	(5.050.002)

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

QUADRO 3.19
ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO – ALTERNATIVA B

SUB BACIA BUSCHLE & LEPPER

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 #DIV/0!
1	-	-			-	5.937.611		-	-	5.937.611	(5.937.611)
2	14.095	75.702	15.777	21.115	126.689	-		24.230	-	24.230	102.458
3	14.095	75.702	15.777	21.115	126.689	-		24.230	-	24.230	102.458
4	14.095	75.702	15.777	21.115	126.689	-		24.230	-	24.230	102.458
5	14.095	75.702	15.777	21.115	126.689	-		24.230	-	24.230	102.458
6	14.095	75.702	15.777	21.115	126.689	-		24.230	-	24.230	102.458
7	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
8	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
9	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
10	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
11	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
12	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
13	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
14	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
15	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
16	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
17	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
18	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
19	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
20	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
21	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
22	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
23	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
24	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
25	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
VPL	109.718	272.889	122.815	101.084	606.505	5.937.611	-	188.618	-	6.126.228	(5.519.723)

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

QUADRO 3.20
ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO – ALTERNATIVA C

SUB BACIA BUSCHLE & LEPPER

ALTERNATIVA "C" - 25 ANOS

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	CUSTOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		TIRE #DIV/0!
1	-	-			-	4.644.697		-	-	4.644.697	(4.644.697)
2	14.095	75.702	15.777	21.115	126.689	-		24.230	-	24.230	102.458
3	14.095	75.702	15.777	21.115	126.689	-		24.230	-	24.230	102.458
4	14.095	75.702	15.777	21.115	126.689	-		24.230	-	24.230	102.458
5	14.095	75.702	15.777	21.115	126.689	-		24.230	-	24.230	102.458
6	14.095	75.702	15.777	21.115	126.689	-		24.230	-	24.230	102.458
7	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
8	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
9	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
10	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
11	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
12	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
13	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
14	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
15	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
16	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
17	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
18	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
19	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
20	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
21	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
22	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
23	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
24	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
25	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
VPL	109.718	272.889	122.815	101.084	606.505	4.644.697	-	188.618	-	4.833.315	(4.226.810)

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

QUADRO 3.21
SÍNTESE DOS RESULTADOS – SELEÇÃO DA ALTERNATIVA

Alternativa	Benefícios					Custo			Resultados		Índices		
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos	Benefício Total	Investimentos	O&M	Custo Total	VPL	TIR	VPL	Benefícios	Custos
ALTERNATIVA "A" - 25 ANOS	109.717,72	272.888,61	122.814,79	101.084,22	606.505,34	5.467.889,50	188.617,53	5.656.507,04	-5.050.001,70	#DIV/0!	1,19	1,00	1,17
ALTERNATIVA "B" - 25 ANOS	109.717,72	272.888,61	122.814,79	101.084,22	606.505,34	5.937.610,67	188.617,53	6.126.228,21	-5.519.722,87	#DIV/0!	1,31	1,00	1,27
ALTERNATIVA "C" - 25 ANOS	109.717,72	272.888,61	122.814,79	101.084,22	606.505,34	4.644.697,38	188.617,53	4.833.314,91	-4.226.809,58	#DIV/0!	1,00	1,00	1,00
Escolha Econômica													

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

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

4. ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO POR PERÍODO DE RETORNO

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

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

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

4.1 DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS

Definida a seleção da alternativa C para as obras da sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper, 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 – BUSCHLE & LEPPER – CARACTERÍSTICAS DOS DISPOSITIVOS E CANAIS EXISTENTES E PROJETADOS

Dimensão (BxhxL) (m) / *Volume (m³)					
Dispositivo	Local	TR = 5 Anos	TR = 10 Anos	TR = 25 Anos	TR = 50 Anos
1	Trecho 1	Ø1,50/ Ø 0,80 x292,60	Ø 1,50/ Ø 0,80 x292,60	Ø 1,50/ Ø 0,80 x292,60	Ø 1,50/ Ø 0,80 x292,60
1A	Rua Emílio Petry e Rua Helmuth Fallgatter	2,10x1,50 x738,50	2,40x1,50 x738,50	2,50x1,50 x738,50	3,00x1,50 x738,50
2	Trecho 2	Ø 1,20/ Ø 1,20 x152,00	Ø 1,20/ Ø 1,20 x152,00	Ø 1,20/ Ø 1,20 x152,00	Ø 1,20/ Ø 1,20 x152,00
3	Trecho 3	Ø 1,20/ Ø 0,60 x135,00	Ø 1,20/ Ø 0,60 x135,00	Ø 1,20/ Ø 0,60 x135,00	Ø 1,20/ Ø 0,60 x135,00
4	Trecho 4	2,50x1,50 x330,00	2,50x1,50 x330,00	2,50x1,50 x330,00	2,50x1,50 x330,00
Galerias					
Pontes					
Reservatórios					
Canais					

4.2 CUSTOS POR PERÍODO DE RETORNO

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

QUADRO 4.2
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – BUSCHLE & LEPPER – CUSTOS POR PERÍODO DE RETORNO – PREÇOS FINANCEIROS

<i>Custos Finais (R\$)</i>	<i>TR = 5 Anos</i>	<i>TR = 10 Anos</i>	<i>TR = 25 Anos</i>	<i>TR = 50 Anos</i>
Remoção	-	-	-	-
Construção de Canais	-	-	-	-
Construção de Pontes	-	-	-	-
Construção de Galerias	2.779.614,90	3.098.484,24	3.204.419,37	3.731.435,23
Construção de Reservatórios	-	-	-	-
Total Construção	2.779.614,90	3.098.484,24	3.204.419,37	3.731.435,23
BDI (30%)	833.884,47	929.545,27	961.325,81	1.119.430,57
Total Custos Diretos	3.613.499,37	4.028.029,51	4.165.745,19	4.850.865,80
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	289.079,95	322.242,36	333.259,61	388.069,26
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	108.404,98	120.840,89	124.972,36	145.525,97
Contingência (25%)	903.374,84	1.007.007,38	1.041.436,30	1.212.716,45
Total Outros Custos	1.300.859,77	1.450.090,62	1.499.668,27	1.746.311,69
Desapropriações	-	-	-	-
TOTAL	4.914.359,14	5.478.120,13	5.665.413,45	6.597.177,49

Para elaboração do fluxo de caixa das alternativas de dimensionamento os valores foram convertidos a preços econômicos seguindo a mesma metodologia já descrita anteriormente, através dos fatores de conversão apresentados no Quadro 3.7. Os cálculos efetuados estão apresentados em memórias de cálculo em volume anexo.

4.3 BENEFÍCIOS POR PERÍODO DE RETORNO

4.3.1 Benefícios por Danos Evitados

De acordo com a metodologia apresentada anteriormente, foram estimados os parâmetros para área inundada (m^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 – Buschle & Lepper ($R\$/m^2$) 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	0,003	0,330	0,006	0,340	0,013	0,400	0,016	0,460
5-C	-	-	0,000	0,000	0,016	0,323	0,018	0,322
10-C	-	-	-	-	0,000	0,000	0,015	0,296
25-C	-	-	-	-	-	-	0,000	0,000
50-C	-	-	-	-	-	-	-	-

O valor médio do metro quadrado das edificações na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper foi estimado em R\$990,41 a partir de pesquisas realizadas no mercado imobiliário de Joinville. Os benefícios estimados para cada período de retorno estão apresentados no Quadro 4.4.

QUADRO 4.4
BENEFÍCIOS ECONÔMICOS PARA ALTERNATIVA C

<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	163.793	302.409	786.900	1.112.273	116.721	-
5-C	-	-	746.750	861.202	47.094	69.627
10-C	-	-	-	647.904	12.958	103.763
25-C	-	-	-	-	-	116.721
50-C	-	-	-	-	-	116.721

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

4.3.2 Benefícios de Valorização Imobiliária por Período de Retorno

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

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

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

<i>Período de Retorno</i>	<i>Benefícios por Valorização Imobiliária (R\$)</i>
5	68.851
10	123.379
25	272.889
50	335.413

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 – Buschle & Lepper 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	30.987
10	55.527
25	122.815
50	150.954

4.3.4 Benefícios Indiretos

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

4.4 RESULTADOS DA ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO

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

Tomando como base os resultados das análises, verificou-se que o TR de 05 anos é aquele que maximiza o retorno econômico, embora em nenhum dos TRs tenhamos TIR maior que 12% ou VPL maior que zero.

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

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

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

SB BUSCHLE & LEPPER											
ALTERNATIVA "C" - TR 05 ANOS											
ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA											
Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	CUSTOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		TIRE #DIV/0!
1	-	-	-	-	-	4.028.958		-	-	4.028.958	(4.028.958)
2	8.408	19.100	3.981	6.298	37.786	-		24.230	-	24.230	13.556
3	8.408	19.100	3.981	6.298	37.786	-		24.230	-	24.230	13.556
4	8.408	19.100	3.981	6.298	37.786	-		24.230	-	24.230	13.556
5	8.408	19.100	3.981	6.298	37.786	-		24.230	-	24.230	13.556
6	8.408	19.100	3.981	6.298	37.786	-		24.230	-	24.230	13.556
7	8.408		3.981	2.478	14.866	-		24.230	-	24.230	(9.364)
8	8.408		3.981	2.478	14.866	-		24.230	-	24.230	(9.364)
9	8.408		3.981	2.478	14.866	-		24.230	-	24.230	(9.364)
10	8.408		3.981	2.478	14.866	-		24.230	-	24.230	(9.364)
11	8.408		3.981	2.478	14.866	-		24.230	-	24.230	(9.364)
12	8.408		3.981	2.478	14.866	-		24.230	-	24.230	(9.364)
13	8.408		3.981	2.478	14.866	-		24.230	-	24.230	(9.364)
14	8.408		3.981	2.478	14.866	-		24.230	-	24.230	(9.364)
15	8.408		3.981	2.478	14.866	-		24.230	-	24.230	(9.364)
16	8.408		3.981	2.478	14.866	-		24.230	-	24.230	(9.364)
17	8.408		3.981	2.478	14.866	-		24.230	-	24.230	(9.364)
18	8.408		3.981	2.478	14.866	-		24.230	-	24.230	(9.364)
19	8.408		3.981	2.478	14.866	-		24.230	-	24.230	(9.364)
20	8.408		3.981	2.478	14.866	-		24.230	-	24.230	(9.364)
21	8.408		3.981	2.478	14.866	-		24.230	-	24.230	(9.364)
22	8.408		3.981	2.478	14.866	-		24.230	-	24.230	(9.364)
23	8.408		3.981	2.478	14.866	-		24.230	-	24.230	(9.364)
24	8.408		3.981	2.478	14.866	-		24.230	-	24.230	(9.364)
25	8.408		3.981	2.478	14.866	-		24.230	-	24.230	(9.364)
VPL	65.449	68.851	30.987	33.057	198.344	4.028.958	-	188.618	-	4.217.575	(4.019.231)

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

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

SB BUSCHLE & LEPPER

ALTERNATIVA "C" - TR 10 ANOS

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	CUSTOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		TIRE #DIV/0!
1	-	-			-	4.491.148		-	-	4.491.148	(4.491.148)
2	12.530	34.227	7.133	10.778	64.668	-		24.230	-	24.230	40.437
3	12.530	34.227	7.133	10.778	64.668	-		24.230	-	24.230	40.437
4	12.530	34.227	7.133	10.778	64.668	-		24.230	-	24.230	40.437
5	12.530	34.227	7.133	10.778	64.668	-		24.230	-	24.230	40.437
6	12.530	34.227	7.133	10.778	64.668	-		24.230	-	24.230	40.437
7	12.530		7.133	3.933	23.596	-		24.230	-	24.230	(635)
8	12.530		7.133	3.933	23.596	-		24.230	-	24.230	(635)
9	12.530		7.133	3.933	23.596	-		24.230	-	24.230	(635)
10	12.530		7.133	3.933	23.596	-		24.230	-	24.230	(635)
11	12.530		7.133	3.933	23.596	-		24.230	-	24.230	(635)
12	12.530		7.133	3.933	23.596	-		24.230	-	24.230	(635)
13	12.530		7.133	3.933	23.596	-		24.230	-	24.230	(635)
14	12.530		7.133	3.933	23.596	-		24.230	-	24.230	(635)
15	12.530		7.133	3.933	23.596	-		24.230	-	24.230	(635)
16	12.530		7.133	3.933	23.596	-		24.230	-	24.230	(635)
17	12.530		7.133	3.933	23.596	-		24.230	-	24.230	(635)
18	12.530		7.133	3.933	23.596	-		24.230	-	24.230	(635)
19	12.530		7.133	3.933	23.596	-		24.230	-	24.230	(635)
20	12.530		7.133	3.933	23.596	-		24.230	-	24.230	(635)
21	12.530		7.133	3.933	23.596	-		24.230	-	24.230	(635)
22	12.530		7.133	3.933	23.596	-		24.230	-	24.230	(635)
23	12.530		7.133	3.933	23.596	-		24.230	-	24.230	(635)
24	12.530		7.133	3.933	23.596	-		24.230	-	24.230	(635)
25	12.530		7.133	3.933	23.596	-		24.230	-	24.230	(635)
VPL	97.537	123.379	55.527	55.289	331.732	4.491.148	-	188.618	-	4.679.766	(4.348.034)

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

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

SB BUSCHLE & LEPPER

ALTERNATIVA "C" - TR 25 ANOS

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	CUSTOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		TIRE #DIV/0!
1	-	-			-	4.644.697		-	-	4.644.697	(4.644.697)
2	14.095	75.702	15.777	21.115	126.689	-		24.230	-	24.230	102.458
3	14.095	75.702	15.777	21.115	126.689	-		24.230	-	24.230	102.458
4	14.095	75.702	15.777	21.115	126.689	-		24.230	-	24.230	102.458
5	14.095	75.702	15.777	21.115	126.689	-		24.230	-	24.230	102.458
6	14.095	75.702	15.777	21.115	126.689	-		24.230	-	24.230	102.458
7	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
8	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
9	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
10	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
11	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
12	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
13	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
14	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
15	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
16	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
17	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
18	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
19	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
20	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
21	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
22	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
23	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
24	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
25	14.095		15.777	5.974	35.846	-		24.230	-	24.230	11.616
VPL	109.718	272.889	122.815	101.084	606.505	4.644.697	-	188.618	-	4.833.315	(4.226.810)

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

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

SB BUSCHLE & LEPPER

ALTERNATIVA "C" - TR 50 ANOS

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	CUSTOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		TIRE #DIV/0!
1	-	-			-	5.408.589		-	-	5.408.589	(5.408.589)
2	14.095	93.047	19.392	25.307	151.840	-		24.230	-	24.230	127.610
3	14.095	93.047	19.392	25.307	151.840	-		24.230	-	24.230	127.610
4	14.095	93.047	19.392	25.307	151.840	-		24.230	-	24.230	127.610
5	14.095	93.047	19.392	25.307	151.840	-		24.230	-	24.230	127.610
6	14.095	93.047	19.392	25.307	151.840	-		24.230	-	24.230	127.610
7	14.095		19.392	6.697	40.184	-		24.230	-	24.230	15.954
8	14.095		19.392	6.697	40.184	-		24.230	-	24.230	15.954
9	14.095		19.392	6.697	40.184	-		24.230	-	24.230	15.954
10	14.095		19.392	6.697	40.184	-		24.230	-	24.230	15.954
11	14.095		19.392	6.697	40.184	-		24.230	-	24.230	15.954
12	14.095		19.392	6.697	40.184	-		24.230	-	24.230	15.954
13	14.095		19.392	6.697	40.184	-		24.230	-	24.230	15.954
14	14.095		19.392	6.697	40.184	-		24.230	-	24.230	15.954
15	14.095		19.392	6.697	40.184	-		24.230	-	24.230	15.954
16	14.095		19.392	6.697	40.184	-		24.230	-	24.230	15.954
17	14.095		19.392	6.697	40.184	-		24.230	-	24.230	15.954
18	14.095		19.392	6.697	40.184	-		24.230	-	24.230	15.954
19	14.095		19.392	6.697	40.184	-		24.230	-	24.230	15.954
20	14.095		19.392	6.697	40.184	-		24.230	-	24.230	15.954
21	14.095		19.392	6.697	40.184	-		24.230	-	24.230	15.954
22	14.095		19.392	6.697	40.184	-		24.230	-	24.230	15.954
23	14.095		19.392	6.697	40.184	-		24.230	-	24.230	15.954
24	14.095		19.392	6.697	40.184	-		24.230	-	24.230	15.954
25	14.095		19.392	6.697	40.184	-		24.230	-	24.230	15.954
VPL	109.718	335.413	150.954	119.217	715.301	5.408.589	-	188.618	-	5.597.207	(4.881.905)

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

QUADRO 4.11
SÍNTESE DOS RESULTADOS – SELEÇÃO DO TEMPO DE RETORNO

TRs	Benefícios					Custo			Resultados		Índices		
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos	Benefício Total	Investimentos	O&M	Custo Total	VPL	TIR	VPL	Benefícios	Custos
5 ANOS	65.449,33	68.850,69	30.986,57	33.057,32	198.343,91	4.028.957,67	188.617,53	4.217.575,21	-4.019.231,30	#DIV/0!	1,00	1,00	1,00
10 ANOS	97.537,12	123.378,95	55.527,27	55.288,67	331.732,01	4.491.147,99	188.617,53	4.679.765,52	-4.348.033,51	#DIV/0!	1,08	1,67	1,11
25 ANOS	109.717,72	272.888,61	122.814,79	101.084,22	606.505,34	4.644.697,38	188.617,53	4.833.314,91	-4.226.809,58	#DIV/0!	1,05	3,06	1,15
50 ANOS	109.717,72	335.412,70	150.954,05	119.216,89	715.301,36	5.408.589,02	188.617,53	5.597.206,56	-4.881.905,20	#DIV/0!	1,21	3,61	1,33
Escolha Econômica													

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

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

5. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

5.1 MODELAGEM DAS SIMULAÇÕES

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

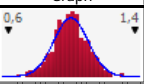
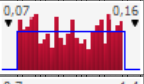
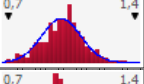
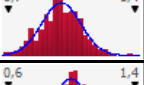

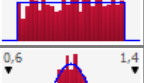
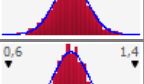
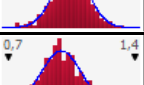

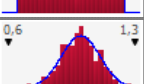
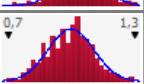
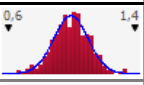
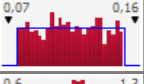
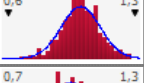
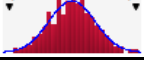
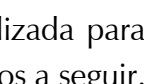
- a) Custos de investimentos;
- b) Taxa de oportunidade do capital;
- c) Benefícios por danos evitados e
- d) Benefícios por valorização imobiliária.

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

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

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

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: domingo, 21 de novembro de 2010 16:29:50									
	Name	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
TR 5 ANOS	Benefícios Valorizacao Imobiliária	B11		,68383	,99893	1,31615	,83739	1,15750	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		0,0803681	0,1150515	0,149922	8,30E-02	0,1468226	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,72084	1,01165	1,34226	,84337	1,17936	0
	Custos de Investimentos	B15		,71082	,99959	1,36688	,82277	1,16388	0
TR 10 ANOS	Benefícios Valorizacao Imobiliária	B11		,65640	,99969	1,32883	,83559	1,16175	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		,08000	0,1162062	0,1499822	,08357	0,1465006	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,68552	1,00222	1,30580	,83712	1,16062	0
	Custos de Investimentos	B15		,67933	,99965	1,31602	,83359	1,15892	0
TR 25 ANOS	Benefícios Valorizacao Imobiliária	B11		,70667	,99924	1,30268	,83989	1,15225	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		,08003	0,1129927	0,1499544	,08323	0,1462248	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,65302	,99819	1,29021	,82623	1,15730	0
	Custos de Investimentos	B15		,72033	,99717	1,27843	,83672	1,16536	0
TR 50 ANOS	Benefícios Valorizacao Imobiliária	B11		,68490	1,00462	1,33416	,83418	1,16325	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		,08013	0,1150061	0,1499259	,08366	0,1466771	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,69184	1,00506	1,26490	,85304	1,16228	0
	Custos de Investimentos	B15		,74518	1,00206	1,29192	,84760	1,15906	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

O Quadro 5.2 apresenta os resultados das simulações do VPL para o dimensionamento com período de retorno de 5 anos.

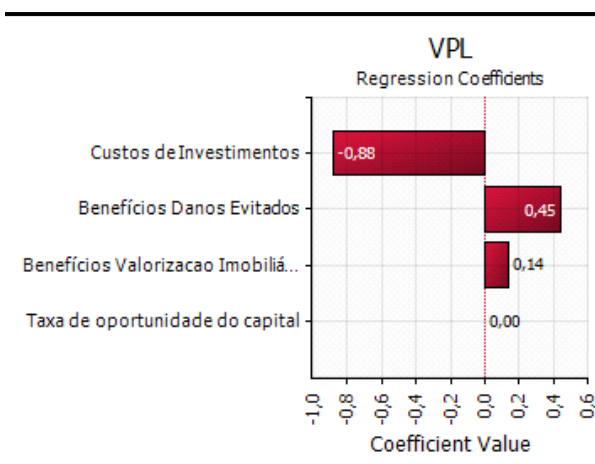
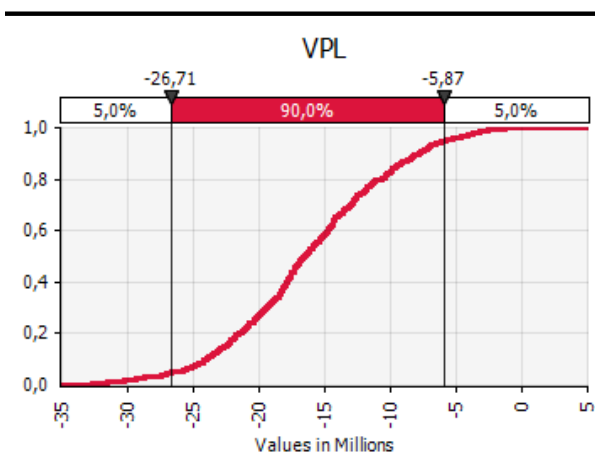
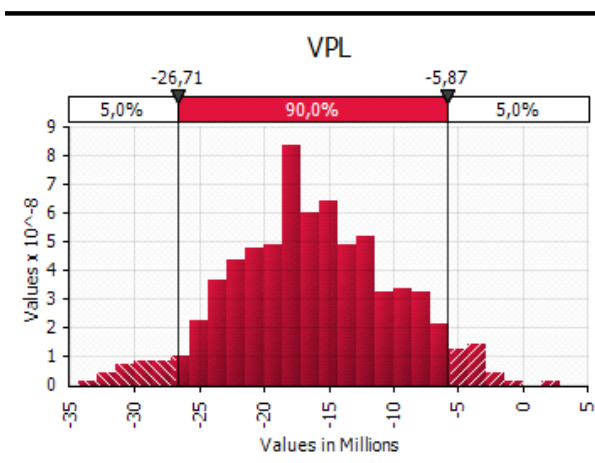
QUADRO 5.2

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

@RISK Output Report for VPL

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: quinta-feira, 18 de novembro de 2010 17:57:49



Simulation Summary Information

Workbook Name	03 BR Risco 05_A.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	11/18/10 18:57:33
Simulation Duration	00:00:03
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1668756846

Summary Statistics for VPL

Statistics		Percentile	
Minimum	(34.377.630)	5%	(26.706.603)
Maximum	2.905.674	10%	(24.110.218)
Mean	(16.250.274)	15%	(22.606.197)
Std Dev	6.241.684	20%	(21.568.817)
Variance	3,89586E+13	25%	(20.386.355)
Skewness	-0,005486744	30%	(19.406.139)
Kurtosis	2,890130563	35%	(18.457.578)
Median	(16.479.888)	40%	(17.809.003)
Mode	(17.570.751)	45%	(17.291.427)
Left X	(26.706.603)	50%	(16.479.888)
Left P	5%	55%	(15.712.552)
Right X	(5.868.809)	60%	(14.805.960)
Right P	95%	65%	(14.206.854)
Diff X	20.837.794	70%	(13.027.257)
Diff P	90%	75%	(12.099.301)
#Errors	0	80%	(10.753.820)
Filter Min	Off	85%	(9.535.736)
Filter Max	Off	90%	(7.860.006)
#Filtered	0	95%	(5.868.809)

Regression and Rank Information for VPL

Rank	Name	Regr	Corr
1	Custos de Invest	-0,879	-0,871
2	Benefícios Danos	0,446	0,441
3	Benefícios Valori	0,140	0,166
4	Taxa de oportuni	0,003	-0,056

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. 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.

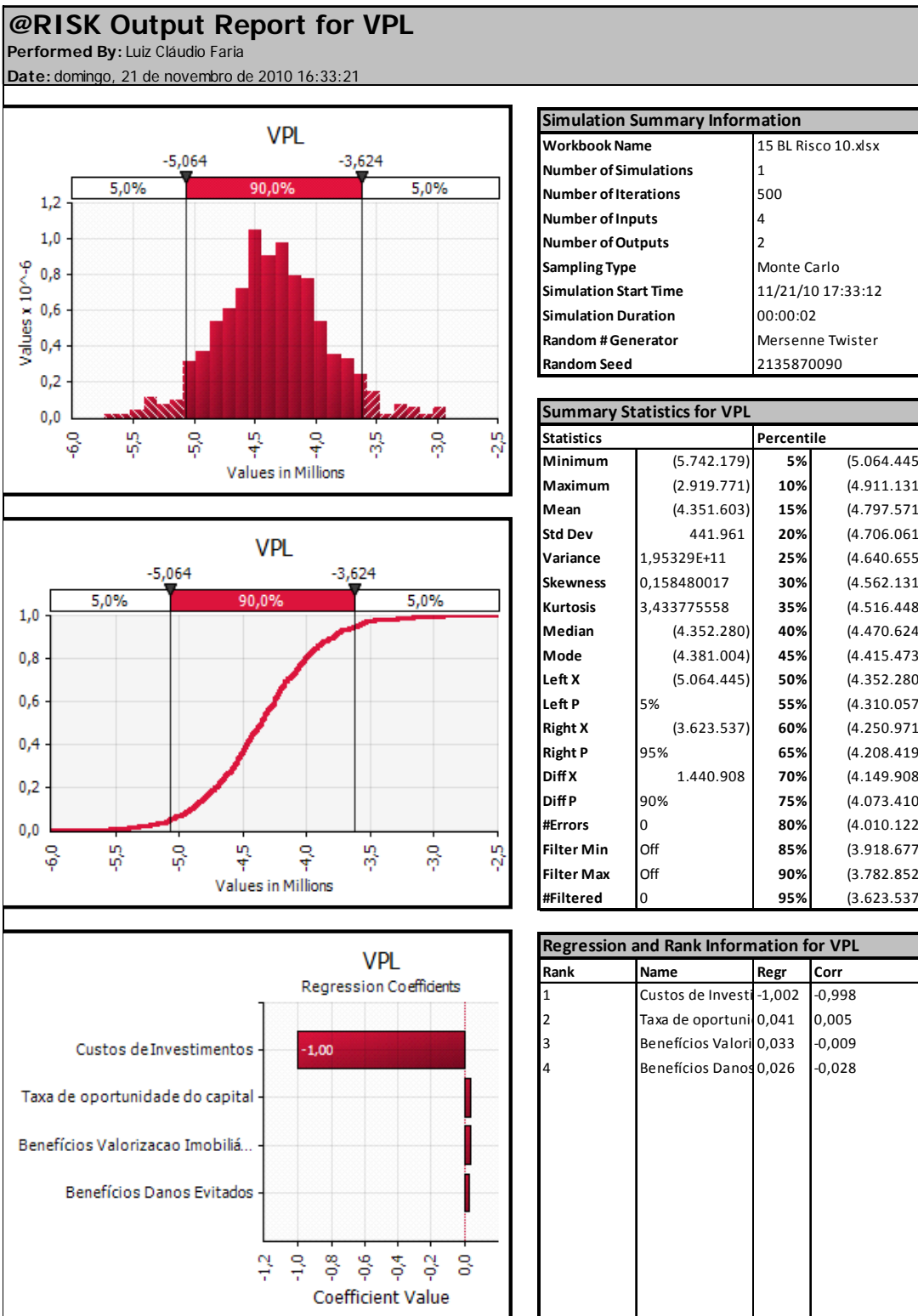
O Quadro 5.2 indica ainda que há uma probabilidade de 90% de que o VPL esteja situado entre -R\$4,692 milhões e -R\$3,314 milhões. A relação benefícios/custo da alternativa é muito baixa, atingindo o índice de 0,5, ou seja, para cada unidade de custo a alternativa gera apenas 0,5 unidades de benefício, 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*

O Quadro 5.3 apresenta os resultados das simulações do VPL para o dimensionamento com período de retorno de 10 anos.

QUADRO 5.3

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



Com base nos quadros acima pode-se observar que o comportamento do modelo é idêntico ao verificado para o TR de 5 anos, sendo mais sensível às variações nos custos de investimentos e 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.

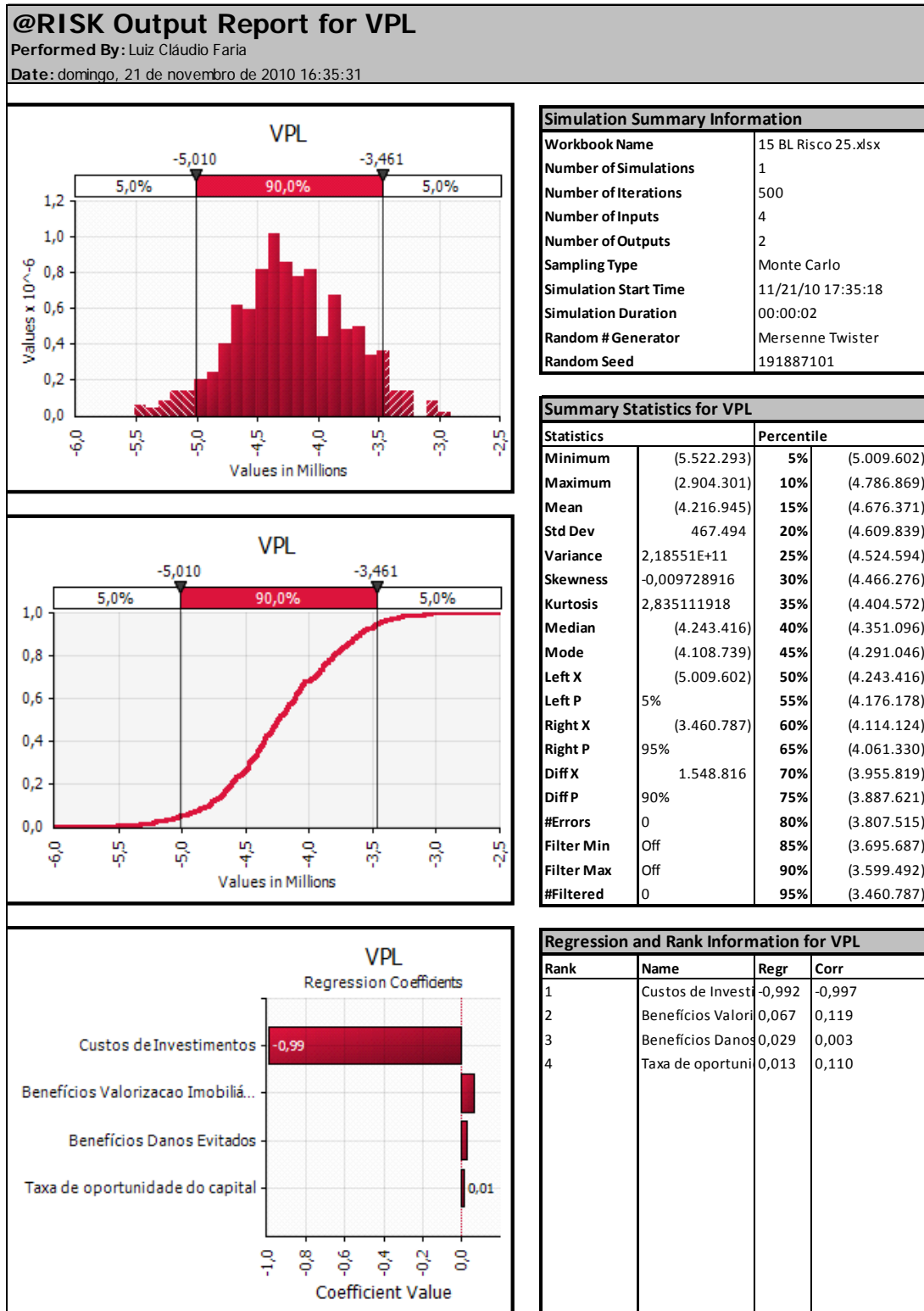
O Quadro 5.3 indica ainda que há uma probabilidade de 90% de que o VPL esteja situado entre **-R\$5,064** milhões e **-R\$3,624** milhões. A relação benefícios/custo da alternativa é muito baixa, atingindo o índice de 0,5, ou seja, para cada unidade de custo a alternativa gera apenas 0,5 unidades de 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

O Quadro 5.4 apresenta os resultados das simulações do VPL para o dimensionamento com período de retorno de 25 anos.

QUADRO 5.4

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



Com base nos quadros acima pode-se observar 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.

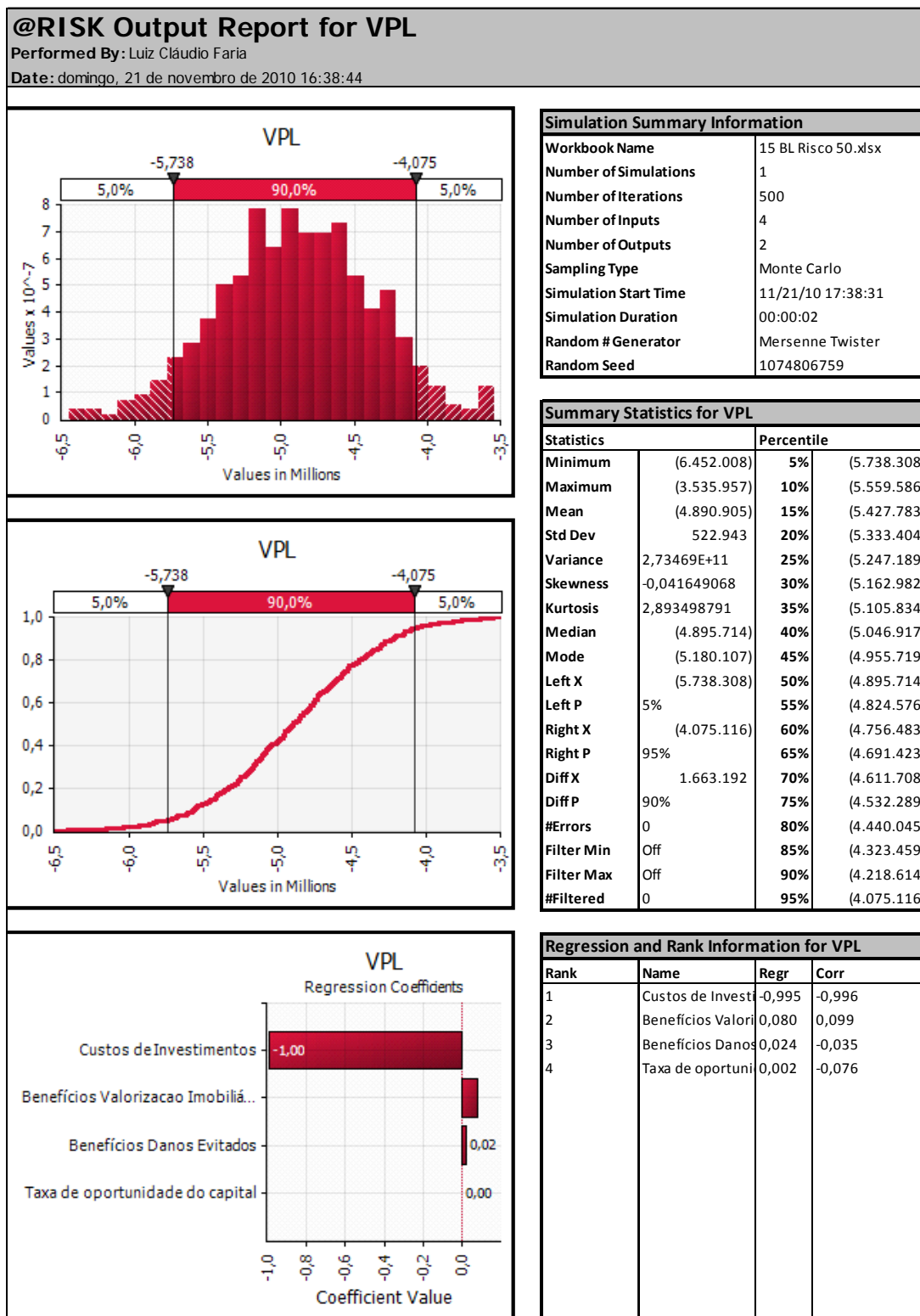
O Quadro 5.4 indica ainda que há uma probabilidade de 90% de que o VPL esteja situado entre **-R\$5,010** milhões e **-R\$3,461** milhões. A relação benefícios/custo da alternativa é muito baixa, atingindo o índice de 0,5, ou seja, para cada unidade de custo a alternativa gera apenas 0,5 unidades de 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

O Quadro 5.5 apresenta os resultados das simulações do VPL para o dimensionamento com período de retorno de 50 anos.

QUADRO 5.5

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

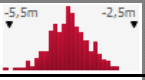
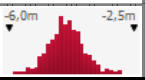
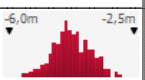
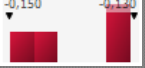



O Quadro 5.5 indica ainda que há uma probabilidade de 90% de que o VPL esteja situado entre **-R\$5,738** milhões e **-R4,075** milhões. A relação benefícios/custo da alternativa é muito baixa, atingindo o índice de 0,74, ou seja, para cada unidade de custo a alternativa gera apenas 0,74 unidades de 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 5.6 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 5.6
SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TIR E VPL POR PERÍODO DE RETORNO

@RISK Output Results									
Performed By: Luiz Cláudio Faria									
Date: domingo, 21 de novembro de 2010 16:29:52									
	Name	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
TR 5 ANOS	TIR	N11	X		-1, #QNAN		n/a	n/a	500
	VPL	N37		(5.487.320)	(4.025.015)	(2.901.602)	(4.691.916)	(3.314.134)	0
TR 10 ANOS	TIR	N11	X		-1, #QNAN		n/a	n/a	500
	VPL	N37		(5.742.179)	(4.351.603)	(2.919.771)	(5.064.445)	(3.623.537)	0
TR 25 ANOS	TIR	N11	X		-1, #QNAN		n/a	n/a	500
	VPL	N37		(5.522.293)	(4.216.945)	(2.904.301)	(5.009.602)	(3.460.787)	0
TR 50 ANOS	TIR	N11		-14,90%	-13,99%	-13,12%	-14,90%	-13,12%	496
	VPL	N37		(6.452.008)	(4.890.905)	(3.535.957)	(5.738.309)	(4.075.116)	0

Pode-se verificar que os resultados das análises de sensibilidade reforçam as fragilidades das alternativas com relação aos indicadores TIR e VPL. Isto ocorre em função dos elevados custos das alternativas quando comparados aos benefícios econômicos gerados. A maior relação entre benefícios e custos é de 0,13, ou seja, na melhor das hipóteses, o projeto gera apenas 0,13 unidades de benefício por unidade de custo.

6. DETALHAMENTO DA ALTERNATIVA SELECIONADA

6.1 DESCRIÇÃO DA ALTERNATIVA

Conforme apresentado nos itens 2.3.3 e 2.4.3 a alternativa C privilegiou a derivação da vazão através de galerias *By-Pass* com o intuito de minimizar os impactos nas desapropriações no entorno do canal natural.

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

O traçado da galeria *By-Pass* na alternativa C foi otimizado buscando diminuir sua extensão e consequentemente seu custo. A Figura 6.1 e o desenho 951-PMJ-PDC-A1-P1052 apresentam o traçado otimizado, nesse traçado o trecho inicial com aproximadamente 175 metros foi executado em canal de concreto.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P1052 apresenta as obras a serem implantadas na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper, as quais estão resumidas nos Quadro 6.1.

QUADRO 6.1

SUB-BACIA DO RIO BUSCHLE & LEPPER – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS PROPOSTAS

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>
CA-BL-G01	Galeria <i>By-Pass</i> Buschle & Lepper	Galeria	2,40x1,50x161,00
	Canal Buschle & Lepper	Canal em “U”	2,40x1,50x346,70

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

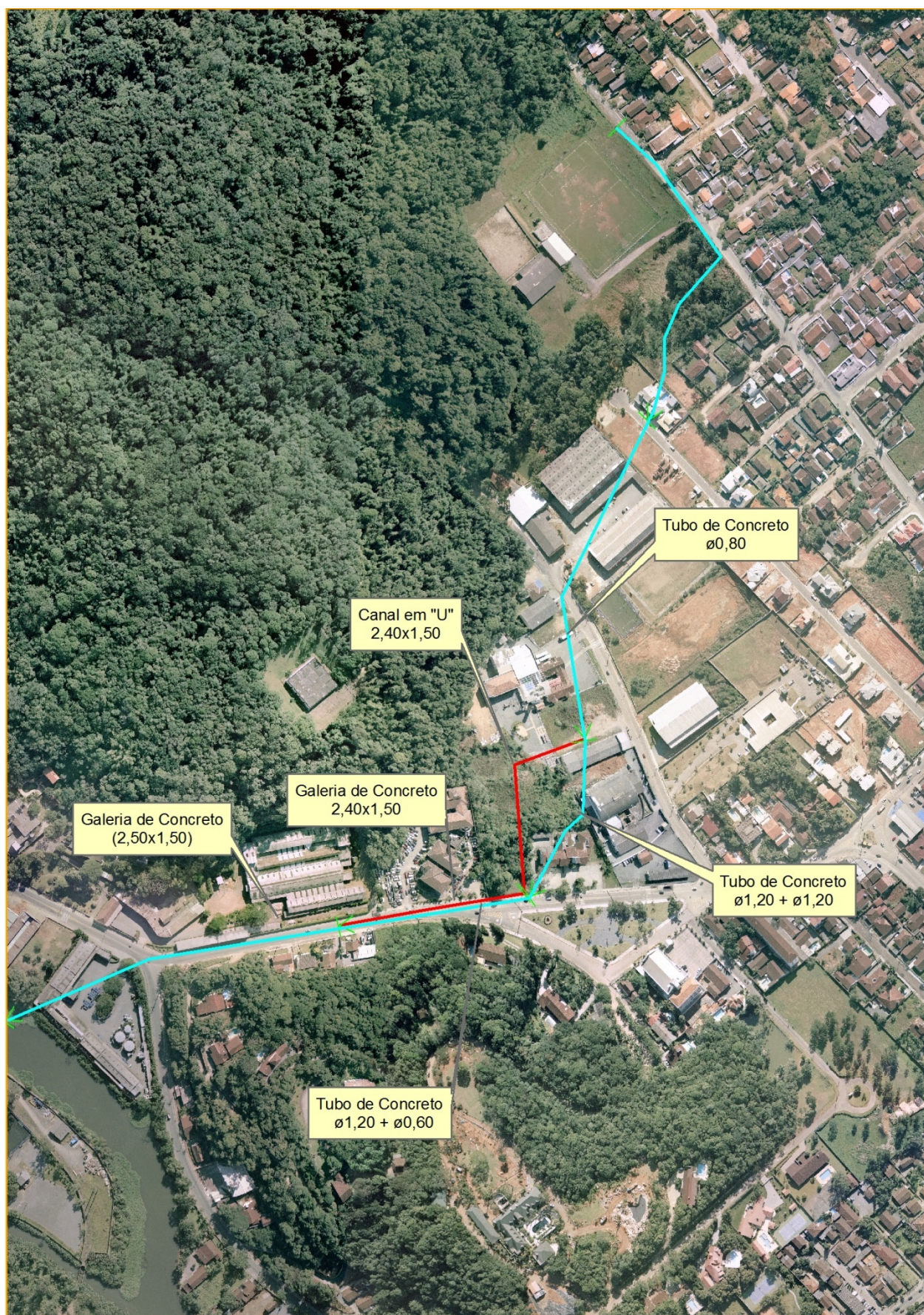


Figura 6.1 – Sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper – Alternativa Selecionada

6.2 DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO

A modelagem hidrológica da sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper 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 6.2 apresenta os hidrogramas de cheia efluentes das junções do modelo hidrológico para o período de retorno de 10 anos. Os valores máximos dos hidrogramas em cada uma das junções estão apresentados no Quadro 6.2.

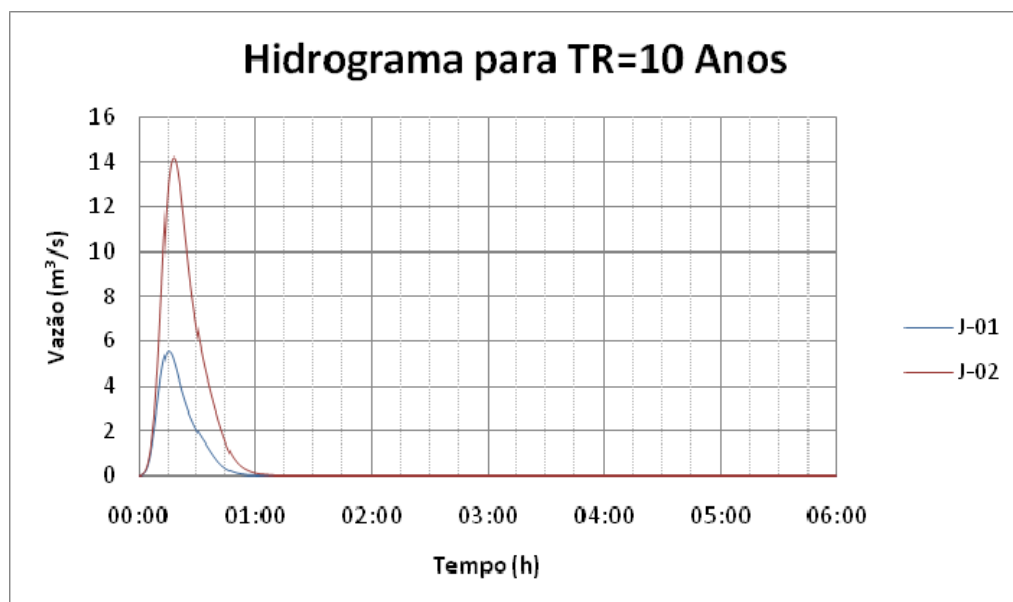


Figura 6.2 – Hidrograma das Junções para Período de Retorno de 10 Anos.

QUADRO 6.2

VAZÕES DE PROJETO EM CADA TRECHO

Propagação/Trecho	Junção	Área de Drenagem (km²)	TR=10 Anos
			Vazão (m³/s)
P-01	J-01	0,44	5,62
Rio Cachoeira	J-02	0,85	14,18

6.3 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

O dimensionamento hidráulico das galerias que integram a rede de macrodrenagem da sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper foi feito adotando planilhas e softwares de cálculo para a resolução da equação de Manning. 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 6.3 apresenta os parâmetros hidráulicos para o trecho estudado na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper.

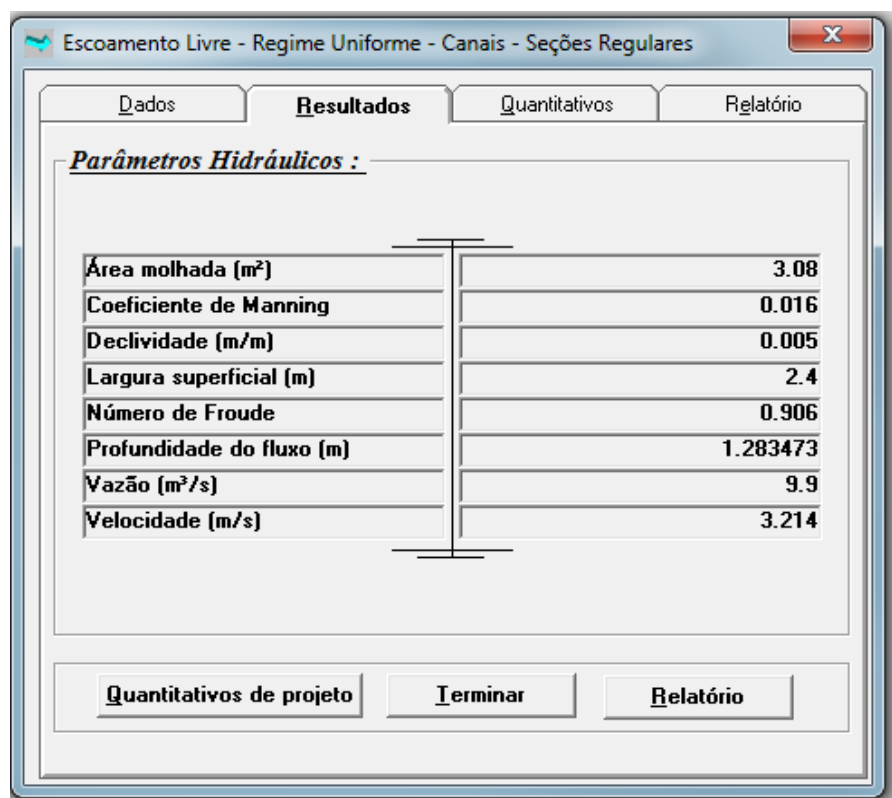


Figura 6.3 – Parâmetros Hidráulicos – Alternativa Selecionada – TR=10 anos.

6.4 DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS

As obras a serem implantadas na rede de macrodrenagem da sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper foram definidas tendo em consideração as principais características construtivas de cada solução com destaque para as obras em galerias tipo *By-Pass*. As obras tiveram por base as premissas indicadas no Volume 1 do Relatório R5/R6/R8, buscando sempre que possível otimizar suas dimensões, ajustando-as as particularidades e condições locais. Nas fases seguintes dos estudos, com base em investigações geológicas, posicionamento de interferências e arranjo para readequação do sistema viário, entre outros aspectos, caberá avaliar e confirmar as soluções propostas, bem como cotejá-las com outras possibilidades que possam conduzir a otimizações construtivas e de custo. 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 – Buschle & Lepper.

- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P605 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=05 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P606 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=10 anos

- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P607 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P608 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P682 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=05 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P683 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P684 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P685 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P793 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Estudo de Alternativas - Alternativa A
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P794 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Estudo de Alternativas - Alternativa B
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P795 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Estudo de Alternativas - Alternativa C
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1052 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Alternativa Seleccionada
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1063 - Sub-Bacias 15-CA-BL - Vertente do Morro do Boa Vista - Buschle & Lepper – Canal em “U” e Galeria By-Pass - CA-BL-G01 - Planta e Perfil - Folha 1/1
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1064 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista – Delimitação de Sub-bacias

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1065 - Sub-Bacias 15-CA-BL - Vertente do Morro do Boa Vista - Buschle & Lepper – Canal em “U” e Galeria By-Pass - CA-BL-G01A e G01B - Seções Transversais

6.5 ORÇAMENTO

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

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

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

QUADRO 6.3
ORÇAMENTO

ORÇAMENTO RESUMO - BACIA 15 - BUSCHLE E LEPPER - ALTERNATIVA C - TR 10 ANOS

CONSTRUÇÃO - BUSCHLE E LEPPER

Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão ((Bxh)xL)	Custo Direto com BDI	Custo Indireto	Custo Total
15-CA-BL-G01A	Galeria By-Pass Buschle & Lepper 1A	Galeria By-Pass	2,40x1,50x150,00	R\$ 697.742,08	R\$ 251.187,15	R\$ 948.929,23
15-CA-BL-G01B	Galeria By-Pass Buschle & Lepper 1B	Galeria By-Pass	2,40x1,50x11,00	R\$ 86.244,34	R\$ 31.047,96	R\$ 117.292,30
Canal em "U"			2,40x1,50x346,70	R\$ 1.598.569,70	R\$ 575.485,09	R\$ 2.174.054,79
Subtotal						R\$ 3.240.276,32
Custo Total (Obras + Indiretos)						R\$ 3.240.276,32
Custo Total de Desapropriações						R\$ 201.589,65
<hr/> TOTAL						<hr/> R\$ 3.441.865,97
Manutenção / ano						R\$ 25.777,08

ANEXO I

DESENHOS DE PROJETO

Lista de Desenhos

Manchas de Inundação

- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P605 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=05 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P606 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P607 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P608 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P682 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=05 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P683 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P684 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P685 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos

Estudo de Alternativas

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P793 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Estudo de Alternativas - Alternativa A
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P794 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Estudo de Alternativas - Alternativa B

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P795 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Estudo de Alternativas - Alternativa C
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1052 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Alternativa Selecionada

Obras Lineares – Planta e Perfil

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1063 - Sub-Bacias 15-CA-BL - Vertente do Morro do Boa Vista - Buschle & Lepper – Canal em “U” e Galeria *By-Pass* - CA-BL-G01 - Planta e Perfil - Folha 1/1

Obras Lineares – Seções Transversais Típicas

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1065 - Sub-Bacias 15-CA-BL - Vertente do Morro do Boa Vista - Buschle & Lepper – Canal em “U” e Galeria *By-Pass* - CA-BL-G01A e G01B - Seções Transversais

Identificação das Sub-Bacias

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1064 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista – Delimitação de Sub-bacias

MANCHAS DE INUNDAÇÃO

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



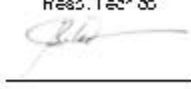
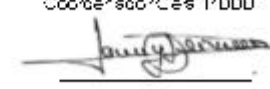
PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

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

TÍTULO: SUB-BACIAS 11-CÁ-AM A - 13-CÁ-LS - 15-CÁ-BL A - 21-CÁ-NO - VERTENTES DO
 BOA VISTA - DIAGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=5 ANOS

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

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

Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P605	JAN/2011	7.500	01/01

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



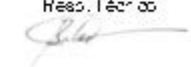
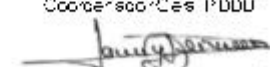
PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

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

TÍTULO: SUB-BACIAS 11-CA-AM A - 13-CA-LS - 15-CA-BLA - 21-CA-NO - VERTENTES DO
 BOA VISTA - DIAGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=10 ANOS

ENGEORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA		Alberto Lang Filho Resp. Técnico	Danny Dalberson do Oliveira Coordenador de Projetos
M.A.G.			
PROJETO		APROVADO	APROVADO
A.S.M.			
		CREA 0600212370	CREA 0600180622

Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P606	JAN/2011	7.500	01/01

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



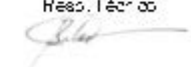
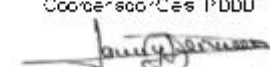
PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

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

TÍTULO: SUB-BACIAS 11-CA-AM A - 13-CA-LS - 15-CA-BLA - 21-CA-NO - VERTENTES DO
BOA VISTA - DIAGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=25 ANOS

ENGEORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

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

Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P607	JAN/2011	7.500	01/01

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



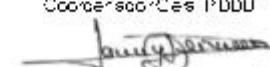
PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

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

TÍTULO: SUB-BACIAS 11-CA-AM A - 13-CA-LS - 15-CA-BLA - 21-CA-NO - VERTENTES DO
 BOA VISTA - DIAGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=50 ANOS

ENGEORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

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

Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P608	JAN/2011	7.500	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-BACIAS 11-CA-AM A - 13-CA-LS - 15-CA-BLA - 21-CA-NO - VERTENTES DO
MORRO DO BOA VISTA - PROGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=5 ANOS

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA		Alberto Lang Filho Resp. Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU
M.A.G.	APROVADO		
PROJETO	A.S.M.	CREA 06003735/0	CREA 06001866/22

Rº PMJ	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Rº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P682	JAN/2011	7.500	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-BACIAS 11-CA-AM A - 13-CA-LS - 15-CA-BLA - 21-CA-NO - VERTENTES DO
 MORRO DO BOA VISTA - PROGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO-TR=10 ANOS

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA		Alberto Lang Filho Resp. Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU
M.A.G.	APROVADO		
PROJETO	A.S.M.	CREA 06003735/0	CREA 06001866/22

Rº PMJ	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Rº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P683	JAN/2011	7.500	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-BACIAS 11-CA-AM A - 13-CA-LS - 15-CA-BLA - 21-CA-NO - VERTENTES DO
 MORRO DO BOA VISTA-PROGNÓSTICO -MANCHA DE INUNDAÇÃO -TR=25 ANOS

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA		Alberto Lang Filho Resp. Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU
M.A.G.	APROVADO		
PROJETO	APROVADO		
A.S.M.		CREA 06003735/0	CREA 06001866/22

Rº PMJ	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Rº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P684	JAN/2011	7.500	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-BACIAS 11-CA-AM A - 13-CA-LS - 15-CA-BLA - 21-CA-NO - VERTENTES DO
 MORRO DO BOA VISTA-PROGNÓSTICO-MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=50 ANOS

ENGEORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

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

Rº PMJ	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Rº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P685	JAN/2011	7.500	01/01

ESTUDO DE ALTERNATIVAS

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P793 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Estudo de Alternativas - Alternativa A
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P794 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Estudo de Alternativas - Alternativa B
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P795 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Estudo de Alternativas - Alternativa C
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1052 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Alternativa Selecionada

OBRAS LINEARES – PLANTA E PERFIL

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1063 - Sub-Bacias 15-CA-BL - Vertente do Morro do Boa Vista - Buschle & Lepper – Canal em “U” e Galeria *By-Pass* - CA-BL-G01 - Planta e Perfil - Folha 1/1

OBRAS LINEARES – SEÇÕES TRANSVERSAIS TÍPICAS

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1065 - Sub-Bacias 15-CA-BL - Vertente do Morro do Boa Vista - Buschle & Lepper – Canal em “U” e Galeria *By-Pass* - CA-BL-G01A e G01B - Seções Transversais

IDENTIFICAÇÃO DAS SUB-BACIAS

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1064 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista – Delimitação de Sub-bacias

ANEXO II

ORÇAMENTO

ORÇAMENTO DE OBRA

Código da Obra: Canal em "U"
 Obra: Canal em "U" - Buschle e Lepper
 Comprimento (m): 346,7

Código IPPUJ	Descrição	Unid	Preço Unitário			Quantidade	
			Material	Mão de Obra	Preço Total		
C35.45.05.15.001	Escavação carga e transporte de mat. 1ª categoria com escavadeira hidráulica - 10 K m	M3	11,06	1,24	12,30	5.990,98	
						Total Material	R\$ 66.260,19
						Total M.O	R\$ 7.428,81
						Total	R\$ 73.689,00
C10.12.05.10.005	Fornecimento de argila para aterro, posto obra (sem regularização e compactação)	M3	11,50	0,00	11,50	5.997,91	
						Total Material	R\$ 68.975,97
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 68.975,97
C35.25.15.10.005	Aterro com saibro - compactado	M3	38,94	0,90	39,84	4.798,33	
						Total Material	R\$ 186.846,89
						Total M.O	R\$ 4.318,50
						Total	R\$ 191.165,39
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	117,88	
						Total Material	R\$ 29.742,98
						Total M.O	R\$ 757,96
						Total	R\$ 30.500,93
C35.25.35.05.005	Forma de madeira	M2	28,04	15,68	43,72	2.357,56	
						Total Material	R\$ 66.105,98
						Total M.O	R\$ 36.966,54
						Total	R\$ 103.072,52
C35.25.35.10.001	Concreto bombeável dosado em central fck 30,0 mpa - abatimento 10 ± 2cm, brita 0 e 1, com cimento resistente a sulfatos. (lançado e bombeado)	M3	289,19	28,54	317,73	1.303,59	
						Total Material	R\$ 376.985,77
						Total M.O	R\$ 37.204,52
						Total	R\$ 414.190,29
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	130.359,20	
						Total Material	R\$ 512.311,66
						Total M.O	R\$ 204.663,94
						Total	R\$ 716.975,60
						Total M.O.	R\$ 291.340,26
						Total Material	R\$ 1.307.229,44
						Total	R\$ 1.598.569,70
						BDI	R\$ 479.570,91
Construção	BDI (Benefício e Despesas Indiretas)	%	30				
						Custo de Construção	R\$ 2.078.140,61
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8				
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3				
Indireto	Contingência	%	25				
						Custos Indiretos	R\$ 748.130,62
						Custo Total	R\$ 2.826.271,23

ORÇAMENTO DE OBRA

Código da Obra: 15-CA-BL-C01A
 Obra: Galeria By-Pass C01A
 Comprimento (m): 150

Código IPPUJ	Descrição	Unid	Preço Unitário			Quantidade	
			Material	Mão de Obra	Preço Total		
C35.45.05.15.001	Escavação carga e transporte de mat. 1ª categoria com escavadeira hidráulica - 10 K m	M3	11,06	1,24	12,30	2.717,63	
						Total Material	R\$ 30.057,01
						Total M.O	R\$ 3.369,86
						Total	R\$ 33.426,87
C10.12.05.10.005	Fornecimento de argila para aterro, posto obra (sem regularização e compactação)	M3	11,50	0,00	11,50	1.451,81	
						Total Material	R\$ 16.695,83
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 16.695,83
C35.25.15.10.005	Aterro com saibro - compactado	M3	38,94	0,90	39,84	1.160,64	
						Total Material	R\$ 45.195,43
						Total M.O	R\$ 1.044,58
						Total	R\$ 46.240,01
C35.25.30.30.010	Lastro de concreto magro fck= 15 MPA com cimento resistente a sulfatos, para base de galeria (bombeado)	M3	252,32	6,43	258,75	51,00	
						Total Material	R\$ 12.868,32
						Total M.O	R\$ 327,93
						Total	R\$ 13.196,25
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	M2	1,61	0,19	1,80	675,00	
						Total Material	R\$ 1.086,75
						Total M.O	R\$ 128,25
						Total	R\$ 1.215,00
C35.10.05.17.005	Execução de base estabilizada granulom etricam ente	M3	65,97	1,59	67,56	168,75	
						Total Material	R\$ 11.132,44
						Total M.O	R\$ 268,31
						Total	R\$ 11.400,75
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	375,00	
						Total Material	R\$ 581,25
						Total M.O	R\$ 18,75
						Total	R\$ 600,00
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	3,75	
						Total Material	R\$ 1.293,11
						Total M.O	R\$ 26,21
						Total	R\$ 1.319,33
C10.84.15.25.010	Guia em concreto extrusado	M	11,64	1,47	13,11	300,00	
						Total Material	R\$ 3.492,00
						Total M.O	R\$ 441,00
						Total	R\$ 3.933,00
C35.12.05.05.020	Execução de passeio c/ fornecimento de paver conforme projeto do IPPUJ, sobre base de brita lastro e areia, incl. preparação de cx.	M2	30,14	16,63	46,77	0,00	
						Total Material	R\$ -
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ -
C35.25.35.05.005	Forma de madeira	M2	28,04	15,68	43,72	1.410,00	
						Total Material	R\$ 39.536,40
						Total M.O	R\$ 22.108,80
						Total	R\$ 61.645,20
C35.25.35.10.001	Concreto bombeável dosado em central fck 30,0 mpa - abatimento 10 ± 2cm, brita 0 e 1, com cimento resistente a sulfatos. (lançado e bombeado)	M3	289,19	28,54	317,73	349,79	
						Total Material	R\$ 101.155,62
						Total M.O	R\$ 9.982,99
						Total	R\$ 111.138,61
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	33.006,93	
						Total Material	R\$ 129.717,22
						Total M.O	R\$ 51.820,87
						Total	R\$ 181.538,09
C10.24.20.08.006	Escoramento de vala tipo contínuo empregando pranchas e longarinas de pinus - com reaproveitamento 2x	M2	3,90	30,95	34,85	1.170,00	
						Total Material	R\$ 4.563,00
						Total M.O	R\$ 36.211,50
						Total	R\$ 40.774,50
478	Escora de eucalipto de Ø 200 mm	M	7,75	0,00	7,75	1.755,00	
						Total Material	R\$ 13.601,25
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 13.601,25
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\$ 125.749,06
						Total Material	R\$ 410.975,62
						Total	R\$ 536.724,68
Construção	BDI (Benefício e Despesas Indiretas)	%	30			BDI	R\$ 161.017,40
						Custo de Construção	R\$ 697.742,08
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8				55.819,37
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3				20.932,26
Indireto	Contingência	%	25				174.435,52
						Custos Indiretos	R\$ 251.187,15
						Custo Total	R\$ 948.929,23

ORÇAMENTO DE OBRA

Código da Obra: 15-CA-BL-C018
 Obra: Galeria By-Pass C01B
 Comprimento (m): 11

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	1.039,13	
						Total Material	R\$ 11.492,80
						Total M.O	R\$ 1.288,52
						Total	R\$ 12.781,32
C10.12.05.10.005	Fornecimento de argila para aterro, posto obra (sem regularização e compactação)	M3	11,50	0,00	11,50	361,44	
						Total Material	R\$ 4.156,51
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 4.156,51
C35.25.15.10.005	Aterro com saibro - compactado	M3	38,94	0,90	39,84	288,34	
						Total Material	R\$ 11.228,07
						Total M.O	R\$ 259,51
						Total	R\$ 11.487,57
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	3,74	
						Total Material	R\$ 943,68
						Total M.O	R\$ 24,05
						Total	R\$ 967,73
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	M2	1,61	0,19	1,80	115,50	
						Total Material	R\$ 185,96
						Total M.O	R\$ 21,95
						Total	R\$ 207,90
C35.10.05.17.005	Execução de base estabilizada granulom etricam ente	M3	65,97	1,59	67,56	28,88	
						Total Material	R\$ 1.904,88
						Total M.O	R\$ 45,91
						Total	R\$ 1.950,80
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	71,50	
						Total Material	R\$ 110,83
						Total M.O	R\$ 3,58
						Total	R\$ 114,40
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	1,38	
						Total Material	R\$ 474,14
						Total M.O	R\$ 9,61
						Total	R\$ 483,75
C10.84.15.25.010	Guia em concreto extrusado	M	11,64	1,47	13,11	22,00	
						Total Material	R\$ 256,08
						Total M.O	R\$ 32,34
						Total	R\$ 288,42
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	44,00	
						Total Material	R\$ 1.326,16
						Total M.O	R\$ 731,72
						Total	R\$ 2.057,88
C35.25.35.05.005	Forma de madeira	M2	28,04	15,68	43,72	103,40	
						Total Material	R\$ 2.899,34
						Total M.O	R\$ 1.621,31
						Total	R\$ 4.520,65
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	43,99	
						Total Material	R\$ 12.721,32
						Total M.O	R\$ 1.255,46
						Total	R\$ 13.976,78
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	2.426,93	
						Total Material	R\$ 9.537,82
						Total M.O	R\$ 3.810,27
						Total	R\$ 13.348,09
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\$ 9.104,23
						Total Material	R\$ 57.237,57
						Total	R\$ 66.341,80
Construção	BDI (Benefício e Despesas Indiretas)	%	30			BDI	R\$ 19.902,54
						Custo de Construção	R\$ 86.244,34
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8				6.899,55
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3				2.587,33
Indireto	Contingência	%	25				21.561,08
						Custos Indiretos	R\$ 31.047,96
						Custo Total	R\$ 117.292,30