Consórcio
ENGECORPS | HIDROSTUDIO | BRLi

Plano Diretor de Drenagem Urbana da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira

Estudo de Alternativas e Anteprojeto

***Volume 2* | Estudos**

Tomo XXIII • Sub-Bacia 23 • Rio Bupeva

VIVA CIDADE | BID | JOINVILLE CIDADE SAUDÁVEL | Joinville PREFEITURA

Fevereiro / 2011

951-PMJ-PDC-RT-P734 | REV.1

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

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

ENGECORPS • HIDROSTUDIO • BRLi

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

RELATÓRIO PII - R5/R6/R8 - ESTUDO DE ALTERNATIVAS E MEDIDAS DE CONTROLE ESTRUTURAIS COM ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO, ESTUDOS ECONÔMICOS E ANTEPROJETOS DAS MEDIDAS DE CONTROLE ESTRUTURAIS
VOLUME 2 – TOMO XXIII – SUB-BACIA SB-23 RIO BUPEVA

ELABORADO: ASM / FG / LDLF / MSTC		APROVADO: Alberto Lang Filho		
VERIFICADO Alberto Lang Filho		COORDENADOR GERAL: Danny Dalberson Oliveira	CREA : 0600495622	
Nº PMJ:		DATA:	jan/11	FOLHA:
Nº ENGECORPS:	951-PMJ-PDC-RT-P734			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 XXIII – SUB-BACIA SB-23 RIO BUPEVA

CONSÓRCIO ENGECORPS◆HIDROSTUDIO◆BRLi
951-PMJ-PDC-RT-P734
Rev. 1
Janeiro / 2011

APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

Uma importante prioridade do município de Joinville a ser equacionada com recursos do projeto é a macrodrenagem da cidade. Nesse contexto, destaca-se o PDDU da bacia hidrográfica do rio Cachoeira, com área total de aproximadamente 82 km^2, 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 Saguaçú.

A bacia do rio Cachoeira em seu exutório na baía da Babitonga possui uma área de drenagem de 82,25 km^2 resultante da somatória das áreas de drenagem das sub-bacias e das áreas de contribuição direta.

A bacia do rio Cachoeira ocupa uma região relativamente plana, com relevo mais movimentado nas regiões de montante. As nascentes encontram-se numa altitude aproximada

de 40 m, sendo que alguns afluentes nascem em encostas cuja altitude pode atingir 180 m. No entanto, a maior parte do percurso do canal principal situa-se entre 0 e 15 metros de altitude. A foz, na baía da Babitonga, caracteriza-se como uma região estuarina, com a presença de sedimentos arenosos de origem marinha, onde as declividades são inferiores a 1%, e onde se encontram áreas remanescentes de manguezais. O trecho inferior do rio sofre influência das marés e, durante os períodos de preamar, pode-se verificar a inversão do fluxo da água do rio Cachoeira, até quase a metade do seu percurso, causada pela entrada de água salgada pelo leito do rio.

PRINCIPAIS SUB-BACIAS DO RIO CACHOEIRA

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

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

SUMÁRIO GERAL

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

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

ÍNDICE

PÁG.

APRESENTAÇÃO ..... **II**

1. INTRODUÇÃO **1**

2. ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO **1**

2.1 CONCEPÇÃO GERAL 1

2.2 ESTUDOS INICIAIS E REUNIÃO COM A COMUNIDADE 2

2.2.1 Estudos Iniciais *2*

2.2.2 Reunião com a Comunidade *2*

2.3 CONCEPÇÃO DAS ALTERNATIVAS 6

2.3.1 Alternativa A *6*

2.3.2 Alternativa B *6*

2.3.3 Alternativa C *7*

2.3.4 Dimensionamento das Alternativas *7*

2.4 DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS 10

2.4.1 Alternativa A *10*

2.4.2 Alternativa B *13*

2.4.3 Alternativa C *16*

3. SELEÇÃO DA ALTERNATIVA PARA TR 25 ANOS **21**

3.1 CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS 23

3.1.1 Alternativa A *23*

3.1.2 Alternativa B *23*

3.1.3 Alternativa C *24*

3.2 CUSTOS 25

3.2.1 3.2.1 Custos da Alternativa A *26*

3.2.2 Custos da Alternativa B *26*

3.2.3 Custos da Alternativa C *27*

3.2.4 Desagregação dos Preços Financeiros e Cálculo dos Preços Econômicos *27*

3.3 BENEFÍCIOS ECONÔMICOS 28

3.3.1 Danos Evitados *28*

3.3.2 Benefícios por Valorização Imobiliária *30*

3.3.3 Benefícios de Tráfego *32*

3.3.4 Benefícios Indiretos *33*

3.4 ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO DAS ALTERNATIVAS 33

4. ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO POR PERÍODO DE RETORNO 38

4.1 DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS 38

4.2 CUSTOS POR PERÍODO DE RETORNO 39

4.3 BENEFÍCIOS POR PERÍODO DE RETORNO 40

4.3.1 Benefícios por Danos Evitados 40

4.3.2 4.3.2 Benefícios de Valorização Imobiliária por Período de Retorno 41

4.3.3 Benefícios de Tráfego 41

4.3.4 Benefícios Indiretos 41

4.4 RESULTADOS DA ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO 42

5. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE 48

5.1 MODELAGEM DAS SIMULAÇÕES 48

5.1.1 Análise de Risco para Período de Retorno de 5 Anos 50

5.1.2 Análise de Risco para Período de Retorno de 10 Anos 53

5.1.3 Análise de Risco para Período de Retorno de 25 Anos 56

5.1.4 Análise de Risco para Período de Retorno de 50 Anos 59

5.1.5 Conclusões da Análise de Risco 61

6. DETALHAMENTO DA ALTERNATIVA SELECIONADA 62

6.1 DESCRIÇÃO DA ALTERNATIVA 62

6.2 DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO 62

6.3 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO 63

6.4 DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS 72

6.5 ORÇAMENTO 73

ANEXO I - DESENHOS DE PROJETO

ANEXO II - ORÇAMENTO

ÍNDICE DE FIGURAS

PÁG.

Ilustração 2.2 – Sub-Bacia do Rio Bupeva – Alternativa B – Concepção Geral. 4
Ilustração 2.3 – Sub-Bacia do Rio Bupeva – Alternativa C – Concepção Geral. 5
Figura 2.1 – Vazões no Rio Bupeva – Alternativa A. 11
Figura 2.2 – Velocidades no Rio Bupeva – Alternativa A. 12
Figura 2.3 – Níveis d'água no Rio Bupeva – Alternativa A. 12
Figura 2.4 – Vazões no Rio Bupeva – Alternativa B. 14
Figura 2.5 – Velocidades no Rio Bupeva – Alternativa B. 15
Figura 2.6 – Níveis d'água no Rio Bupeva – Alternativa B. 15
Figura 2.7 – Localização do Reservatório R23.1. 17
Figura 2.8 – Vazões no Rio Bupeva – Alternativa C. 19
Figura 2.9 – Velocidades no Rio Bupeva – Alternativa C. 19
Figura 2.10 – Níveis d'água no Rio Bupeva – Alternativa C. 20
Figura 6.1 – Hidrograma das Junções para Período de Retorno de 50 Anos. 63
Figura 6.2 – Perfil das Vazões de Dimensionamento do Rio Bupeva para o Esquema de Obras com TR=50 Anos. 65
Figura 6.3 – Perfil do N.A. do Rio Bupeva para o Esquema de Obras com TR=50 Anos – Nível de Maré = 1,60m (IBGE). 66
Figura 6.4 – Perfil de Velocidades do Rio Bupeva para o Esquema de Obras com TR=50 Anos – Nível de Maré = 1,60m (IBGE). 67
Figura 6.5 – Perfil do N.A. do Rio Bupeva para o Esquema de Obras com TR=50 anos – Nível de Maré = 0,12m (IBGE). 68
Figura 6.6 – Perfil de Velocidades do Rio Bupeva para o Esquema de Obras com TR=50 Anos – Nível de Maré = 0,12m (IBGE). 69
Figura 6.7 – Perfil do N.A. do Rio Bupeva para o Esquema de Obras com TR=50 anos – Nível de Maré = 2,53m (IBGE). 70
Figura 6.8 – Perfil de Velocidade do Rio Bupeva para o Esquema de Obras com TR=50 anos – Nível de Maré = 2,53m (IBGE). 71

ÍNDICE DE QUADROS

PÁG.

Quadro 2.1 - Resumo de Alternativas e Custos....2
Quadro 2.2 - Prioridade de Estudos....6
Quadro 2.3 - Sub-Bacia do Rio Bupeva – Precipitação de Projeto (Duração de 2 Horas)....8
Quadro 2.4 - Sub-Bacia do Rio Bupeva – Dispositivos Atuais....8
Quadro 2.5 - Dados da Estação Fluviométrica 5....9
Quadro 2.6 - Taxa Média de Produção de Sedimentos em Arraste e Suspensão (Estação 5)....9
Quadro 2.7 - Produção de Sedimentos nos Canais Fluviais (Alternativas A e B)....10
Quadro 2.8 - Produção e Retenção de Sedimentos nos Dispositivos e Canais Fluviais (Alternativa C)....10
Quadro 2.9 - Sub-Bacia do Rio Bupeva – Obras – Alternativa A....11
Quadro 2.10 - Sub-Bacia do Rio Bupeva – Produção de Sedimentos – Alternativa A....13
Quadro 2.11 - Sub-Bacia do Rio Bupeva – Custos de Manutenção – Alternativa A....13
Quadro 2.12 - Sub-Bacia do Rio Bupeva – Obras – Alternativa B....14
Quadro 2.13 - Sub-Bacia do Rio Bupeva – Produção de Sedimentos – Alternativa B....16
Quadro 2.14 - Sub-Bacia do Rio Bupeva – Custos de Manutenção – Alternativa B....16
Quadro 2.15 - Sub-Bacia do Rio Bupeva – Obras – Alternativa C....18
Quadro 2.16 - Sub-Bacia do Rio Bupeva – Reservatórios – Alternativa C....18
Quadro 2.17 - Sub-Bacia do Rio Bupeva – Produção de Sedimentos – Alternativa C....21
Quadro 2.18 - Sub-Bacia do Rio Bupeva – Custos de Manutenção – Alternativa C....21
Quadro 3.1 - Sub-Bacia do Rio Bupeva – Características das Obras – Alternativa A....23
Quadro 3.2 - Sub-Bacia do Rio Bupeva – Características das Obras – Alternativa B....24
Quadro 3.3 - Sub-Bacia do Rio Bupeva – Características das Obras – Alternativa C....24
Quadro 3.4 - Sub-Bacia do Rio Bupeva – Características das Obras de Reservação – Alternativa C....25
Quadro 3.5 - Sub-Bacia do Rio Bupeva – Características da Curva Paramétrica Complementar....25
Quadro 3.6 - Sub-Bacia do Rio Bupeva – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa A....26
Quadro 3.7 - Sub-Bacia do Rio Bupeva – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa B....26
Quadro 3.8 - Sub-Bacia do Rio Bupeva – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa C....27
Quadro 3.9 - Fatores de Conversão....28
Quadro 3.10 - Custos de Investimentos e Manutenção – Preços Econômicos – Alternativas de Projeto....28

Quadro 3.11 - Parâmetros para Estimação do Prejuízo Direto 29
Quadro 3.12 - Benefícios Econômicos para Alternativa A – TR 25 Anos 29
Quadro 3.13 - Benefícios Econômicos para Alternativa B – TR 25 Anos 29
Quadro 3.14 - Benefícios Econômicos para Alternativa C – TR 25 Anos 29
Quadro 3.15 - Coeficientes para Estimativa do Modelo de Valorização Imobiliária 31
Quadro 3.16 - Estatísticas Descritivas 31
Quadro 3.17 - Anova 31
Quadro 3.18 - Coeficientes 32
Quadro 3.19 - R Ajustado 32
Quadro 3.20 - Análise Benefício Custo – Alternativa A 34
Quadro 3.21 - Análise Benefício Custo – Alternativa B 35
Quadro 3.22 - Análise Benefício Custo – Alternativa C 36
Quadro 3.23 - Síntese dos Resultados – Seleção da Alternativa 37
Quadro 4.1 - Sub-Bacia do Rio Bupeva – Características dos Dispositivos e Canais Existentes e Projetados 39
Quadro 4.2 - Sub-Bacia do Rio Bupeva – Custos por Período de Retorno – Preços Financeiros 39
Quadro 4.3 - Parâmetros para Estimação do Prejuízo Direto por Período de Retorno 40
Quadro 4.4 - Benefícios Econômicos para Alternativa A 40
Quadro 4.5 - Benefícios Econômicos por Valorização Imobiliária por Tempo de Retorno – Valores Econômicos 41
Quadro 4.6 - Benefícios de Tráfego por Período de Retorno 41
Quadro 4.7 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 5 Anos 43
Quadro 4.8 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 10 Anos 44
Quadro 4.9 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 25 Anos 45
Quadro 4.10 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 50 Anos 46
Quadro 4.11 - Síntese dos Resultados – Seleção do Tempo de Retorno 47
Quadro 5.1 - Síntese de Parâmetros da Simulação para TRs 5, 10, 25 e 50 Anos 49
Quadro 5.2 - TIR – Síntese da Análise de Risco para TR 5 Anos 50
Quadro 5.3 - VPL – Síntese da Análise de Risco para TR de 5 Anos 51
Quadro 5.4 - TIR – Síntese da Análise de Risco para TR 10 Anos 53
Quadro 5.5 - VPL – Síntese da Análise de Risco para TR de 10 Anos 54
Quadro 5.6 - TIR – Síntese da Análise de Risco para TR 25 Anos 56
Quadro 5.7 - VPL – Síntese da Análise de Risco para TR de 25 Anos 57
Quadro 5.8 - TIR – Síntese da Análise de Risco para TR 50 Anos 59

Quadro 5.9 - VPL – Síntese da Análise de Risco para TR de 50 Anos *60*

Quadro 5.10 - Síntese da Análise de Risco para TIR e VPL por Período de Retorno *61*

Quadro 6.1 - Sub-Bacia do Rio Bupeva – Características das Obras Propostas *62*

Quadro 6.2 - Rio Bupeva – Vazões de Projeto em Cada Trecho *63*

Quadro 6.3 - Orçamento *75*

1. INTRODUÇÃO

O presente Tomo I do Volume 2 do Relatório PII - Estudo de Alternativas e Medidas de Controle Estruturais com Análise Benefício Custo, Estudos Econômicos e Anteprojetos das Medidas de Controle Estruturais tem por objetivo apresentar os estudos realizados para dimensionamento e seleção de alternativas de obras para a bacia hidrográfica do rio Bupeva, bem como o detalhamento da alternativa selecionada para integrar o Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) da bacia do rio Cachoeira.

Os critérios e metodologias utilizados nos estudos aqui apresentados estão apresentados no Volume 1 do relatório. Este tomo está estruturado de forma a apresentar as informações necessárias para os estudos realizados para a sub-bacia hidrográfica do rio Bupeva.

O relatório R3 – Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico apresentou os estudos de caracterização, diagnóstico da situação atual e prognóstico da situação futura da sub-bacia do rio Bupeva nos seguintes documentos:

- ✓ 951-PMJ-PDC-RT-P128 – R3 – Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico – Volume 3 – Diagnóstico – Tomo XXIII – Sub-bacia 23 – Rio Bupeva;
- ✓ 951-PMJ-PDC-RT-P154 – R3 – Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico – Volume 4 – Prognóstico – Tomo XXIII – Sub-bacia 23 – Rio Bupeva.

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 detenção procurando manter as vazões de cheia em valores inferiores à capacidade da rede de drenagem existente.

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

2.2 ESTUDOS INICIAIS E REUNIÃO COM A COMUNIDADE

2.2.1 Estudos Iniciais

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

QUADRO 2.1
RESUMO DE ALTERNATIVAS E CUSTOS

Alternativas	*Custos (R$)*
Alternativa A: Alargamento e Adequação Hidráulica do Canal e Substituição dos Dispositivos Ineficientes.	4,606 milhões
Alternativa B: Alargamento e Adequação Hidráulica do Canal e Substituição dos Dispositivos Ineficientes.	3,191 milhões
Alternativa C: Alargamento e Adequação Hidráulica do Canal, Remoção de Dispositivos Desnecessários e Reservatório de Detenção.	3,785 milhões

2.2.2 Reunião com a Comunidade

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

A reunião com a comunidade abrangida pela sub-bacia do rio Bupeva foi realizada na data de 25 de Setembro de 2009, às 19:30h na Escola Municipal Prof. Geraldo Wetzel.

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

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

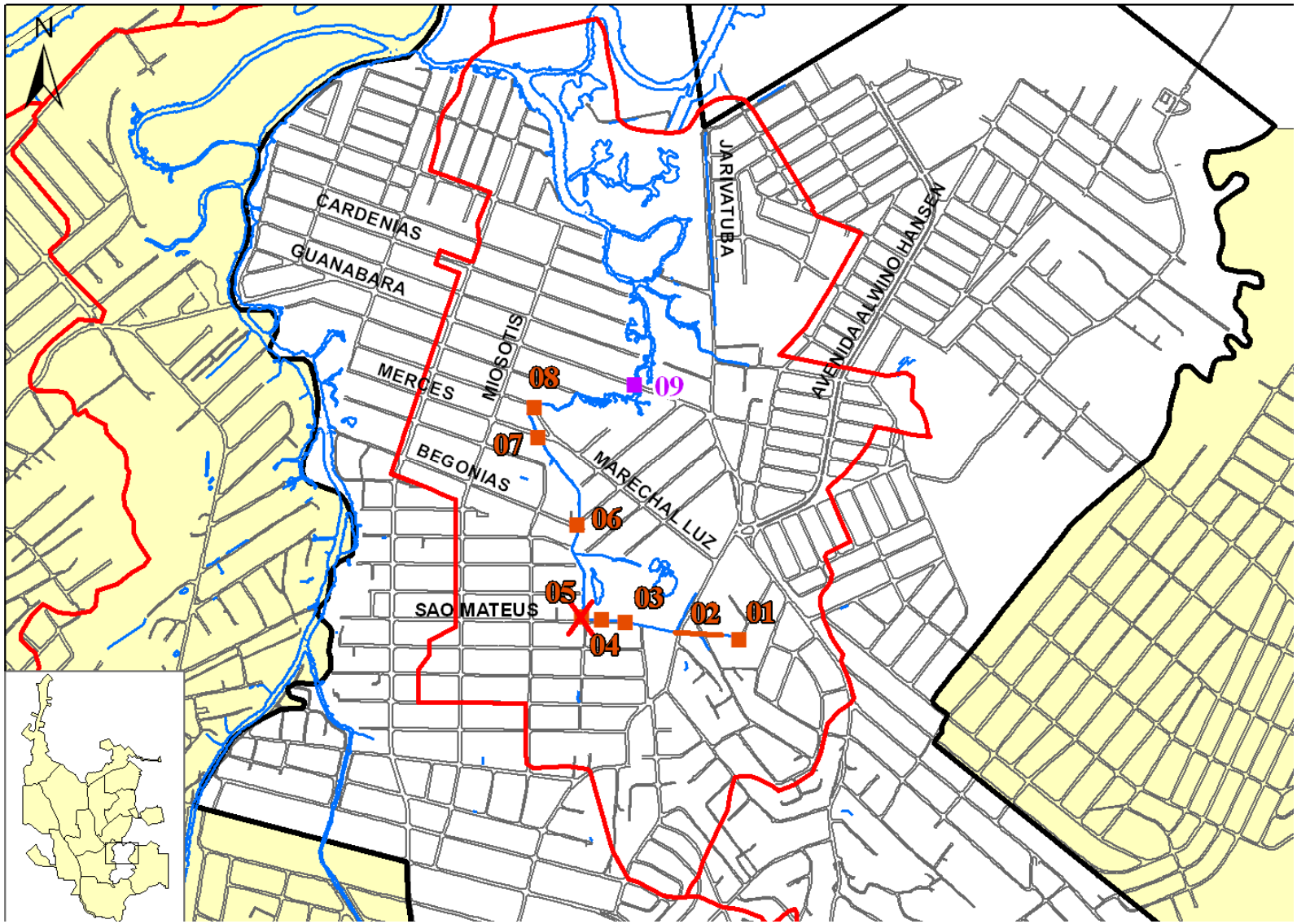


Ilustração 2.1 - – Sub-Bacia do Rio Bupeva – Alternativa A – Concepção Geral.

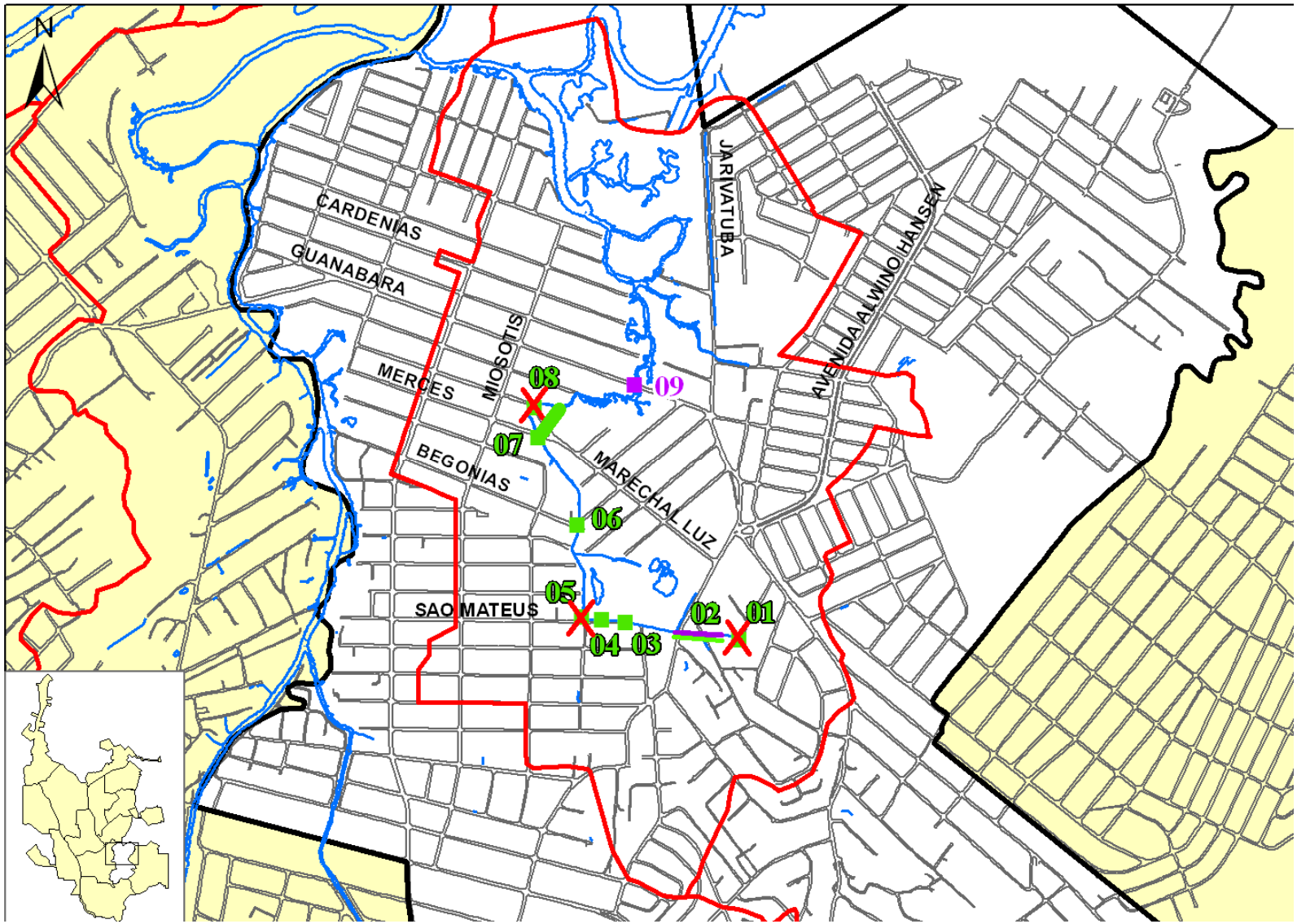


Ilustração 2.2 – Sub-Bacia do Rio Bupeva – Alternativa B – Concepção Geral.

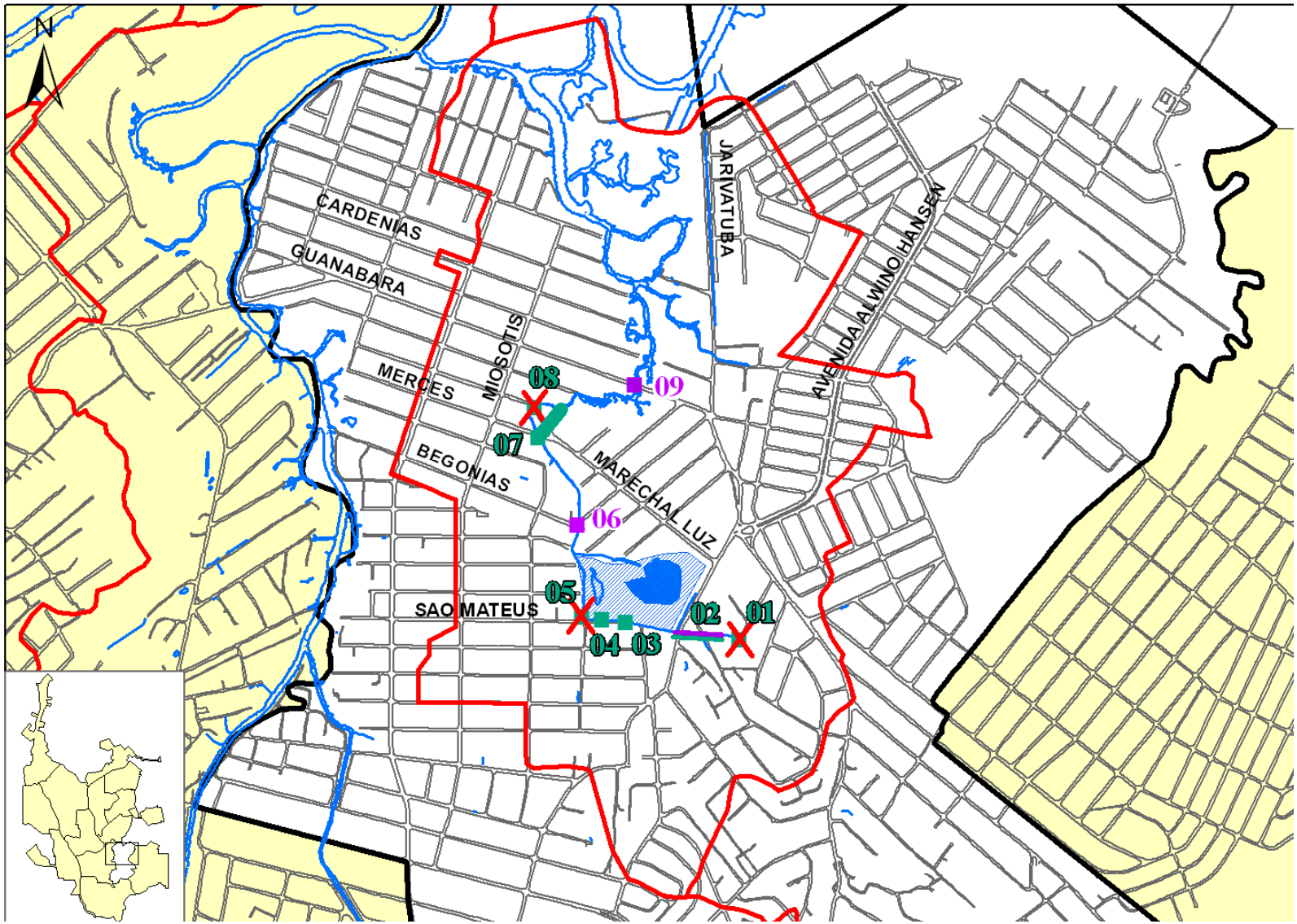


Ilustração 2.3 – Sub-Bacia do Rio Bupeva – Alternativa C – Concepção Geral.

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

Através de uma reunião com participação de 29 pessoas, a população tomou conhecimento das alternativas e através de manifestação e votação aberta, conforme consta no regimento da reunião, decidiu-se como prioridade para os estudos a classificação indicada no Quadro 2.2.

QUADRO 2.2
PRIORIDADE DE ESTUDOS

Alternativa	*Prioridade*
Alternativa A	1º
Alternativa C	2º
Alternativa B	3º

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

2.3 CONCEPÇÃO DAS ALTERNATIVAS

Com o aprofundamento dos estudos elaborados na sub-bacia do rio Bupeva, as alternativas propostas inicialmente foram aprimoradas visando otimizar os custos e minimizar os impactos sociais. Os resultados deste aprofundamento são descritos a seguir.

2.3.1 Alternativa A

Nesta alternativa é analisado o incremento de capacidade de todas as obras existentes no trecho em estudo de forma a acomodar adequadamente a cheia de projeto sem ocasionar transbordamentos e/ou inundações nas áreas ribeirinhas. As obras são dimensionadas para as vazões de pico que percorrem os diversos trechos da rede de macrodrenagem.

Para possibilitar o aumento de capacidade de vazão dos diversos elementos que compõem a rede de drenagem, as dimensões dos canais e dos dispositivos devem ser ampliadas, impactando diretamente sobre as construções existentes na beira rio resultando na remoção e relocação de moradores das áreas vizinhas.

2.3.2 Alternativa B

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

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

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

2.3.3 Alternativa C

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

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

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

2.3.4 Dimensionamento das Alternativas

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

Utilizando da experiência do Consórcio foi realizado um pré-dimensionamento das estruturas e do canal definindo dimensões preliminares das obras de drenagem. O ajuste final foi realizado no modelo HEC-RAS para verificar a influência que o conjunto de obras de cada alternativa gera no escoamento do rio Bupeva.

Para simulação de reservatórios foram obtidas as curvas cota-área-volume das áreas onde prevê-se a implantação dos mesmos. Com estas informações foi simulada a operação dos reservatórios buscando a sua otimização, ou seja, o máximo volume acumulado para a menor vazão de descarga.

Através do modelo HEC-RAS com as vazões do cenário futuro de impermeabilização e as vazões geradas com o amortecimento pela utilização de reservatórios são dimensionadas novas estruturas e canais para que suportem a vazão de projeto. Neste estudo foi utilizada a vazão gerada por precipitações associadas a um evento de período de recorrência de 25 anos.

A metodologia adotada para obtenção da chuva de projeto está apresentada no Tomo XXIII do Volume 4 do relatório R3. No Quadro 2.3 são apresentadas as precipitações para a sub-bacia do rio Bupeva com duração de 2 horas.

QUADRO 2.3
SUB-BACIA DO RIO BUPEVA – PRECIPITAÇÃO DE PROJETO (DURAÇÃO DE 2 HORAS)

Período de Recorrência	*5 anos*	*10 anos*	*25 anos*	*50 anos*
P (mm)	64,6	77,2	92,9	104,3

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

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

QUADRO 2.4
SUB-BACIA DO RIO BUPEVA – DISPOSITIVOS ATUAIS

Dispositivo	*Local*	*Tipo*	*Dimensão (m)*	*Comprimento (m)*
1	Rua São Matheus	Tubulação	1,00	7,29
2	Trecho entre Ruas Massaranduba e Agulhas Negras	Tubulação	1,20	125,95
3	Rua São Matheus	Tubulação	1,20	24,46
4	Rua São Matheus	Tubulação	1,00	22,89
5	Rua São Matheus	Tubulação	1,00	22,09
6	Rua Vasco da Gama	Galeria	2,60x1,90	21,42
7	Rua Mercês	Galeria	2,60x1,90	25,34
8	Rua Marechal Luz	Galeria	2,60x1,90	17,59

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

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

Especificamente, na bacia do rio Cachoeira, existem poucos dados que contemplam a hidrometria e a qualidade das águas. Segundo o CCJ (Comitê das Bacias dos Rios Cubatão e Cachoeira), existem três estações onde foram medidas vazões e coletadas amostras de água

para análises de qualidade. Dessas estações, em apenas duas ("Ponto 5" e "Ponto 6") todos os parâmetros necessários para o levantamento da descarga sólida total no leito foram contemplados simultaneamente nas datas de 06/11/2009 e 14/12/2009. Como apenas uma dessas estações localiza-se fora dos limites de influência das marés ("Ponto5"), mais precisamente próxima à ponte da rua Aracaju, utilizou-se a média dos dados dessa estação (vide Quadro 2.5) para obtenção da taxa de sedimentos carreados no rio Cachoeira.

QUADRO 2.5
DADOS DA ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA 5

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

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

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

	Data	Arraste (t/ano)	Suspensão (t/ano)	km^2	Arraste (t /ano/km^2)	Suspensão (t/ano/km^2)
Estação 5	6/11/2009	799,35	5464,05	13,51	59,17	404,44
	14/12/2009	762,85	4390,95	13,51	56,47	325,01
Taxa média		**781,10**	**4927,50**	**13,51**	**57,82**	**364,73**

Para avaliar a questão de sedimentos na alternativa C, que contempla reservatórios de detenção das águas do rio, a sub-bacia do rio Bupeva foi subdividida em setores, obtendo as áreas a montante de cada reservatório. A taxa adotada de 57,82 t/ano/km^2 para os sedimentos em arraste e 364,73 t/ano/km^2 para os em suspensão foi multiplicada pelas áreas em km^2 desses setores, obtendo-se assim, a estimativa de sedimentos produzidos no período de um ano. Em nenhum momento houve a distinção das fontes dos suprimentos de sedimentos, ou seja, se são das cabeceiras ou do próprio leito.

O método de Colby distingue os sedimentos carreados por arrasto ou saltação dos em suspensão. Deste modo, adotou-se uma taxa de acumulo de 90% nos reservatórios dos

sedimentos arrastados. Como os reservatórios transformam artificialmente o rio num corpo receptor com fluxo lento, parte dos sedimentos em suspensão com granulometria maior tende a decantar. Por isso, adotou-se a taxa de 50% dos sedimentos em suspensão retidos nos reservatórios.

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

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

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

Trecho do Rio	*Área da Bacia (km^2)*	*Taxa Média ($t/ano/km^2$)*		*Produção de Sedimentos (t/ano)*		*Total (t/ano)*
		Arraste	*Suspensão*	*Arraste*	*Suspensão*	
Bupeva	1,96	57,82	364,73	113,32	714,87	128,15

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

Trecho do Rio	*Área da Bacia (km^2)*	*Taxa Média ($t/ano/km^2$)*		*Produção de Sedimentos (t/ano)*		*Total (t/ano)*
		Arraste	*Suspensão*	*Arraste*	*Suspensão*	
Bupeva	1,96	57,82	364,73	113,32	714,87	128,15
Reservatório	0,44	57,82	364,73	25,44	160,48	38,94

2.4 DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS

2.4.1 Alternativa A

A alternativa A, conforme já mencionado, privilegiou a ampliação da capacidade hidráulica do canal e dos dispositivos que causam restrições de vazões, seguindo seu curso atual.

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

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

Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)	Situação
1	Rua São Matheus	Tubulação	1,00x7,29	Remoção
2	Trecho entre Ruas Massaranduba e Agulhas Negras	Galeria Dupla	3,00x1,20/3,00x1,20x21,00	Implantação
3	Rua São Matheus	Tubulação	1,20x24,46	Remoção
4	Rua São Matheus	Tubulação	1,00x22,89	Remoção
5	Rua São Matheus	Tubulação	1,00x22,09	Remoção
6	Rua Vasco da Gama	Galeria	8,00x1,70x21,42	Implantação
7	Rua Mercês	Ponte	12,00x2,50x25,34	Implantação
8	Rua Marechal Luz	Ponte	12,00x2,50x17,59	Implantação
9	Rua Guanabara	Ponte	12,00x2,50x16,00	Implantação
Implantação do Canal				
Canal Bupeva Trecho 1		Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x510,00	Implantação
Canal Bupeva Trecho 2		Canal Trapezoidal	8,00x(var.)x500,00	Implantação
Canal Bupeva Trecho 3		Canal Trapezoidal	12,00x(var.)x566,82	Implantação

O desenho 951-PMJ-PDC-A3-P950 (vide Anexo 1) apresenta as obras previstas na sub-bacia do rio Bupeva para a alternativa A.

As Figuras 2.1, 2.2 e 2.3 apresentam, respectivamente, as vazões, as velocidades do escoamento e os níveis d'água ao longo do rio Bupeva para a alternativa A.

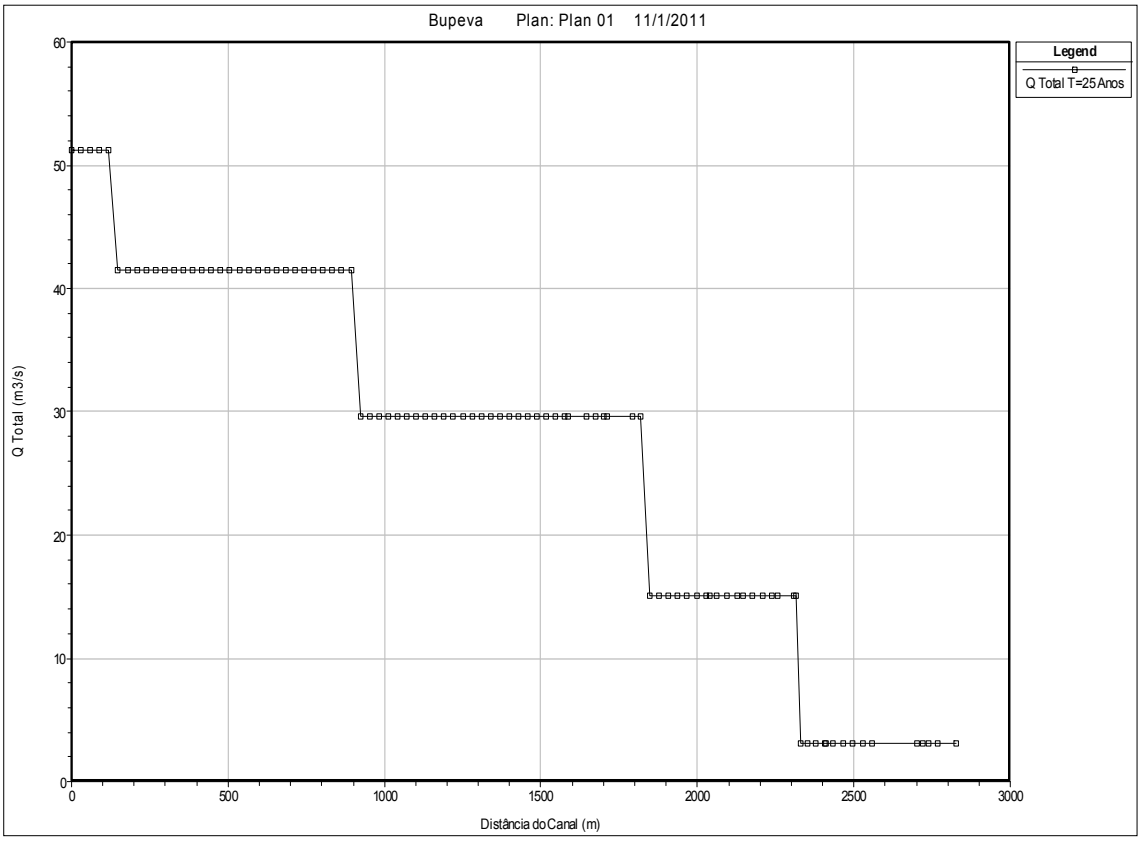


Figura 2.1 – Vazões no Rio Bupeva – Alternativa A.

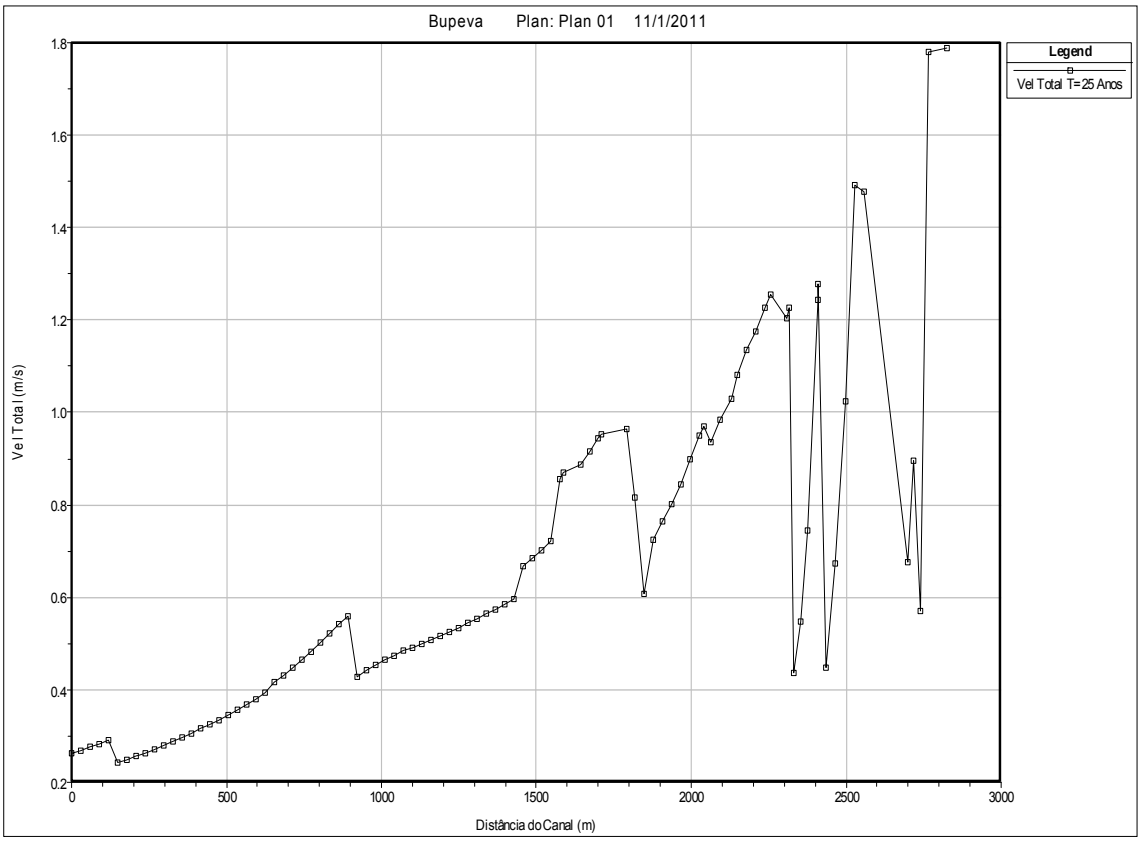


Figura 2.2 – Velocidades no Rio Bupeva – Alternativa A.

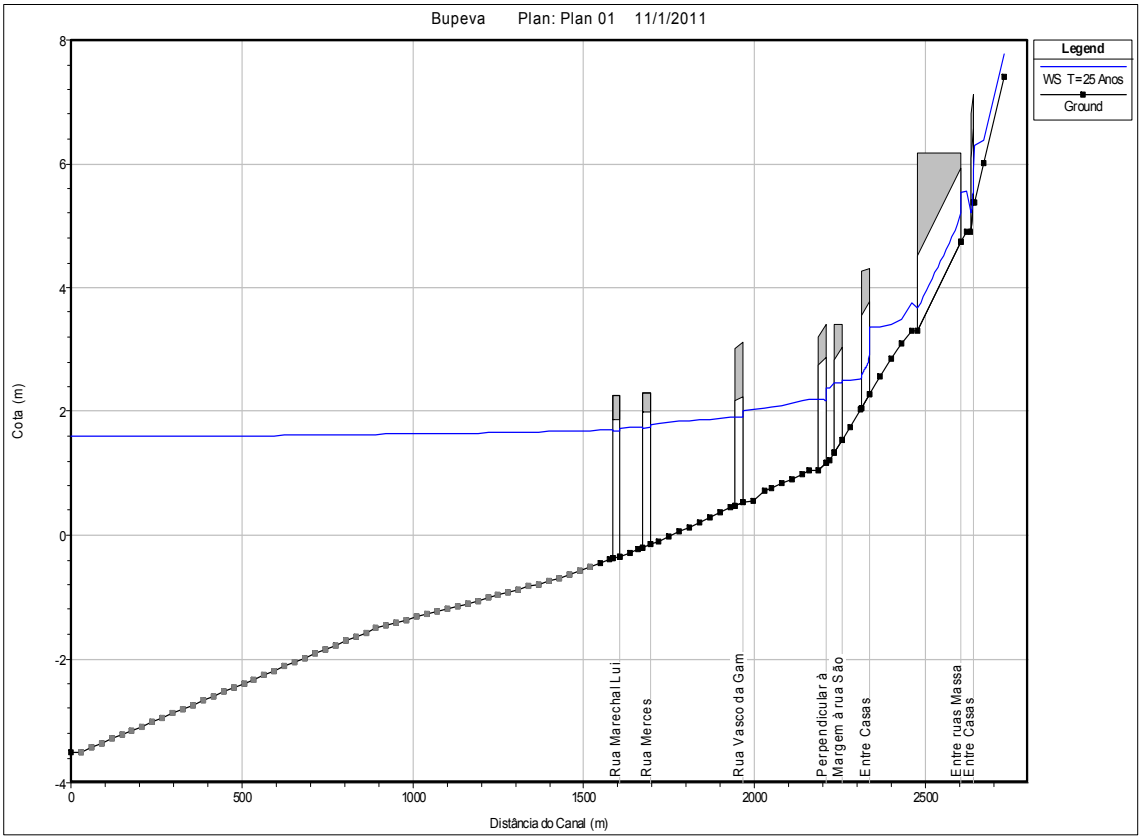


Figura 2.3 – Níveis d'água no Rio Bupeva – Alternativa A.

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

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

Utilizando a metodologia apresentada no Volume 1 deste relatório e nos aspectos descritos no item 2.3.4 deste documento, a bacia do rio Bupeva foi subdividida em setores obtendo suas áreas a montante de cada dispositivo de reservatório. A taxa adotada de 57,82 t/ano/km² para os sedimentos em arraste e 364,73 t/ano/km² para os em suspensão foi multiplicada pelas áreas em km² desses setores obtendo-se assim a estimativa de sedimentos produzidos no período de um ano, conforme apresentado no Quadro 2.10. No Quadro 2.11 estão apresentados os custos de manutenção dos canais da alternativa A.

QUADRO 2.10
SUB-BACIA DO RIO BUPEVA – 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)*
Bupeva	1,96	57,82	364,73	113,32	714,87	128,15	85,43

QUADRO 2.11
SUB-BACIA DO RIO BUPEVA – CUSTOS DE MANUTENÇÃO – ALTERNATIVA A

Item	*Comprimento (m)*	*Relativo (%)*	*Volume de Sedimentos (m³)*	*Custo Unitário de Manutenção (R$/m³)*	*Custo Total de Manutenção (R$/ano)*
Canais	1.475,47	94,0	79,94	333,19	26.635,32
Pontes e Galerias	101,35	6,0	5,49	695,75	3.820,43
				Total (R$/ano)	***30.455,75***

2.4.2 Alternativa B

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

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

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

Dispositivo	*Local*	*Tipo*	*Dimensão (BxhxL) (m)*	*Situação*
1	Rua São Matheus	Tubulação	1,00x7,29	Remoção
2	Trecho entre Ruas Massaranduba e Agulhas Negras	Galeria	3,00x1,20/3,00x1,20x 21,00	Implantação
3	Rua São Matheus	Tubulação	1,20x24,46	Remoção
4	Rua São Matheus	Tubulação	1,00x22,89	Remoção
5	Rua São Matheus	Tubulação	1,00x22,09	Remoção
6	Rua Vasco da Gama	Galeria	2,60x1,90x21,42	Permanece
7	Rua Mercês	Ponte	12,00x2,50x25,34	Implantação
8	Rua Marechal Luz	Ponte	12,00x2,50x17,59	Implantação
9	Rua Guanabara	Ponte	12,00x2,50x16,00	Implantação
Galerias By-Pass				
10	Galeria *By-Pass* Bupeva	Galeria	5,00x2,00x586,00	Implantação
Implantação do Canal				
Canal Bupeva Trecho 1		Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x510,00	Implantação
Canal Bupeva Trecho 2		Canal Trapezoidal	12,00x(var.)x566,82	Implantação

O desenho 951-PMJ-PDC-A3-P951 (vide Anexo 1) apresenta as obras previstas na sub-bacia do rio Bupeva para a alternativa B.

As Figuras 2.4, 2.5 e 2.6 apresentam, respectivamente, as vazões, as velocidades do escoamento e os níveis d'água ao longo do rio Bupeva para a alternativa B. A galeria *By-Pass* proposta foi dimensionada para vazão de projeto de 26,00 m³/s.

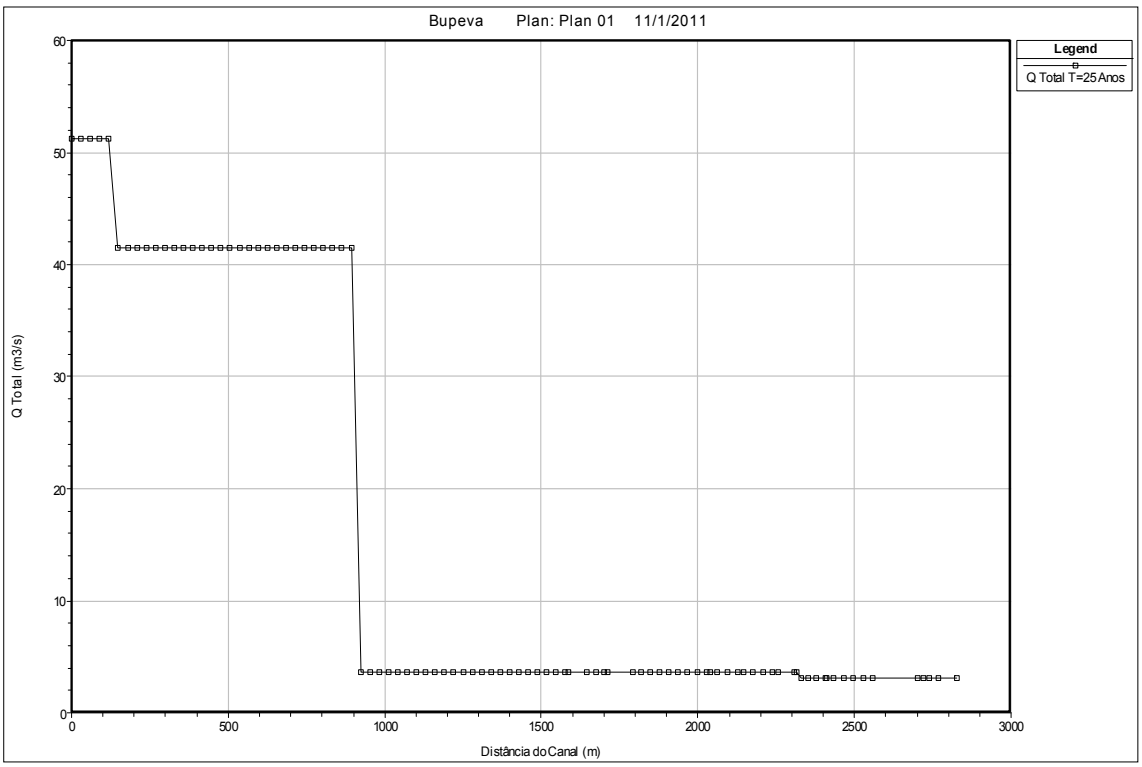


Figura 2.4 – Vazões no Rio Bupeva – Alternativa B.

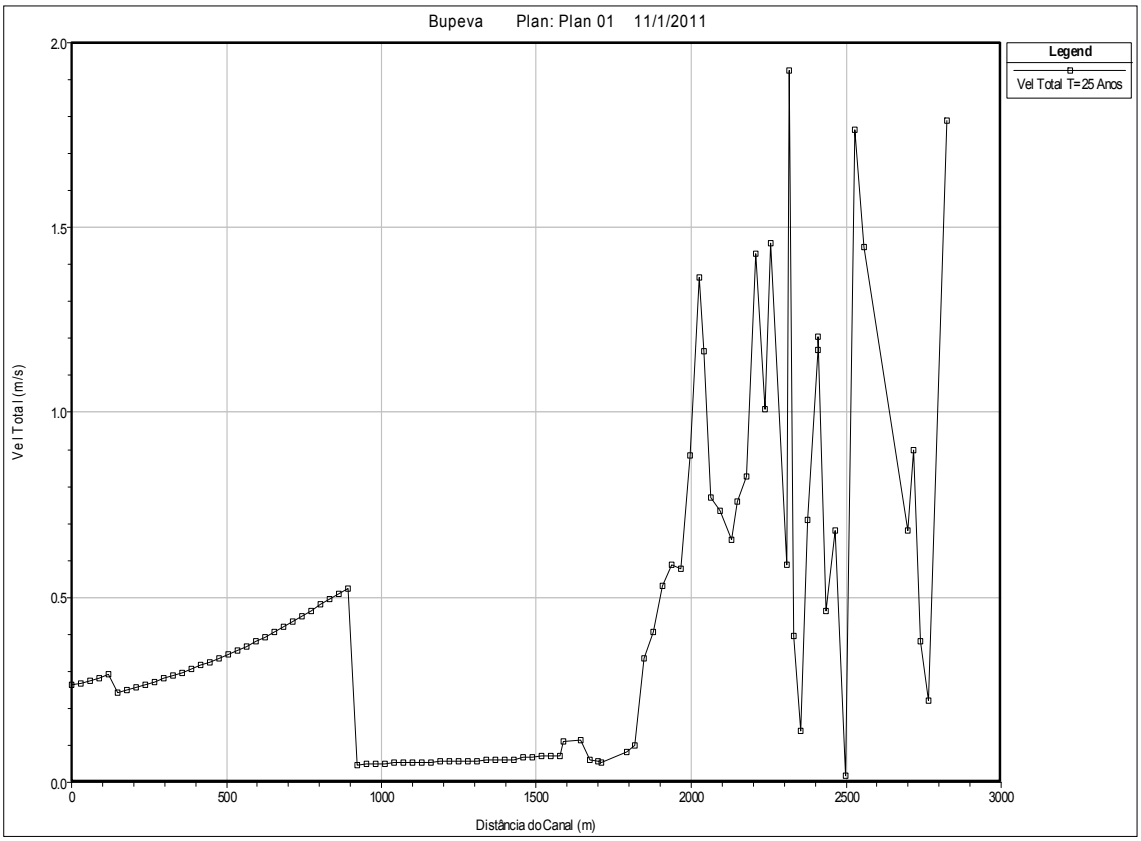


Figura 2.5 – Velocidades no Rio Bupeva – Alternativa B.

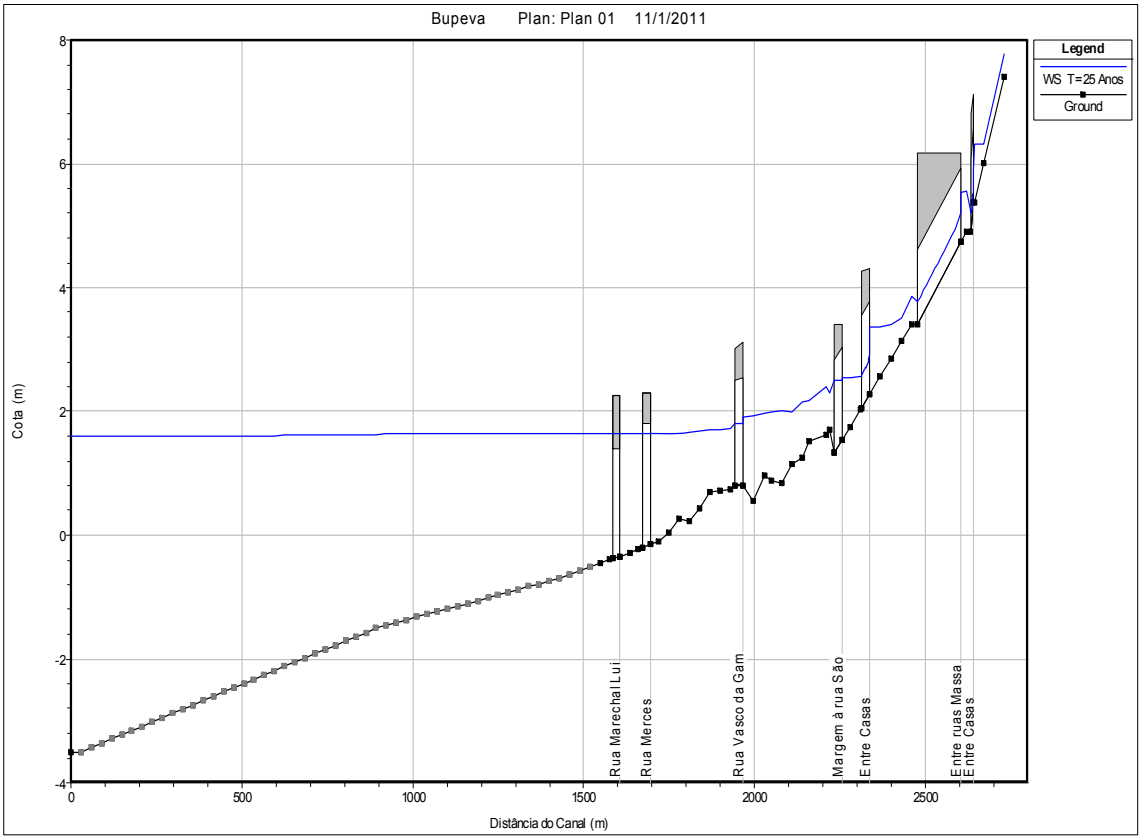


Figura 2.6 – Níveis d'água no Rio Bupeva – Alternativa B.

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

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

QUADRO 2.13

SUB-BACIA DO RIO BUPEVA – 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)*
Bupeva	1,96	57,82	364,73	113,32	714,87	128,15	85,43

QUADRO 2.14

SUB-BACIA DO RIO BUPEVA – 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$/ano)*
Canais	2.061,47	95,0	81,43	333,19	27.131,03
Pontes e Galerias	101,35	5,0	4,00	695,75	2.785,31
				Total (R$/ano)	***29.916,35***

2.4.3 Alternativa C

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

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

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

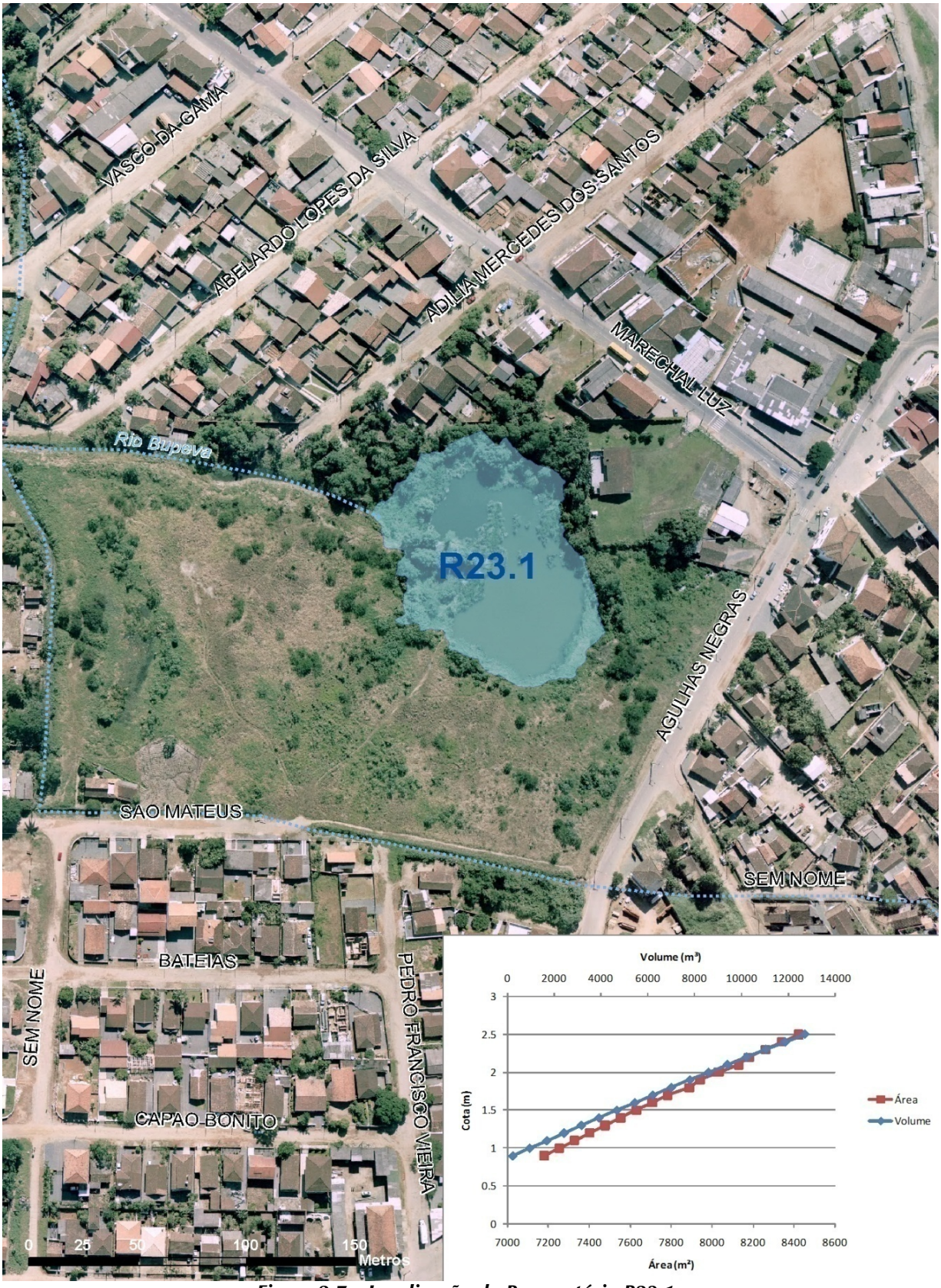


Figura 2.7 – Localização do Reservatório R23.1.

O reservatório foi denominado R23.1 e está localizado em uma área próxima as Ruas Marechal Luz e Agulhas Negras, conforme ilustrado na Figura 2.7.

Os Quadros 2.15 e 2.16 apresentam as obras propostas na alternativa C para a sub-bacia do rio Bupeva indicando os locais onde devem ocorrer as intervenções, assim como aqueles que apresentam capacidade hidráulica satisfatória, não sendo, portanto, necessária qualquer intervenção complementar.

QUADRO 2.15
SUB-BACIA DO RIO BUPEVA – OBRAS – ALTERNATIVA C

Dispositivo	*Local*	*Tipo*	*Dimensão (BxhxL) (m)*	*Situação*
1	Rua São Matheus	Tubulação	1,00x7,29	Remoção
2	Trecho entre Ruas Massaranduba e Agulhas Negras	Galeria	4,00x1,20/4,00x1,20 X21,00	Implantação
3	Rua São Matheus	Tubulação	1,20x24,46	Remoção
4	Rua São Matheus	Tubulação	1,00x22,89	Remoção
5	Rua São Matheus	Tubulação	1,00x22,09	Remoção
6	Rua Vasco da Gama	Galeria	6,00x1,70x21,42	Implantação
7	Rua Mercês	Galeria	8,00x2,50x25,34	Implantação
8	Rua Marechal Luz	Galeria	8,00x2,50x17,59	Implantação
9	Rua Guanabara	Galeria	8,00x2,50x16,00	Implantação
Implantação do Canal				
Canal Bupeva Trecho 1		Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x510,00	Implantação
Canal Bupeva Trecho 2		Canal Trapezoidal	6,00x(var.)x557,26	Implantação
Canal Bupeva Trecho 3		Canal Trapezoidal	12,00x(var.)x507,43	Implantação

QUADRO 2.16
SUB-BACIA DO RIO BUPEVA – RESERVATÓRIOS – ALTERNATIVA C

Tipo	*Volume de Acumulação (m^3)*	*Vazão (m^3/s)*		*Situação*
		Afluente	*Efluente*	
Reservatório de Detenção R23.1	13.547,33	15,05	4,54	Implantação

O desenho 951-PMJ-PDC-A3-P952 (vide Anexo 1) apresenta as obras previstas na sub-bacia do rio Bupeva para a alternativa C.

As Figuras 2.8, 2.9 e 2.10 apresentam, respectivamente, as vazões, as velocidades e os níveis d'água ao longo do rio Bupeva para a alternativa C.

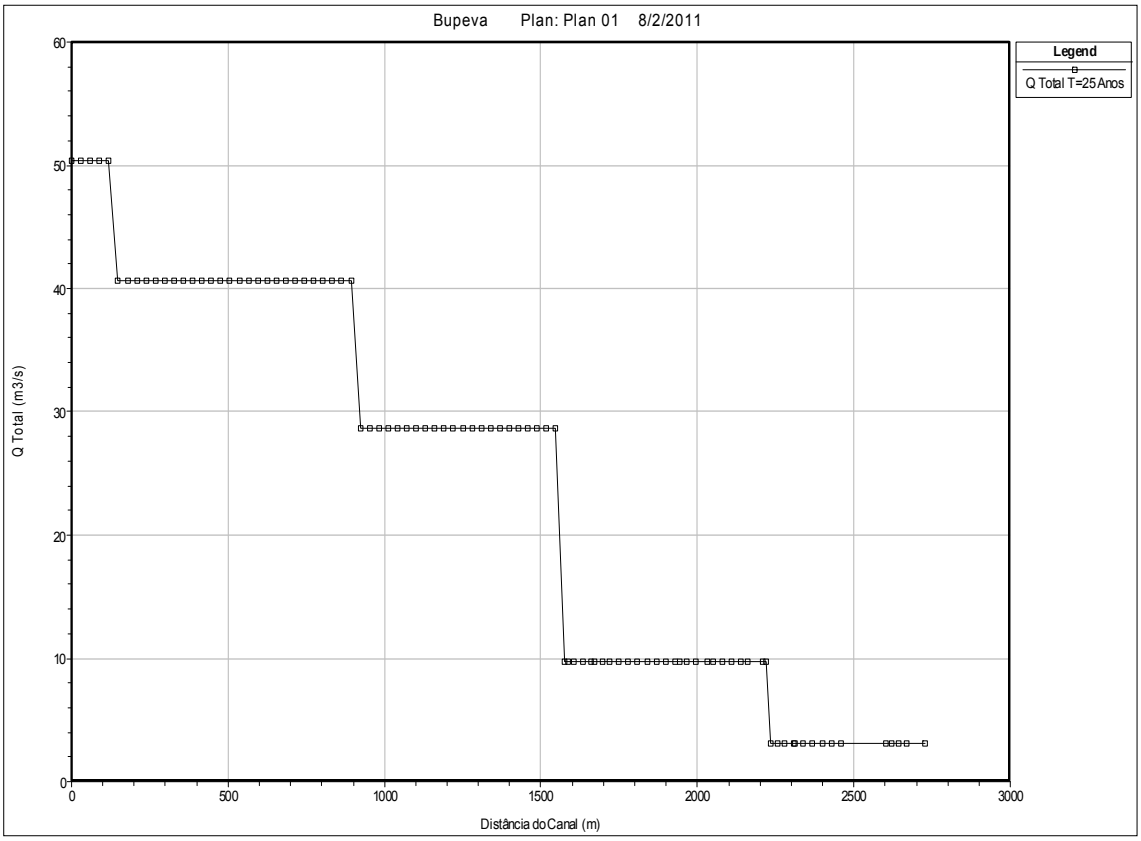


Figura 2.8 – Vazões no Rio Bupeva – Alternativa C.

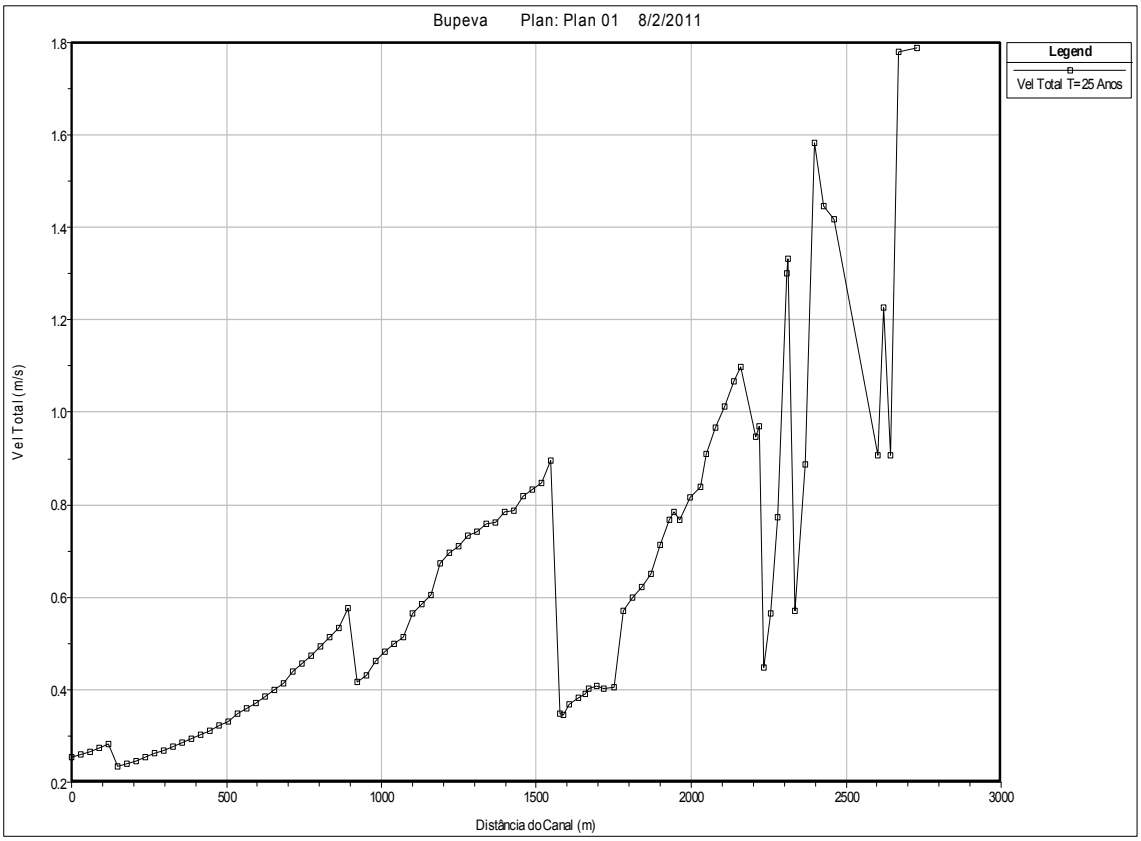


Figura 2.9 – Velocidades no Rio Bupeva – Alternativa C.

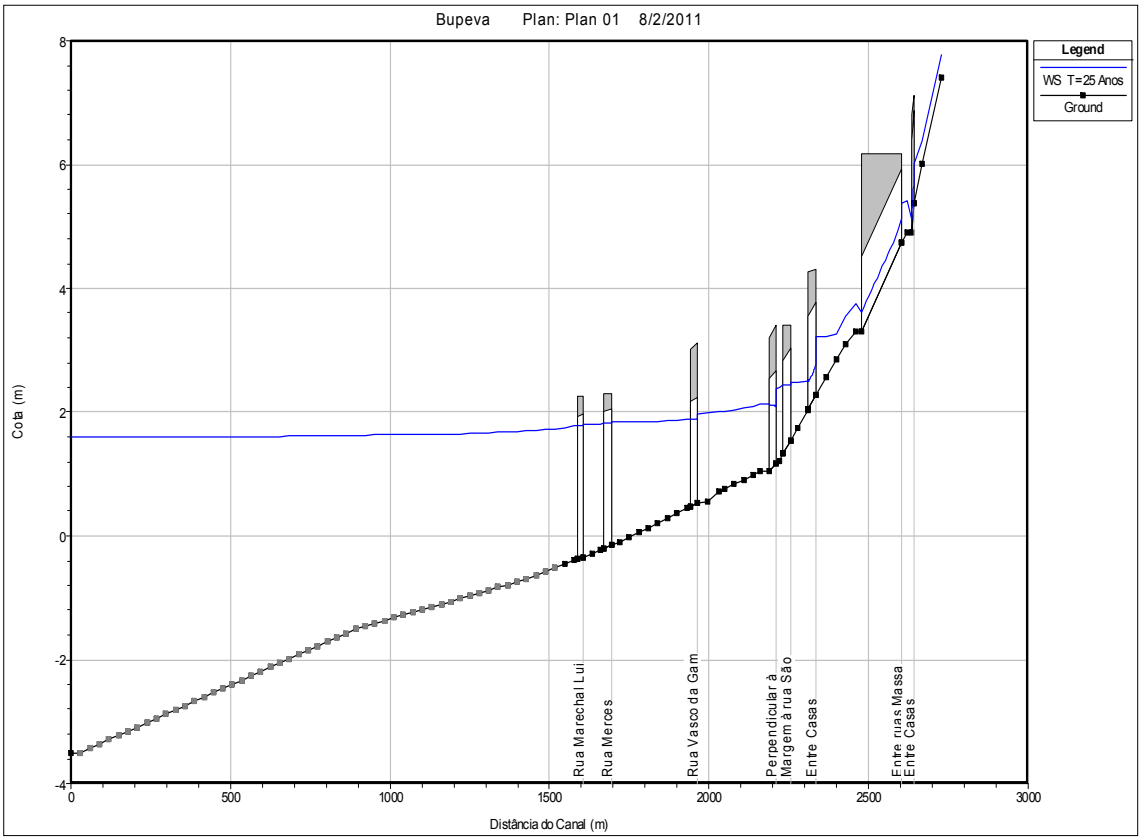


Figura 2.10 – Níveis d'água no Rio Bupeva – Alternativa C.

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

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

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

QUADRO 2.17
SUB-BACIA DO RIO BUPEVA – PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS – ALTERNATIVA C

Rio	Área da Bacia (km^2)	Taxa Média ($t/ano/km^2$)		Produção de Sedimentos (t/ano)		Total	
		Arraste	Suspensão	Arraste	Suspensão	Peso (t/ano)	Volume (m^3/ano)
Bupeva	1,96	57,82	364,73	113,32	714,87	128,15	85,43
Reservatórios	0,44	57,82	364,73	25,44	160,48	38,94	25,96

QUADRO 2.18
SUB-BACIA DO RIO BUPEVA – CUSTOS DE MANUTENÇÃO – ALTERNATIVA C

Item	Comprimento (m)	Relativo (%)	Volume de Sedimentos (m^3)	Custo Unitário de Manutenção ($R\$/m^3$)	Custo Total de Manutenção (R$/ano)
Canais	1.475,47	94,0	79,94	333,19	26.635,32
Pontes e Galerias	101,35	6,0	5,49	695,75	3.820,43
Reservatórios	-	-	25,96	333,19	8.650,37
				Total (R$/ano)	**39.106,12**

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 subseqüente;

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 conseqüência 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 subseqüente;

K = TIR;

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

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

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

Após a identificação da alternativa com TR de 25 anos que maximiza o retorno do investimento, será realizada a hierarquização das alternativas pelos indicadores TIR e VPL, selecionando-se, do ponto de vista econômico, aquela que deve ser objeto de análise para os tempos de retorno de 5,10 e 50 anos, repetindo-se o processo de análise de viabilidade

econômica já realizado na fase de seleção da alternativa, calculando-se novamente a TIR e o VPL para cada tempo de recorrência. Em seguida, são realizadas análises de sensibilidade para diversos parâmetros da modelagem econômica, com o objetivo de identificar as variáveis que mais impactam os indicadores de viabilidade econômica.

3.1 CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS

3.1.1 Alternativa A

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

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

OBRAS A REMOVER			
Dispositivo	***Local***	***Tipo***	***Dimensão (BxhxL) (m)***
1	Rua São Matheus	Tubulação	1,00x7,29
3	Rua São Matheus	Tubulação	1,20x24,46
4	Rua São Matheus	Tubulação	1,00x22,89
5	Rua São Matheus	Tubulação	1,00x22,09
OBRAS PROPOSTAS			
Dispositivo	***Local***	***Tipo***	***Dimensão (BxhxL) (m)***
2	Trecho entre Ruas Massaranduba e Agulhas Negras	Galeria	3,00x1,20/3,00x1,20 x21,00
6	Rua Vasco da Gama	Galeria	8,00x1,70x21,42
7	Rua Mercês	Ponte	12,00x2,50x25,34
8	Rua Marechal Luz	Ponte	12,00x2,50x17,59
9	Rua Guanabara	Ponte	12,00x2,50x16,00
Implantação do Canal			
Canal Bupeva Trecho 1		Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x510,00
Canal Bupeva Trecho 2		Canal Trapezoidal	8,00x(var.)x500,00
Canal Bupeva Trecho 3		Canal Trapezoidal	12,00x(var.)x566,82

3.1.2 Alternativa B

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

QUADRO 3.2

SUB-BACIA DO RIO BUPEVA – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA B

OBRAS EXISTENTES			
Dispositivo	**Local**	**Tipo**	**Dimensão (BxhxL) (m)**
6	Rua Vasco da Gama	Galeria	2,60x1,90x21,42
OBRAS A REMOVER			
Dispositivo	**Local**	**Tipo**	**Dimensão (BxhxL) (m)**
1	Rua São Matheus	Tubulação	1,00x7,29
3	Rua São Matheus	Tubulação	1,20x24,46
4	Rua São Matheus	Tubulação	1,00x22,89
5	Rua São Matheus	Tubulação	1,00x22,09
OBRAS PROPOSTAS			
Dispositivo	**Local**	**Tipo**	**Dimensão (BxhxL) (m)**
2	Trecho entre Ruas Massaranduba e Agulhas Negras	Galeria	3,00x1,20/3,00x1,20 x21,00
7	Rua Mercês	Ponte	12,00x2,50x25,34
8	Rua Marechal Luz	Ponte	12,00x2,50x17,59
9	Rua Guanabara	Ponte	12,00x2,50x16,00
Galerias By-Pass			
10	Galeria *By-Pass* Bupeva	Galeria	5,00x2,00x586,00
Implantação do Canal			
Canal Bupeva Trecho 1		Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x510,00
Canal Bupeva Trecho 2		Canal Trapezoidal	12,00x(var.)x566,82
Obs: As obras existentes indicadas são mantidas na solução proposta.			

3.1.3 Alternativa C

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

QUADRO 3.3

SUB-BACIA DO RIO BUPEVA – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA C

OBRAS A REMOVER			
Dispositivo	**Local**	**Tipo**	**Dimensão (BxhxL) (m)**
1	Rua São Matheus	Tubulação	1,00x7,29
3	Rua São Matheus	Tubulação	1,20x24,46
4	Rua São Matheus	Tubulação	1,00x22,89
5	Rua São Matheus	Tubulação	1,00x22,09
OBRAS PROPOSTAS			
Dispositivo	**Local**	**Tipo**	**Dimensão (BxhxL) (m)**
2	Trecho entre Ruas Massaranduba e Agulhas Negras	Galeria	4,00x1,20/4,00x1,20 X21,00
6	Rua Vasco da Gama	Galeria	6,00x1,70x21,42
7	Rua Mercês	Galeria	8,00x2,50x25,34

continua...

continuação

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

OBRAS PROPOSTAS			
Dispositivo	***Local***	***Tipo***	***Dimensão (BxhxL) (m)***
8	Rua Marechal Luz	Galeria	8,00x2,50x17,59
9	Rua Guanabara	Galeria	8,00x2,50x16,00
Implantação do Canal			
Canal Bupeva Trecho 1		Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x510,00
Canal Bupeva Trecho 2		Canal Trapezoidal	6,00x(var.)x557,26
Canal Bupeva Trecho 3		Canal Trapezoidal	12,00x(var.)x507,43

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

Tipo	***Volume de Acumulação (m^3)***
Reservatório de Detenção R23.1	13.547,33

3.2 CUSTOS

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

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

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

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

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

Onde,

a, b e c: coeficientes das curvas paramétricas;

h: altura da seção (m);

L: extensão do trecho (m);

V: volume escavado (m^3).

3.2.1 Custos da Alternativa A

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

QUADRO 3.6
SUB-BACIA DO RIO BUPEVA – CUSTOS DE INVESTIMENTOS – PREÇOS FINANCEIROS – ALTERNATIVA A

CUSTOS FINAIS (R$)	
Remoção	45.719,58
Construção de Canais	3.323.780,73
Construção de Pontes	2.064.145,27
Construção de Galerias	557.142,91
Construção de Reservatórios	-
Total Construção	***5.990.788,49***
BDI (30%)	1.797.236,55
Total Custos Diretos	***7.788.025,04***
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	623.042,00
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	233.640,75
Contingência (25%)	1.947.006,26
Total Outros Custos	***2.803.689,01***
Desapropriações	11.408.574,99
TOTAL	***22.000.289,04***

3.2.2 Custos da Alternativa B

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

QUADRO 3.7
SUB-BACIA DO RIO BUPEVA – CUSTOS DE INVESTIMENTOS – PREÇOS FINANCEIROS – ALTERNATIVA B

CUSTOS FINAIS (R$)	
Remoção	38.376,40
Construção de Canais	1.597.000,02
Construção de Pontes	2.064.145,27
Construção de Galerias	6.160.022,92
Construção de Reservatórios	-
Total Construção	***9.859.544,61***

continua...

continuação

QUADRO 3.7
SUB-BACIA DO RIO BUPEVA – CUSTOS DE INVESTIMENTOS – PREÇOS FINANCEIROS – ALTERNATIVA B

CUSTOS FINAIS (R$)	
BDI (30%)	2.957.863,38
Total Custos Diretos	***12.817.407,99***
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	1.025.392,64
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	384.522,24
Contingência (25%)	3.204.352,00
Total Outros Custos	***4.614.266,88***
Desapropriações	8.029.003,38
TOTAL	***25.460.678,25***

3.2.3 Custos da Alternativa C

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

QUADRO 3.8
SUB-BACIA DO RIO BUPEVA – CUSTOS DE INVESTIMENTOS – PREÇOS FINANCEIROS – ALTERNATIVA C

CUSTOS FINAIS (R$)	
Remoção	45.719,58
Construção de Canais	3.276.257,44
Construção de Pontes	-
Construção de Galerias	1.774.974,24
Construção de Reservatórios	1.153.654,40
Total Construção	***6.250.605,66***
BDI (30%)	1.875.181,70
Total Custos Diretos	***8.125.787,36***
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	650.062,99
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	243.773,62
Contingência (25%)	2.031.446,84
Total Outros Custos	***2.925.283,45***
Desapropriações	18.115.787,49
TOTAL	***29.166.858,30***

3.2.4 Desagregação dos Preços Financeiros e Cálculo dos Preços Econômicos

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

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

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

QUADRO 3.9
FATORES DE CONVERSÃO

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

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

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

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

PREÇOS ECONÔMICOS – R$ 1,00					
Alternativa A		*Alternativa B*		*Alternativa C*	
Investimentos Totais	*Manutenção Anual*	*Investimentos Totais*	*Manutenção Anual*	*Investimentos Totais*	*Manutenção Anual*
20.012.361,09	28.628,41	22.281.111,19	28.121,36	27.022.216,02	36.759,76

3.3 BENEFÍCIOS ECONÔMICOS

3.3.1 Danos Evitados

De acordo com a metodologia apresentada no Volume 1, foram estimados os parâmetros para área inundada (m^2)[1], altura média da lâmina d'água das alternativas (m) e o valor de mercado das edificações na sub-bacia do rio Bupeva (R$/$m^2$) para o TR de 25 anos para todas alternativas de projeto. Estas estimativas permitem calcular o benefício econômico da alternativa associado ao TR de 25 anos. O Quadro 3.11 apresenta os valores de área inundável e lâmina d'água que ocorreriam na sub-bacia do rio Bupeva caso não fossem implantadas as

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

obras e os valores resultantes da ocorrência de uma precipitação com TR de 50 anos, admitindo a implantação de obras para o período de retorno de 25 anos.

QUADRO 3.11
PARÂMETROS PARA ESTIMAÇÃO DO PREJUÍZO DIRETO

			PRECIPITAÇÃO			
			TR=5 Anos	TR=10 Anos	TR=25 Anos	TR=50 Anos
GEOMETRIA	Atual	Área Inundável (Km²)	0,281	0,308	0,325	0,373
		Lâmina d'água (m)	0,529	0,598	0,656	0,744
	25-A	Área Inundável (Km²)	-	-	-	0,085
		Lâmina d'água (m)	-	-	-	0,352
	25-B	Área Inundável (Km²)	-	-	-	0,010
		Lâmina d'água (m)	-	-	-	0,302
	25-C	Área Inundável (Km²)	-	-	-	0,091
		Lâmina d'água (m)	-	-	-	0,356

O valor médio do metro quadrado das edificações na sub-bacia do rio Bupeva foi estimado em R$995,96 a partir de pesquisas realizadas no mercado imobiliário de Joinville. Os benefícios por danos evitados estimados para as alternativas de projeto estão apresentados nos Quadros 3.12, 3.13 e 3.14.

QUADRO 3.12
BENEFÍCIOS ECONÔMICOS PARA ALTERNATIVA A – TR 25 ANOS

Tr Chuva	PROBABILIDADE				R$	
Obra	0,2	0,1	0,04	0,02	Prejuízo Esperado	Benefícios Incrementais
Atual	21.882.818	26.990.665	31.278.061	40.724.289	9.141.238	-
25-A	-	-	-	4.420.844	88.417	9.052.821

QUADRO 3.13
BENEFÍCIOS ECONÔMICOS PARA ALTERNATIVA B – TR 25 ANOS

Tr Chuva	PROBABILIDADE				R$	
Obra	0,2	0,1	0,04	0,02	Prejuízo Esperado	Benefícios Incrementais
Atual	21.882.818	26.990.665	31.278.061	40.724.289	9.141.238	-
25-B	-	-	-	459.705	9.194	9.132.044

QUADRO 3.14
BENEFÍCIOS ECONÔMICOS PARA ALTERNATIVA C – TR 25 ANOS

Tr Chuva	PROBABILIDADE				R$	
Obra	0,2	0,1	0,04	0,02	Prejuízo Esperado	Benefícios Incrementais
Atual	21.882.818	26.990.665	31.278.061	40.724.289	9.141.238	-
25-C	-	-	-	4.726.074	94.521	9.046.717

Os cálculos dos danos evitados associados ao período de recorrência decorrem da multiplicação da área pela altura média, pelo valor do metro quadrado do imóvel e finalmente

pelo coeficiente de correlação entre danos evitados e valor do imóvel, fixado em 0,15. Os resultados obtidos foram multiplicados pela probabilidade de ocorrência das inundações associadas ao período de retorno, que é dada pelo inverso do número de anos. Somando-se o resultado obtido para o período de recorrência e restando-o do total referente ao sistema existente (situação sem projeto) obtém-se o benefício incremental, ou seja, a redução de danos entre a situação atual e o período de recorrência para o qual o projeto foi dimensionado[2].

3.3.2 Benefícios por Valorização Imobiliária

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

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

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

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

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

Após análises preliminares e conseqüentes exclusões de alguns dados discrepantes foi ajustado um primeiro modelo utilizando como resposta a variável ***vm2*** e como variáveis explicativas: *inunda, uso, tipo* e *estrutura*, resultando nos coeficientes apresentados no Quadro 3.15.

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

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

QUADRO 3.15
COEFICIENTES PARA ESTIMATIVA DO MODELO DE VALORIZAÇÃO IMOBILIÁRIA

	Coeficientes não estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Intervalo de confiança para B a 95%	
	B	Erro típ	Beta			Limite inferior	Limite superior
(Constante)	86,743	1,244	-	69,743	0,000	84,304	89,182
usor1	-7,805	4,278	-0,042	-1,825	0,068	-16,193	0,583
tipor1	4,546	3,901	0,027	1,165	0,244	-3,103	12,195
estrutr1	-47,041	1,493	-0,528	-31,516	0,000	-49,968	-44,114
inunda	-4,744	1,442	-0,055	-3,290	0,001	-7,572	-1,916

a Variável dependente: vm2

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

$$Z = 4{,}374 - 0{,}263*\text{uso} - 0{,}852*\text{estrutura} - 0{,}067*\text{inunda}$$

ou seja, o valor do metro quadrado total é valorizado[4] em 6,9% após a implantação do projeto.

As tabelas a seguir apresentam os resultados para o modelo final ajustado e através destas observa-se que o modelo ajustado explica 40,9% do valor do metro quadrado total sendo o restante explicado por variáveis que não puderam ser mensuradas, interpretação esta que pôde ser obtida devido ao valor da estatística R ajustado.

QUADRO 3.16
ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

	Média	Desvio Padrão	N
lnvm2	4,0238	0,63466	2598
usor1	0,05	0,226	2598
estrutr1	0,35	0,476	2598
inunda	0,60	0,490	2598

QUADRO 3.17
ANOVA

	Soma de quadrados	gl	Média quadrática	F	Sig.
Regressão	428,235	3	142,745	599,344	0,000(a)
Residual	617,809	2594	0,238	-	-
Total	1046,044	2597	-	-	-

a Variáveis preditoras: (Constante), inunda, estrutr1, usor1
b Variável dependente: lnvm2

[4] Para uma função onde a transformação do valor do imóvel (y) é logarítimica 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, $\ln(ysi) = \alpha$ e para (2) I= 1, $\ln(yci) = \alpha - \beta$. A valorização será calculada pela diferença (1-2).
$\ln(ysi) - \ln(yci) = \alpha - (\alpha - \beta) = \beta$
$\ln((ysi/yci) = \beta = (ysi/yci) = \exp(\beta)$ A valorização relativa é $((ysi/yci)/yci) = ((\exp(\beta))-1)*100$.

QUADRO 3.18
COEFICIENTES

	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Intervalo de confiança para B al 95%	
	B	Error típ	Beta			Limite inferior	Limite superior
(Constante)	4,374	0,017		259,879	0,000	4,341	4,407
usor1	-0,263	0,043	-0,094	-6,156	0,000	-0,347	-0,179
estrutr1	-0,852	0,020	-0,639	-42,078	0,000	-0,892	-0,812
inunda	-0,067	0,020	-0,052	-3,435	0,001	-0,106	-0,029

a Variável dependente: lnvm2

QUADRO 3.19
R AJUSTADO

R	R quadrado	R quadrado corrigida
0,640(a)	0,409	0,409

Ao valor monetário do conjunto de imóveis identificados como pertencentes à sub-bacia do rio Bupeva e que encontram-se em áreas alagáveis foi aplicado o percentual de 6,9% 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$979,06/m^2), obtendo-se assim o valor total dos ativos passíveis de valorização. Em seguida, aplica-se ao valor total destes ativos o percentual de valorização para obter-se o valor monetário do benefício econômico na sub-bacia do rio Bupeva.

Finalmente, é feito um último ajuste ao valor encontrado, multiplicando-se ao valor da valorização imobiliária por um índice que representa a proporção entre a zona inundada para um TR de 50 anos e a zona inundada para o TR desejado (5, 10, 25), que é obtido através da razão entre a área inundada para o TR desejado (5, 10, 25,50) e a área inundada para o TR de 50 anos. Este procedimento serve para ajustar o benefício aos respectivos tempos de retorno, já que se considera o TR de 50 anos como referência para área inundada.

Para efeitos de avaliação econômica, o valor encontrado é multiplicado ainda pelo fator de conversão padrão, fixado em 0,94 e distribuído no fluxo de caixa descontado em parcelas fixas, devidamente ajustadas pela taxa de oportunidade do capital, entre os anos 2 e 6 do projeto. Para a sub-bacia do rio Bupeva, o valor do benefício econômico, calculado conforme os procedimentos descritos acima, atingiu a quantia de R$11,544 milhões para o TR de 25 anos. O detalhamento do modelo de preços hedônicos e os cálculos do benefício econômico estão apresentados na memória de cálculo em volume anexo.

3.3.3 Benefícios de Tráfego

Os benefícios totais de tráfego na bacia hidrográfica do rio Cachoeira foram estimados em R$ 600.000,00 por ano, já consideradas as probabilidades de ocorrência de inundação para os TRs de 5, 10, 25 e 50 anos. O benefício de tráfego para a sub-bacia do rio Bupeva é resultado

do rateio do benefício total estimado para a bacia do rio Cachoeira de acordo com a proporção da população que sofre com os efeitos da inundação na sub-bacia do rio Bupeva 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$33.354/ano a preços econômicos. Os detalhamentos dos benefícios de tráfego estão apresentados na memória de cálculo em volume anexo.

3.3.4 Benefícios Indiretos

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

3.4 ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO DAS ALTERNATIVAS

Após a identificação dos custos e benefícios elaborou-se o fluxo de caixa individualizado para cada alternativa a fim de verificar aquela que maximiza o retorno econômico. Os Quadros 3.20 a 3.22 sumarizam a análise benefício-custo para as alternativas A, B e C, respectivamente.

Tomando como base os resultados das análises, verificou-se que a alternativa A é aquela que maximiza o retorno econômico, pois apresenta o VPL maior para o tempo de retorno de 25 anos. Simultaneamente, a alternativa A foi também a escolhida pela população.

O Quadro 3.23 apresenta a síntese dos resultados para as alternativas A, B e C.

QUADRO 3.20
ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO – ALTERNATIVA A

SUB BACIA BUPEVA
ALTERNATIVA "A" - 25 ANOS
ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R$1,00)				TOTAL	CUSTOS ECONÔMICOS (em R$1,00)				TOTAL	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%	(em R$1,00)	Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos	(em R$1,00)	TIRE 16,84%
1	-	-	-	-	-	20.012.361		-	-	20.012.361	**(20.012.361)**
2	1.093.179	3.202.330	33.354	865.773	5.194.636	-		28.628	-	28.628	**5.166.007**
3	1.093.179	3.202.330	33.354	865.773	5.194.636	-		28.628	-	28.628	**5.166.007**
4	1.093.179	3.202.330	33.354	865.773	5.194.636	-		28.628	-	28.628	**5.166.007**
5	1.093.179	3.202.330	33.354	865.773	5.194.636	-		28.628	-	28.628	**5.166.007**
6	1.093.179	3.202.330	33.354	865.773	5.194.636	-		28.628	-	28.628	**5.166.007**
7	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
8	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
9	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
10	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
11	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
12	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
13	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
14	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
15	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
16	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
17	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
18	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
19	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
20	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
21	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
22	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
23	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
24	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
25	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
VPL	8.509.652	11.543.684	259.635	4.062.594	24.375.565	20.012.361	-	222.853	-	20.235.214	**4.140.352**

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

QUADRO 3.21
ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO – ALTERNATIVA B

SUB BACIA BUPEVA
ALTERNATIVA "B" - 25 ANOS
ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R$1,00)				TOTAL	CUSTOS ECONÔMICOS (em R$1,00)				TOTAL	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%	(em R$1,00)	Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos	(em R$1,00)	TIRE 14,04%
1	-	-			-	22.281.111		-	-	22.281.111	**(22.281.111)**
2	1.102.746	3.202.330	33.354	867.686	5.206.116	-		28.121	-	28.121	**5.177.994**
3	1.102.746	3.202.330	33.354	867.686	5.206.116	-		28.121	-	28.121	**5.177.994**
4	1.102.746	3.202.330	33.354	867.686	5.206.116	-		28.121	-	28.121	**5.177.994**
5	1.102.746	3.202.330	33.354	867.686	5.206.116	-		28.121	-	28.121	**5.177.994**
6	1.102.746	3.202.330	33.354	867.686	5.206.116	-		28.121	-	28.121	**5.177.994**
7	1.102.746		33.354	227.220	1.363.319	-		28.121	-	28.121	**1.335.198**
8	1.102.746		33.354	227.220	1.363.319	-		28.121	-	28.121	**1.335.198**
9	1.102.746		33.354	227.220	1.363.319	-		28.121	-	28.121	**1.335.198**
10	1.102.746		33.354	227.220	1.363.319	-		28.121	-	28.121	**1.335.198**
11	1.102.746		33.354	227.220	1.363.319	-		28.121	-	28.121	**1.335.198**
12	1.102.746		33.354	227.220	1.363.319	-		28.121	-	28.121	**1.335.198**
13	1.102.746		33.354	227.220	1.363.319	-		28.121	-	28.121	**1.335.198**
14	1.102.746		33.354	227.220	1.363.319	-		28.121	-	28.121	**1.335.198**
15	1.102.746		33.354	227.220	1.363.319	-		28.121	-	28.121	**1.335.198**
16	1.102.746		33.354	227.220	1.363.319	-		28.121	-	28.121	**1.335.198**
17	1.102.746		33.354	227.220	1.363.319	-		28.121	-	28.121	**1.335.198**
18	1.102.746		33.354	227.220	1.363.319	-		28.121	-	28.121	**1.335.198**
19	1.102.746		33.354	227.220	1.363.319	-		28.121	-	28.121	**1.335.198**
20	1.102.746		33.354	227.220	1.363.319	-		28.121	-	28.121	**1.335.198**
21	1.102.746		33.354	227.220	1.363.319	-		28.121	-	28.121	**1.335.198**
22	1.102.746		33.354	227.220	1.363.319	-		28.121	-	28.121	**1.335.198**
23	1.102.746		33.354	227.220	1.363.319	-		28.121	-	28.121	**1.335.198**
24	1.102.746		33.354	227.220	1.363.319	-		28.121	-	28.121	**1.335.198**
25	1.102.746		33.354	227.220	1.363.319	-		28.121	-	28.121	**1.335.198**
VPL	8.584.122	11.543.684	259.635	4.077.488	24.464.929	22.281.111	-	218.906	-	22.500.017	**1.964.912**

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

QUADRO 3.22
ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO – ALTERNATIVA C

SUB BACIA BUPEVA
ALTERNATIVA "C" - 25 ANOS
ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R$1,00)				TOTAL	CUSTOS ECONÔMICOS (em R$1,00)				TOTAL	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%	(em R$1,00)	Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos	(em R$1,00)	TIRE 9,50%
1	-	-			-	27.022.216		-	-	27.022.216	**(27.022.216)**
2	1.092.442	3.202.330	33.354	865.625	5.193.751	-		36.760	-	36.760	**5.156.991**
3	1.092.442	3.202.330	33.354	865.625	5.193.751	-		36.760	-	36.760	**5.156.991**
4	1.092.442	3.202.330	33.354	865.625	5.193.751	-		36.760	-	36.760	**5.156.991**
5	1.092.442	3.202.330	33.354	865.625	5.193.751	-		36.760	-	36.760	**5.156.991**
6	1.092.442	3.202.330	33.354	865.625	5.193.751	-		36.760	-	36.760	**5.156.991**
7	1.092.442		33.354	225.159	1.350.955	-		36.760	-	36.760	**1.314.195**
8	1.092.442		33.354	225.159	1.350.955	-		36.760	-	36.760	**1.314.195**
9	1.092.442		33.354	225.159	1.350.955	-		36.760	-	36.760	**1.314.195**
10	1.092.442		33.354	225.159	1.350.955	-		36.760	-	36.760	**1.314.195**
11	1.092.442		33.354	225.159	1.350.955	-		36.760	-	36.760	**1.314.195**
12	1.092.442		33.354	225.159	1.350.955	-		36.760	-	36.760	**1.314.195**
13	1.092.442		33.354	225.159	1.350.955	-		36.760	-	36.760	**1.314.195**
14	1.092.442		33.354	225.159	1.350.955	-		36.760	-	36.760	**1.314.195**
15	1.092.442		33.354	225.159	1.350.955	-		36.760	-	36.760	**1.314.195**
16	1.092.442		33.354	225.159	1.350.955	-		36.760	-	36.760	**1.314.195**
17	1.092.442		33.354	225.159	1.350.955	-		36.760	-	36.760	**1.314.195**
18	1.092.442		33.354	225.159	1.350.955	-		36.760	-	36.760	**1.314.195**
19	1.092.442		33.354	225.159	1.350.955	-		36.760	-	36.760	**1.314.195**
20	1.092.442		33.354	225.159	1.350.955	-		36.760	-	36.760	**1.314.195**
21	1.092.442		33.354	225.159	1.350.955	-		36.760	-	36.760	**1.314.195**
22	1.092.442		33.354	225.159	1.350.955	-		36.760	-	36.760	**1.314.195**
23	1.092.442		33.354	225.159	1.350.955	-		36.760	-	36.760	**1.314.195**
24	1.092.442		33.354	225.159	1.350.955	-		36.760	-	36.760	**1.314.195**
25	1.092.442		33.354	225.159	1.350.955	-		36.760	-	36.760	**1.314.195**
VPL	8.503.914	11.543.684	259.635	4.061.447	24.368.679	27.022.216	-	286.150	-	27.308.366	**(2.939.686)**

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

QUADRO 3.23
SÍNTESE DOS RESULTADOS – SELEÇÃO DA ALTERNATIVA

Alternativa	Benefícios					Custo			Resultados		Índices		
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos	Benefício Total	Investimentos	O&M	Custo Total	VPL	TIR	VPL	Benefícios	Custos
ALTERNATIVA "A" - 25 ANOS	8.509.652,12	11.543.683,73	259.635,35	4.062.594,24	24.375.565,45	20.012.361,09	222.852,56	20.235.213,65	4.140.351,79	16,84%	1,00	1,00	1,00
ALTERNATIVA "B" - 25 ANOS	8.584.121,54	11.543.683,73	259.635,35	4.077.488,12	24.464.928,74	22.281.111,19	218.905,58	22.500.016,77	1.964.911,97	14,04%	0,47	1,00	1,11
ALTERNATIVA "C" - 25 ANOS	8.503.913,79	11.543.683,73	259.635,35	4.061.446,57	24.368.679,45	27.022.216,02	286.149,56	27.308.365,58	-2.939.686,13	9,50%	-0,71	1,00	1,35
Escolha Econômica e da População													

4. ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO POR PERÍODO DE RETORNO

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

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

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

4.1 DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS

Definida a seleção da alternativa A para as obras da sub-bacia do rio Bupeva, foi realizado o dimensionamento das mesmas para os outros períodos de retorno a serem avaliados nos estudos econômicos, ou seja, 5, 10 e 50 anos.

O Quadro 4.1 resume as características dos dispositivos existentes, os quais permanecem com suas dimensões atuais, sem modificações, para todos os períodos de retorno. Também são apresentadas as dimensões dos dispositivos e dos canais projetados para esta rede de drenagem em função do período de retorno analisado.

QUADRO 4.1
SUB-BACIA DO RIO BUPEVA – 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	Rua São Matheus	Removido	Removido	Removido	Removido
2	Trecho entre Ruas Massaranduba e Agulhas Negras	1,50x1,20/1,50x1,20 x21,00	2,00x1,20/2,00x1,20 x21,00	3,00x1,20/3,00x1,20 x21,00	5,00x1,20/5,00x1,20 x21,00
3	Rua São Matheus	Removido	Removido	Removido	Removido
4	Rua São Matheus	Removido	Removido	Removido	Removido
5	Rua São Matheus	Removido	Removido	Removido	Removido
6	Rua Vasco da Gama	6,00x1,70x21,42	5,00x1,70x21,42	8,00x1,70x21,42	8,00x1,70x21,42
7	Rua Mercês	12,00x2,50x25,34	12,00x2,50x25,34	12,00x2,50x25,34	12,00x2,50x25,34
8	Rua Marechal Luz	12,00x2,50x17,59	12,00x2,50x17,59	12,00x2,50x17,59	14,00x2,50x17,59
9	Rua Guanabara	12,00x2,50x16,00	12,00x2,50x16,00	12,00x2,50x16,00	14,00x2,50x16,00
Canal Bupeva Trecho 1		2,00x(var.)x519,75	2,00x(var.)x473,88	4,00x(var.)x510,00	6,00x(var.)x510,00
Canal Bupeva Trecho 2		4,00x(var.)x244,84	4,00x(var.)x46,37	8,00x(var.)x500,00	8,00x(var.)x276,02
Canal Bupeva Trecho 3		6,00x(var.)x268,84	6,00x(var.)x50,25	12,00x(var.)x566,8	12,00x(var.)x247,4
Canal Bupeva Trecho 4		12,00x(var.)x543,4	8,00x(var.)x440,01	-	14,00x(var.)x543,4
Canal Bupeva Trecho 5		-	12,00x(var.)x566,8	-	-

Galerias
Pontes
Reservatórios
Canais

4.2 CUSTOS POR PERÍODO DE RETORNO

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

QUADRO 4.2
SUB-BACIA DO RIO BUPEVA – CUSTOS POR PERÍODO DE RETORNO – PREÇOS FINANCEIROS

Custos Finais (R$)	**TR = 5 Anos**	**TR = 10 Anos**	**TR = 25 Anos**	**TR = 50 Anos**
Remoção	45.719,58	45.719,58	45.719,58	45.719,58
Construção de Canais	2.474.910,58	3.208.386,92	3.323.780,73	3.774.527,35
Construção de Pontes	2.064.145,27	2.064.145,27	2.064.145,27	2.167.935,57
Construção de Galerias	410.765,32	402.318,70	557.142,91	659.638,61
Construção de Reservatórios	-	-	-	-
Total Construção	***5.515.104,91***	***5.720.570,47***	***5.990.788,49***	***6.647.821,11***
BDI (30%)	1.654.531,47	1.716.171,14	1.797.236,55	1.994.346,33
Total Custos Diretos	***7.169.636.38***	***7.436.741,62***	***7.788.025,04***	***8.642.167,44***
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	573.570,91	594.939,33	623.042,00	691.373,40
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	215.089,09	223.102,25	233.640,75	259.265,02
Contingência (25%)	1.792.409,09	1.859.185,40	1.947.006,26	2.160.541,86
Total Outros Custos	***2.581.069,10***	***2.677.226,98***	***2.803.689,01***	***11.753.347,72***
Desapropriações	11.408.574,99	11.408.574,99	11.408.574,99	11.408.574,99
TOTAL	***21.159.280,46***	***21.522.543,99***	***22.000.289,04***	***23.161.922,71***

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

4.3 BENEFÍCIOS POR PERÍODO DE RETORNO

4.3.1 Benefícios por Danos Evitados

De acordo com a metodologia apresentada anteriormente, foram estimados os parâmetros para área inundada (m^2)[5], altura média da lâmina d'água das alternativas (m) e o valor de mercado das edificações na sub-bacia do rio Bupeva (R$/$m^2$) para os TR's de 5, 10, 25 e 50 anos. Estas estimativas, apresentadas no Quadro 4.3, permitem calcular o benefício econômico da alternativa associado ao respectivo período de retorno.

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

Tr Chuva	*5 Anos*		*10 Anos*		*25 Anos*		*50 Anos*	
Obra	*Área (km²)*	*h (m)*	*Área (km²)*	*h (m)*	*Área (km²)*	*h (m)*	*Área (km²)*	*h (m)*
Atual	0,281	0,529	0,308	0,598	0,325	0,656	0,373	0,744
5-A	-	-	0,092	0,353	0,095	0,362	0,105	0,368
10-A	-	-	-	-	0,091	0,348	0,089	0,356
25-A	-	-	-	-	-	-	0,085	0,352
50-A	-	-	-	-	-	-	-	-

O valor médio do metro quadrado das edificações na sub-bacia do rio Bupeva foi estimado em R$979,06 a partir de pesquisas realizadas no mercado imobiliário de Joinville. Os benefícios estimados para cada período de retorno estão apresentados no Quadro 4.4.

QUADRO 4.4
BENEFÍCIOS ECONÔMICOS PARA ALTERNATIVA A

Tr Chuva	*PROBABILIDADE*				*R$*	
Obra	*0,2*	*0,1*	*0,04*	*0,02*	*Prejuízo Esperado*	*Benefícios Incrementais*
Atual	21.882.818	26.990.665	31.278.061	40.724.289	9.141.238	-
5-A	-	4.764.719	5.061.048	5.648.997	791.894	8.349.345
10-A	-	-	4.632.661	4.654.018	278.387	8.862.851
25-A	-	-	-	4.420.844	88.417	9.052.821
50-A	-	-	-	-	-	9.141.238

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.

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

4.3.2 Benefícios de Valorização Imobiliária por Período de Retorno

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

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

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

Período de Retorno	*Benefícios por Valorização Imobiliária (R$)*
5	10.005.349
10	10.934.292
25	11.543.684
50	13.252.561

4.3.3 Benefícios de Tráfego

Conforme metodologia já apresentada anteriormente, o benefício de tráfego para a sub-bacia do rio Bupeva é resultado do rateio do benefício total estimado para a bacia do rio Cachoeira de acordo com a proporção da população que sofre com os efeitos da inundação na sub-bacia do rio Bupeva 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

Período de Retorno	*Benefícios por Tráfego (R$)*
5	225.036
10	245.929
25	259.635
50	298.071

4.3.4 Benefícios Indiretos

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

4.4 RESULTADOS DA ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO

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

Tomando como base os resultados das análises, verificou-se que o TR de 50 anos é aquele que maximiza o retorno econômico.

É perceptível que o aporte maior de recursos gera benefícios em proporção vantajosa, o que torna a obra de TR 50 anos o investimento mais aconselhável.

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

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

SUB BACIA BUPEVA
ALTERNATIVA "A" - TR 5 ANOS
ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R$1,00)				TOTAL	CUSTOS ECONÔMICOS (em R$1,00)				TOTAL	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%	(em R$1,00)	Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos	(em R$1,00)	TIRE 14,54%
1	-	-	-	-	-	19.330.575		-	-	19.330.575	**(19.330.575)**
2	1.008.230	2.775.581	28.909	762.544	4.575.265	-		28.628	-	28.628	**4.546.636**
3	1.008.230	2.775.581	28.909	762.544	4.575.265	-		28.628	-	28.628	**4.546.636**
4	1.008.230	2.775.581	28.909	762.544	4.575.265	-		28.628	-	28.628	**4.546.636**
5	1.008.230	2.775.581	28.909	762.544	4.575.265	-		28.628	-	28.628	**4.546.636**
6	1.008.230	2.775.581	28.909	762.544	4.575.265	-		28.628	-	28.628	**4.546.636**
7	1.008.230		28.909	207.428	1.244.567	-		28.628	-	28.628	**1.215.939**
8	1.008.230		28.909	207.428	1.244.567	-		28.628	-	28.628	**1.215.939**
9	1.008.230		28.909	207.428	1.244.567	-		28.628	-	28.628	**1.215.939**
10	1.008.230		28.909	207.428	1.244.567	-		28.628	-	28.628	**1.215.939**
11	1.008.230		28.909	207.428	1.244.567	-		28.628	-	28.628	**1.215.939**
12	1.008.230		28.909	207.428	1.244.567	-		28.628	-	28.628	**1.215.939**
13	1.008.230		28.909	207.428	1.244.567	-		28.628	-	28.628	**1.215.939**
14	1.008.230		28.909	207.428	1.244.567	-		28.628	-	28.628	**1.215.939**
15	1.008.230		28.909	207.428	1.244.567	-		28.628	-	28.628	**1.215.939**
16	1.008.230		28.909	207.428	1.244.567	-		28.628	-	28.628	**1.215.939**
17	1.008.230		28.909	207.428	1.244.567	-		28.628	-	28.628	**1.215.939**
18	1.008.230		28.909	207.428	1.244.567	-		28.628	-	28.628	**1.215.939**
19	1.008.230		28.909	207.428	1.244.567	-		28.628	-	28.628	**1.215.939**
20	1.008.230		28.909	207.428	1.244.567	-		28.628	-	28.628	**1.215.939**
21	1.008.230		28.909	207.428	1.244.567	-		28.628	-	28.628	**1.215.939**
22	1.008.230		28.909	207.428	1.244.567	-		28.628	-	28.628	**1.215.939**
23	1.008.230		28.909	207.428	1.244.567	-		28.628	-	28.628	**1.215.939**
24	1.008.230		28.909	207.428	1.244.567	-		28.628	-	28.628	**1.215.939**
25	1.008.230		28.909	207.428	1.244.567	-		28.628	-	28.628	**1.215.939**
VPL	7.848.384	10.005.349	225.036	3.615.754	21.694.523	19.330.575	-	222.853	-	19.553.427	**2.141.095**

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

QUADRO 4.8

ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO PARA PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS

SUB BACIA BUPEVA

ALTERNATIVA "A" - TR 10 ANOS

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R$1,00)				TOTAL	CUSTOS ECONÔMICOS (em R$1,00)					Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%	(em R$1,00)	Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos	TOTAL (em R$1,00)	TIRE 16,21%
1	-	-			-	19.623.388		-	-	19.623.388	**(19.623.388)**
2	1.070.239	3.033.279	31.593	827.022	4.962.133	-		28.628	-	28.628	**4.933.505**
3	1.070.239	3.033.279	31.593	827.022	4.962.133	-		28.628	-	28.628	**4.933.505**
4	1.070.239	3.033.279	31.593	827.022	4.962.133	-		28.628	-	28.628	**4.933.505**
5	1.070.239	3.033.279	31.593	827.022	4.962.133	-		28.628	-	28.628	**4.933.505**
6	1.070.239	3.033.279	31.593	827.022	4.962.133	-		28.628	-	28.628	**4.933.505**
7	1.070.239		31.593	220.366	1.322.199	-		28.628	-	28.628	**1.293.570**
8	1.070.239		31.593	220.366	1.322.199	-		28.628	-	28.628	**1.293.570**
9	1.070.239		31.593	220.366	1.322.199	-		28.628	-	28.628	**1.293.570**
10	1.070.239		31.593	220.366	1.322.199	-		28.628	-	28.628	**1.293.570**
11	1.070.239		31.593	220.366	1.322.199	-		28.628	-	28.628	**1.293.570**
12	1.070.239		31.593	220.366	1.322.199	-		28.628	-	28.628	**1.293.570**
13	1.070.239		31.593	220.366	1.322.199	-		28.628	-	28.628	**1.293.570**
14	1.070.239		31.593	220.366	1.322.199	-		28.628	-	28.628	**1.293.570**
15	1.070.239		31.593	220.366	1.322.199	-		28.628	-	28.628	**1.293.570**
16	1.070.239		31.593	220.366	1.322.199	-		28.628	-	28.628	**1.293.570**
17	1.070.239		31.593	220.366	1.322.199	-		28.628	-	28.628	**1.293.570**
18	1.070.239		31.593	220.366	1.322.199	-		28.628	-	28.628	**1.293.570**
19	1.070.239		31.593	220.366	1.322.199	-		28.628	-	28.628	**1.293.570**
20	1.070.239		31.593	220.366	1.322.199	-		28.628	-	28.628	**1.293.570**
21	1.070.239		31.593	220.366	1.322.199	-		28.628	-	28.628	**1.293.570**
22	1.070.239		31.593	220.366	1.322.199	-		28.628	-	28.628	**1.293.570**
23	1.070.239		31.593	220.366	1.322.199	-		28.628	-	28.628	**1.293.570**
24	1.070.239		31.593	220.366	1.322.199	-		28.628	-	28.628	**1.293.570**
25	1.070.239		31.593	220.366	1.322.199	-		28.628	-	28.628	**1.293.570**
VPL	8.331.080	10.934.292	245.929	3.902.260	23.413.561	19.623.388	-	222.853	-	19.846.240	**3.567.321**

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

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

SUB BACIA BUPEVA
ALTERNATIVA "A" - TR 25 ANOS
ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R$1,00)				TOTAL	CUSTOS ECONÔMICOS (em R$1,00)				TOTAL	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%	(em R$1,00)	Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos	(em R$1,00)	TIRE 16,84%
1	-	-			-	20.012.361		-	-	20.012.361	**(20.012.361)**
2	1.093.179	3.202.330	33.354	865.773	5.194.636	-		28.628	-	28.628	**5.166.007**
3	1.093.179	3.202.330	33.354	865.773	5.194.636	-		28.628	-	28.628	**5.166.007**
4	1.093.179	3.202.330	33.354	865.773	5.194.636	-		28.628	-	28.628	**5.166.007**
5	1.093.179	3.202.330	33.354	865.773	5.194.636	-		28.628	-	28.628	**5.166.007**
6	1.093.179	3.202.330	33.354	865.773	5.194.636	-		28.628	-	28.628	**5.166.007**
7	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
8	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
9	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
10	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
11	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
12	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
13	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
14	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
15	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
16	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
17	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
18	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
19	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
20	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
21	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
22	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
23	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
24	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
25	1.093.179		33.354	225.307	1.351.839	-		28.628	-	28.628	**1.323.211**
VPL	8.509.652	11.543.684	259.635	4.062.594	24.375.565	20.012.361	-	222.853	-	20.235.214	**4.140.352**

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

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

SUB BACIA BUPEVA
ALTERNATIVA "A" - TR 50 ANOS
ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R$1,00)				TOTAL	CUSTOS ECONÔMICOS (em R$1,00)				TOTAL	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%	(em R$1,00)	Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos	(em R$1,00)	TIRE 18,23%
1	-	-			-	20.954.167		-	-	20.954.167	**(20.954.167)**
2	1.103.856	3.676.389	38.291	963.707	5.782.244	-		28.628	-	28.628	**5.753.616**
3	1.103.856	3.676.389	38.291	963.707	5.782.244	-		28.628	-	28.628	**5.753.616**
4	1.103.856	3.676.389	38.291	963.707	5.782.244	-		28.628	-	28.628	**5.753.616**
5	1.103.856	3.676.389	38.291	963.707	5.782.244	-		28.628	-	28.628	**5.753.616**
6	1.103.856	3.676.389	38.291	963.707	5.782.244	-		28.628	-	28.628	**5.753.616**
7	1.103.856		38.291	228.429	1.370.577	-		28.628	-	28.628	**1.341.948**
8	1.103.856		38.291	228.429	1.370.577	-		28.628	-	28.628	**1.341.948**
9	1.103.856		38.291	228.429	1.370.577	-		28.628	-	28.628	**1.341.948**
10	1.103.856		38.291	228.429	1.370.577	-		28.628	-	28.628	**1.341.948**
11	1.103.856		38.291	228.429	1.370.577	-		28.628	-	28.628	**1.341.948**
12	1.103.856		38.291	228.429	1.370.577	-		28.628	-	28.628	**1.341.948**
13	1.103.856		38.291	228.429	1.370.577	-		28.628	-	28.628	**1.341.948**
14	1.103.856		38.291	228.429	1.370.577	-		28.628	-	28.628	**1.341.948**
15	1.103.856		38.291	228.429	1.370.577	-		28.628	-	28.628	**1.341.948**
16	1.103.856		38.291	228.429	1.370.577	-		28.628	-	28.628	**1.341.948**
17	1.103.856		38.291	228.429	1.370.577	-		28.628	-	28.628	**1.341.948**
18	1.103.856		38.291	228.429	1.370.577	-		28.628	-	28.628	**1.341.948**
19	1.103.856		38.291	228.429	1.370.577	-		28.628	-	28.628	**1.341.948**
20	1.103.856		38.291	228.429	1.370.577	-		28.628	-	28.628	**1.341.948**
21	1.103.856		38.291	228.429	1.370.577	-		28.628	-	28.628	**1.341.948**
22	1.103.856		38.291	228.429	1.370.577	-		28.628	-	28.628	**1.341.948**
23	1.103.856		38.291	228.429	1.370.577	-		28.628	-	28.628	**1.341.948**
24	1.103.856		38.291	228.429	1.370.577	-		28.628	-	28.628	**1.341.948**
25	1.103.856		38.291	228.429	1.370.577	-		28.628	-	28.628	**1.341.948**
VPL	8.592.764	13.252.561	298.071	4.428.679	26.572.075	20.954.167	-	222.853	-	21.177.020	**5.395.056**

*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	7.848.383,83	10.005.349,13	225.035,82	3.615.753,76	21.694.522,54	19.330.574,55	222.852,56	19.553.427,11	2.141.095,43	14,54%	0,40	0,82	0,92
10 ANOS	8.331.080,41	10.934.291,66	245.929,18	3.902.260,25	23.413.561,49	19.623.387,67	222.852,56	19.846.240,23	3.567.321,26	16,21%	0,66	0,88	0,94
25 ANOS	8.509.652,12	11.543.683,73	259.635,35	4.062.594,24	24.375.565,45	20.012.361,09	222.852,56	20.235.213,65	4.140.351,79	16,84%	0,77	0,92	0,96
50 ANOS	8.592.763,99	13.252.561,35	298.070,66	4.428.679,20	26.572.075,19	20.954.167,07	222.852,56	21.177.019,63	5.395.055,55	18,23%	1,00	1,00	1,00
Escolha Econômica													

5. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

5.1 MODELAGEM DAS SIMULAÇÕES

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

a) Custos de investimentos;

b) Taxa de oportunidade do capital;

c) Benefícios por danos evitados e

d) Benefícios por valorização imobiliária.

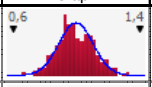
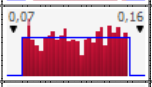
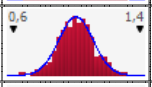
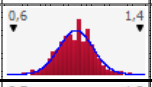
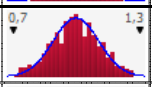
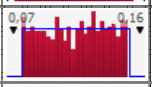
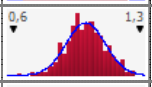
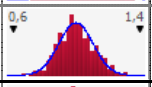
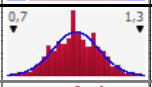
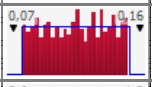
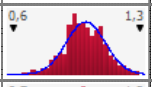
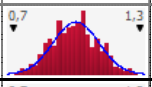
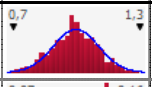
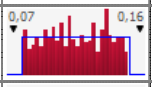
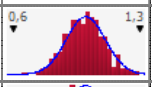
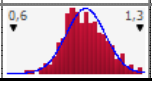
Estes valores foram submetidos à simulação aleatória pelo método Monte Carlo, o qual é um processo que gera numerosos cenários aleatórios alterando o valor das variáveis selecionadas simultaneamente de forma que os valores de saída do VPL e TIR estejam dentro de um intervalo de confiança, segundo probabilidades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

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

O Quadro 5.1 apresenta a síntese dos parâmetros de entrada do modelo utilizado para simulação de acordo com os respectivos tempos de retorno na sub-bacia do rio Bupeva.

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: quinta-feira, 18 de novembro de 2010 19:34:32

	Name	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
TR 5 ANOS	Benefícios Valorizacao Imobiliária	B11		,68373	1,00236	1,31839	,83480	1,17907	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		0,0804357	0,1156477	0,1495688	0,08391125	0,1461255	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,66440	1,00582	1,30841	,83010	1,18312	0
	Custos de Investimentos	B15		,68575	,99917	1,32954	,83826	1,15582	0
TR 10 ANOS	Benefícios Valorizacao Imobiliária	B11		,72970	1,00101	1,25456	,82207	1,16924	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		0,08004512	0,1155432	0,1498234	0,08275439	0,1467142	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,64938	1,00290	1,25226	,84718	1,17318	0
	Custos de Investimentos	B15		,68333	1,00470	1,30302	,84512	1,17994	0
TR 25 ANOS	Benefícios Valorizacao Imobiliária	B11		,72021	1,00172	1,28408	,84375	1,15409	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		8,02E-02	0,1156176	0,1496974	8,30E-02	0,1467603	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,67552	,99559	1,28133	,83097	1,15785	0
	Custos de Investimentos	B15		,73376	,99668	1,27180	,83869	1,15597	0
TR 50 ANOS	Benefícios Valorizacao Imobiliária	B11		,71055	,99584	1,28302	,83185	1,15479	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		0,08066961	0,1153146	0,1498618	0,08391037	0,1454086	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,67802	,99796	1,27600	,84087	1,16246	0
	Custos de Investimentos	B15		,69222	1,00111	1,29337	,84071	1,18915	0

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

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

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

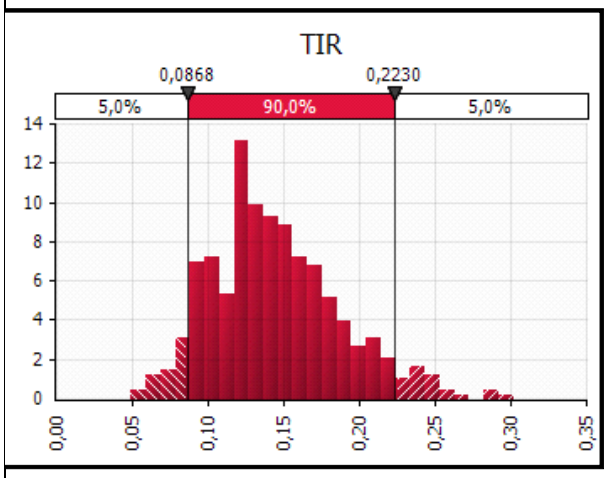
QUADRO 5.2

TIR – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR 5 ANOS

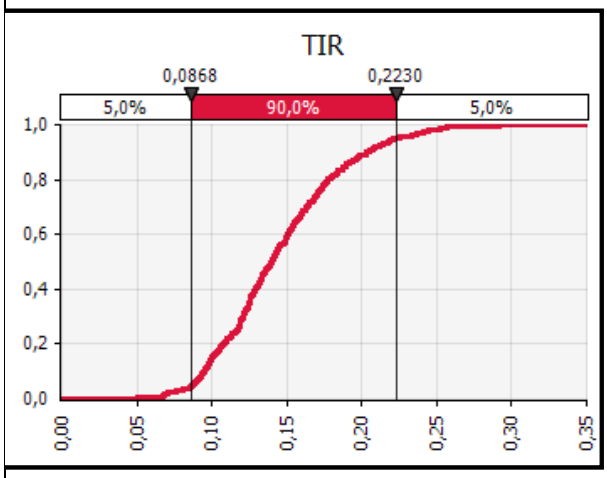
@RISK Output Report for TIR

Performed By: Luiz Cláudio Faria

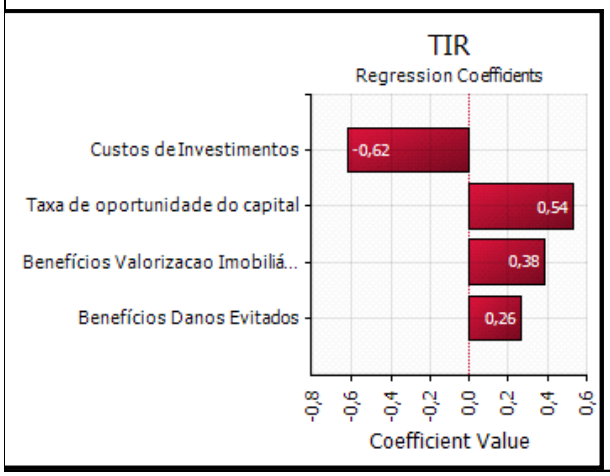
Date: quinta-feira, 18 de novembro de 2010 19:34:27



Simulation Summary Information	
Workbook Name	23 BU Risco Base 05.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	11/18/10 20:34:17
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1372106181



Summary Statistics for TIR			
Statistics		Percentile	
Minimum	4,92%	5%	8,68%
Maximum	30,19%	10%	9,53%
Mean	14,50%	15%	9,97%
Std Dev	4,25%	20%	10,77%
Variance	0,001808459	25%	11,70%
Skewness	0,628894112	30%	12,09%
Kurtosis	3,375406391	35%	12,49%
Median	13,99%	40%	12,91%
Mode	12,75%	45%	13,33%
Left X	8,68%	50%	13,99%
Left P	5%	55%	14,43%
Right X	22,30%	60%	15,08%
Right P	95%	65%	15,58%
Diff X	13,62%	70%	16,32%
Diff P	90%	75%	17,07%
#Errors	0	80%	17,73%
Filter Min	Off	85%	18,91%
Filter Max	Off	90%	20,35%
#Filtered	0	95%	22,30%



Regression and Rank Information for TIR			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Custos de Investi	-0,624	-0,618
2	Taxa de oportuni	0,535	0,636
3	Benefícios Valori	0,382	0,369
4	Benefícios Danos	0,263	0,336

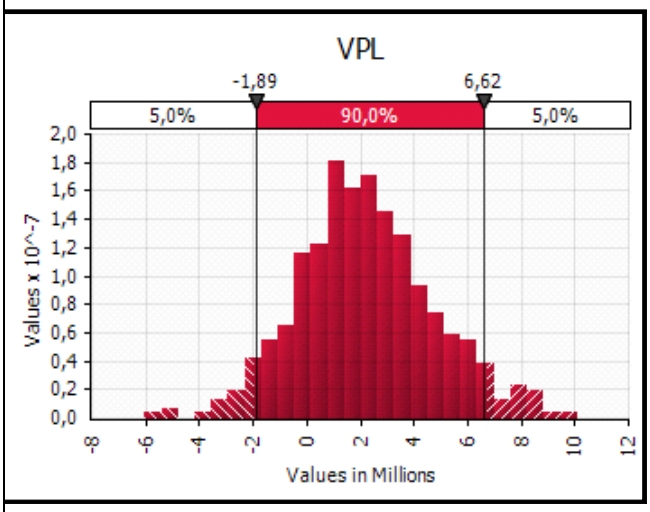
QUADRO 5.3

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

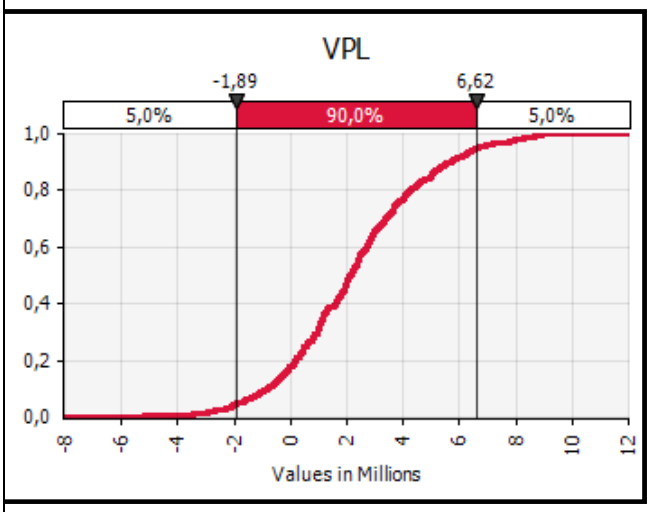
@RISK Output Report for VPL

Performed By: Luiz Cláudio Faria

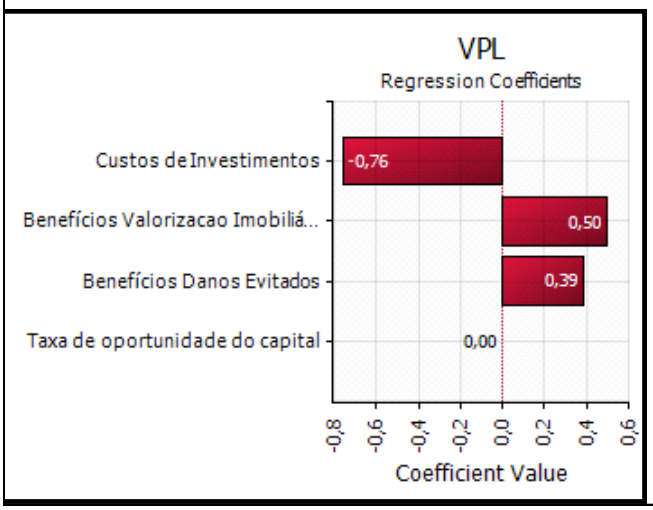
Date: quinta-feira, 18 de novembro de 2010 19:34:29



Simulation Summary Information	
Workbook Name	23 BU Risco Base 05.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	11/18/10 20:34:17
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1372106181



Summary Statistics for VPL			
Statistics		Percentile	
Minimum	(6.022.997)	5%	(1.888.985)
Maximum	10.094.672	10%	(846.245)
Mean	2.242.428	15%	(252.784)
Std Dev	2.541.022	20%	153.245
Variance	6,45679E+12	25%	525.461
Skewness	0,173009196	30%	944.336
Kurtosis	3,209910955	35%	1.151.339
Median	2.127.588	40%	1.589.777
Mode	3.653.082	45%	1.915.504
Left X	(1.888.985)	50%	2.127.588
Left P	5%	55%	2.400.310
Right X	6.616.467	60%	2.689.692
Right P	95%	65%	2.983.455
Diff X	8.505.452	70%	3.359.639
Diff P	90%	75%	3.738.103
#Errors	0	80%	4.248.591
Filter Min	Off	85%	4.995.349
Filter Max	Off	90%	5.662.802
#Filtered	0	95%	6.616.467



Regression and Rank Information for VPL			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Custos de Investi	-0,760	-0,752
2	Benefícios Valori	0,499	0,458
3	Benefícios Danos	0,388	0,432
4	Taxa de oportuni	-0,003	0,088

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

Os Quadros 5.2 e 5.3 indicam ainda que há uma probabilidade de 90% de que a TIR esteja no intervalo entre 8,68% e 22,30% e que o VPL esteja situado entre –R$1,89 milhões e R$6,62 milhões. A relação benefícios/custo da alternativa é 1,11, ou seja, para cada unidade de custo a alternativa gera 1,11 unidades de benefício, evidenciando a rentabilidade econômica da proposta.

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

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

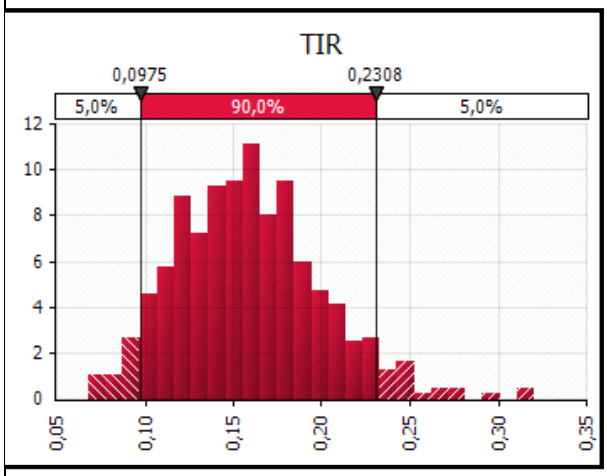
QUADRO 5.4

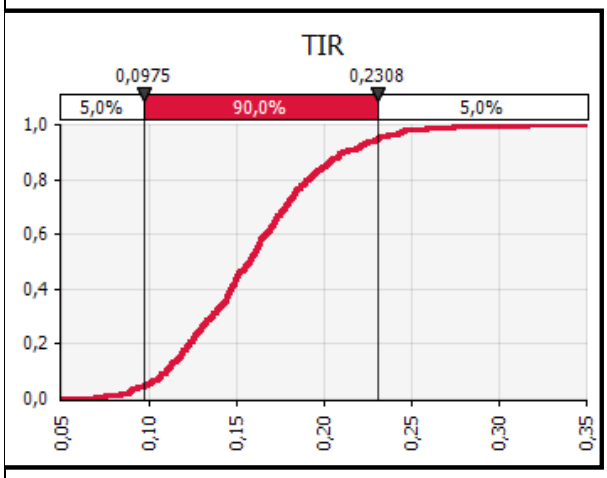
TIR – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR 10 ANOS

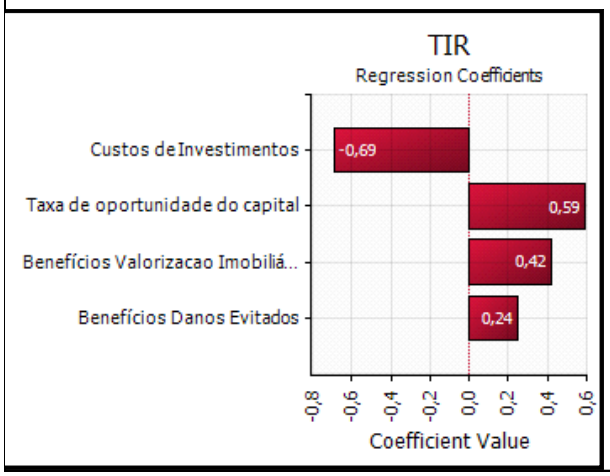
@RISK Output Report for TIR

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: quinta-feira, 18 de novembro de 2010 19:36:37







Simulation Summary Information	
Workbook Name	23 BU Risco Base 10.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	11/18/10 20:36:26
Simulation Duration	00:00:01
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1368862987

Summary Statistics for TIR			
Statistics		Percentile	
Minimum	6,81%	5%	9,75%
Maximum	32,05%	10%	10,97%
Mean	15,91%	15%	11,73%
Std Dev	4,10%	20%	12,27%
Variance	0,001677232	25%	12,88%
Skewness	0,520982863	30%	13,60%
Kurtosis	3,556952389	35%	14,22%
Median	15,71%	40%	14,67%
Mode	17,84%	45%	15,06%
Left X	9,75%	50%	15,71%
Left P	5%	55%	16,15%
Right X	23,08%	60%	16,68%
Right P	95%	65%	17,18%
Diff X	13,33%	70%	17,81%
Diff P	90%	75%	18,32%
#Errors	0	80%	19,10%
Filter Min	Off	85%	20,05%
Filter Max	Off	90%	21,07%
#Filtered	0	95%	23,08%

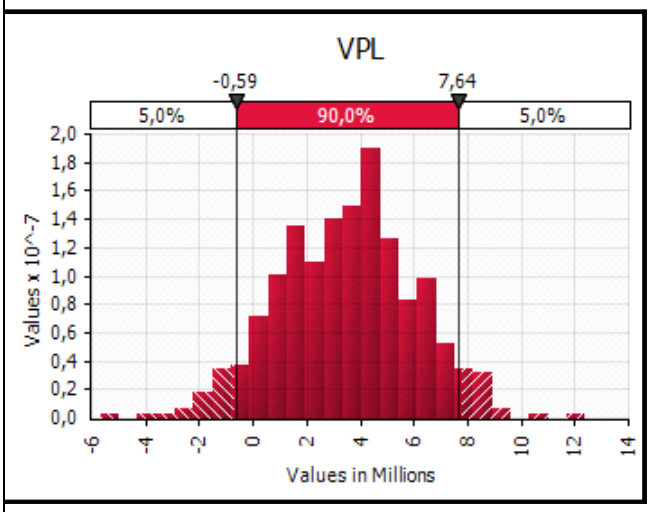
Regression and Rank Information for TIR			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Custos de Investi	-0,688	-0,591
2	Taxa de oportuni	0,594	0,572
3	Benefícios Valori	0,421	0,339
4	Benefícios Danos	0,244	0,276

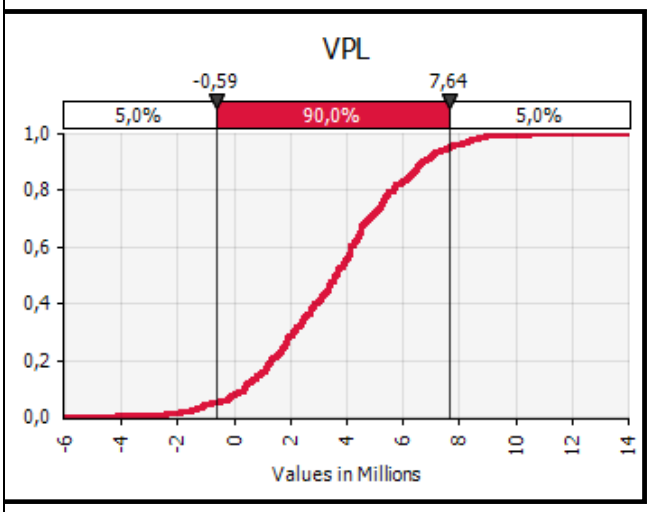
QUADRO 5.5
VPL – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR DE 10 ANOS

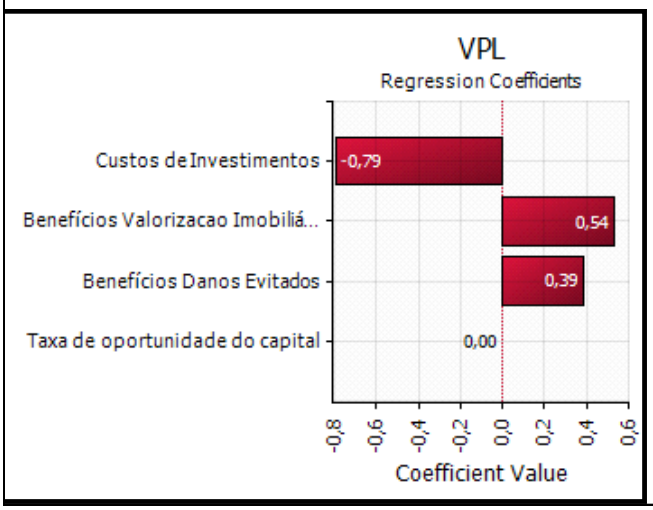
@RISK Output Report for VPL

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: quinta-feira, 18 de novembro de 2010 19:36:40







Simulation Summary Information	
Workbook Name	23 BU Risco Base 10.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	11/18/10 20:36:26
Simulation Duration	00:00:01
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1368862987

Summary Statistics for VPL			
Statistics		Percentile	
Minimum	(5.696.812)	5%	(587.601)
Maximum	12.404.366	10%	359.883
Mean	3.520.892	15%	934.213
Std Dev	2.521.673	20%	1.322.232
Variance	6,35884E+12	25%	1.799.472
Skewness	-0,071878181	30%	2.118.346
Kurtosis	3,168227686	35%	2.489.157
Median	3.611.841	40%	2.852.171
Mode	4.122.157	45%	3.328.646
Left X	(587.601)	50%	3.611.841
Left P	5%	55%	3.950.166
Right X	7.637.857	60%	4.149.535
Right P	95%	65%	4.478.694
Diff X	8.225.457	70%	4.766.049
Diff P	90%	75%	5.242.287
#Errors	0	80%	5.636.020
Filter Min	Off	85%	6.198.762
Filter Max	Off	90%	6.631.913
#Filtered	0	95%	7.637.857

Regression and Rank Information for VPL			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Custos de Investi	-0,788	-0,721
2	Benefícios Valori	0,535	0,454
3	Benefícios Danos	0,387	0,392
4	Taxa de oportuni	-0,004	-0,037

Com base nos quadros acima pode-se afirmar que o comportamento do modelo do VPL é idêntico ao verificado para o TR de 5 anos, sendo mais sensível às variações nos custos de investimentos e nos benefícios por valorização imobiliária e danos evitados. No modelo da TIR se dá o mesmo em relação à simulação para o TR de 05 anos, podendo se observar que as variações na taxa de oportunidade do capital têm menor relevância para o modelo do VPL, afetando sensivelmente os resultados da TIR.

Os Quadros 5.4 e 5.5 indicam ainda que há uma probabilidade de 90% de que a TIR esteja no intervalo entre 9,75 e 23,08% e que o VPL esteja situado entre –R$588 mil e R$7,64 milhões. A relação benefícios/custo da alternativa é de 1,18, ou seja, para cada unidade de custo a alternativa gera 1,18 unidades de benefício, evidenciando a boa rentabilidade econômica da alternativa.

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

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

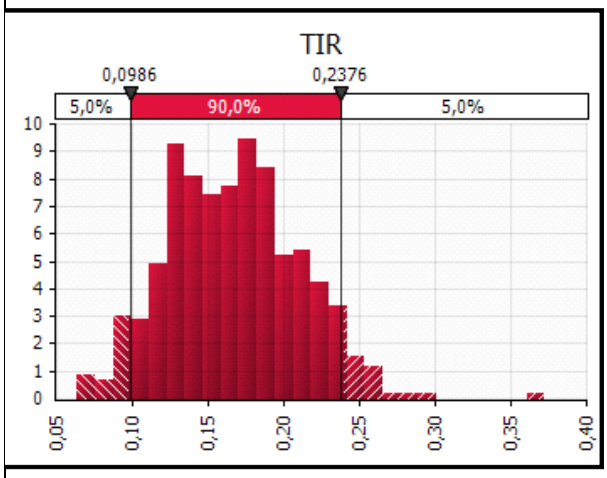
QUADRO 5.6

TIR – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR 25 ANOS

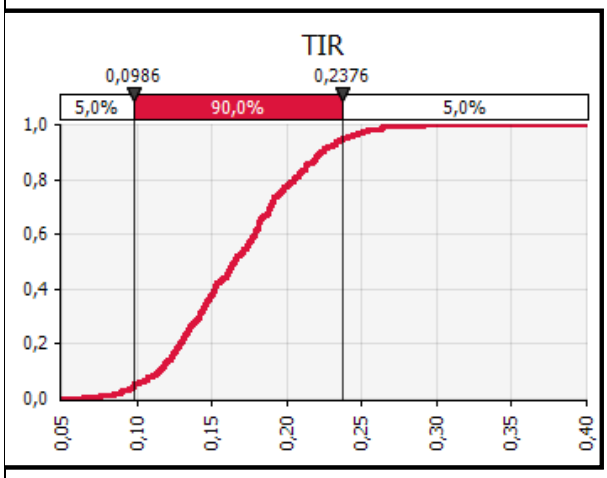
@RISK Output Report for TIR

Performed By: Luiz Cláudio Faria

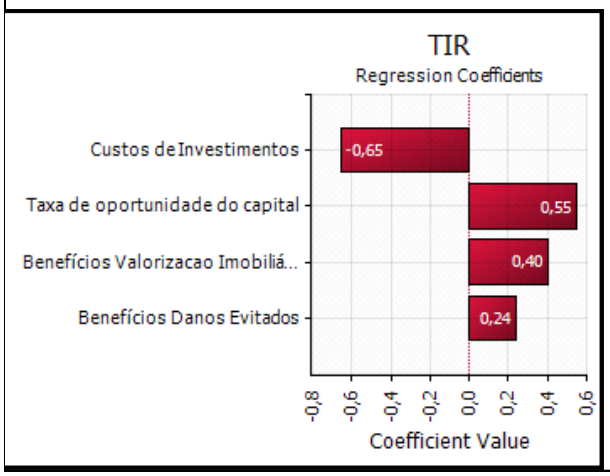
Date: quinta-feira, 18 de novembro de 2010 19:38:36



Simulation Summary Information	
Workbook Name	23 BU Risco Base 25.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	11/18/10 20:38:27
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1180814428



Summary Statistics for TIR			
Statistics		Percentile	
Minimum	6,35%	5%	9,86%
Maximum	37,25%	10%	11,45%
Mean	16,71%	15%	12,34%
Std Dev	4,32%	20%	12,91%
Variance	0,001866802	25%	13,43%
Skewness	0,347061145	30%	14,16%
Kurtosis	3,401716547	35%	14,64%
Median	16,50%	40%	15,20%
Mode	18,15%	45%	16,02%
Left X	9,86%	50%	16,50%
Left P	5%	55%	17,28%
Right X	23,76%	60%	17,87%
Right P	95%	65%	18,25%
Diff X	13,90%	70%	18,88%
Diff P	90%	75%	19,46%
#Errors	0	80%	20,49%
Filter Min	Off	85%	21,30%
Filter Max	Off	90%	22,31%
#Filtered	0	95%	23,76%



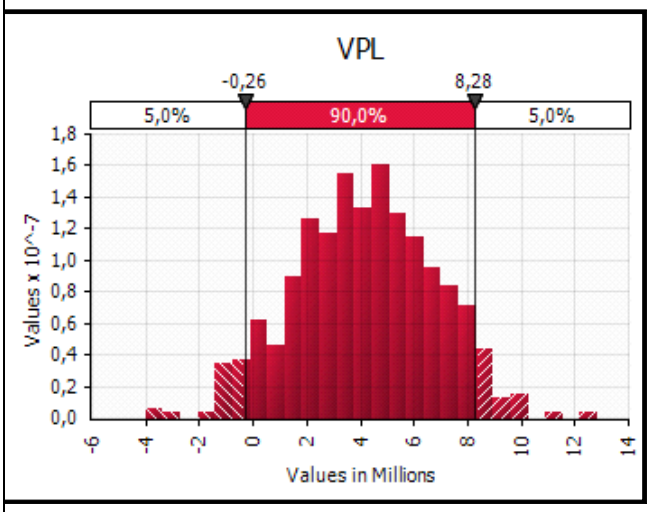
Regression and Rank Information for TIR			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Custos de Investi	-0,654	-0,624
2	Taxa de oportuni	0,552	0,595
3	Benefícios Valori	0,400	0,396
4	Benefícios Danos	0,242	0,300

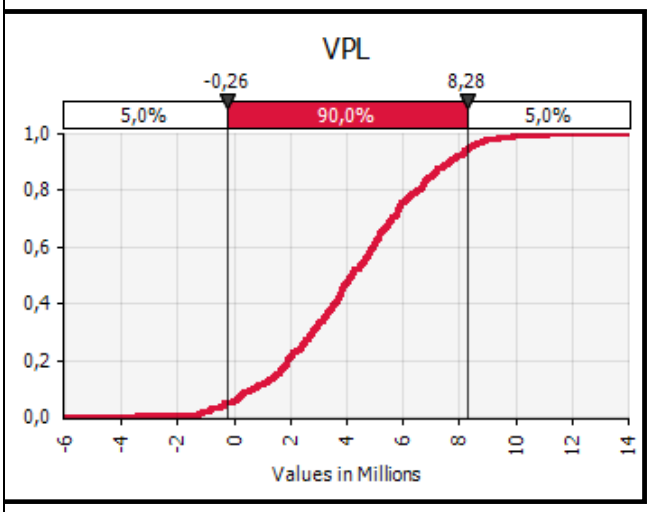
QUADRO 5.7
VPL – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR DE 25 ANOS

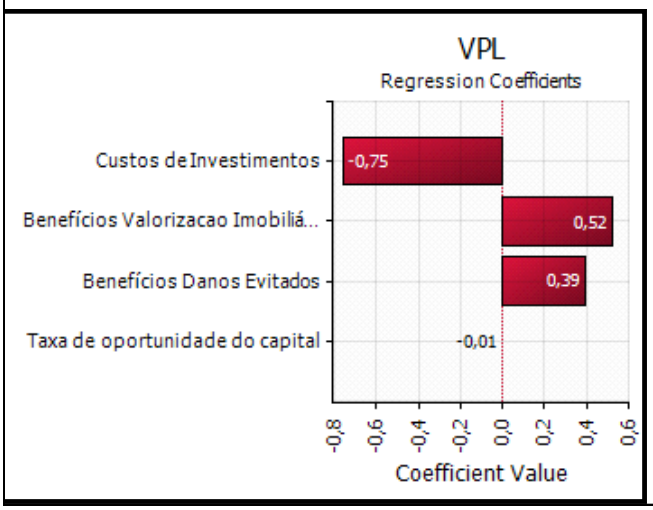
@RISK Output Report for VPL

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: quinta-feira, 18 de novembro de 2010 19:38:39







Simulation Summary Information	
Workbook Name	23 BU Risco Base 25.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	11/18/10 20:38:27
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1180814428

Summary Statistics for VPL			
Statistics		Percentile	
Minimum	(3.992.384)	5%	(260.115)
Maximum	12.858.453	10%	659.143
Mean	4.189.860	15%	1.515.486
Std Dev	2.603.440	20%	1.898.941
Variance	6,7779E+12	25%	2.419.615
Skewness	-0,050128942	30%	2.764.173
Kurtosis	2,83510498	35%	3.198.477
Median	4.162.384	40%	3.566.477
Mode	3.777.880	45%	3.805.382
Left X	(260.115)	50%	4.162.384
Left P	5%	55%	4.633.801
Right X	8.284.771	60%	4.936.856
Right P	95%	65%	5.185.818
Diff X	8.544.886	70%	5.600.656
Diff P	90%	75%	5.907.818
#Errors	0	80%	6.478.996
Filter Min	Off	85%	6.988.655
Filter Max	Off	90%	7.592.401
#Filtered	0	95%	8.284.771

Regression and Rank Information for VPL			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Custos de Investi	-0,755	-0,718
2	Benefícios Valori	0,519	0,508
3	Benefícios Danos	0,392	0,456
4	Taxa de oportuni	-0,005	0,032

Com base nos quadros acima pode-se afirmar que o comportamento dos modelos para o VPL e a TIR se apresentam de maneira semelhante aos anteriores. É evidente a maior sensibilidade dos indicadores à variações nos custos de investimentos e, em menor grau, à variações nos benefícios por valorização imobiliária e danos evitados. Observa-se também que as variações na taxa de oportunidade do capital têm maior relevância no modelo da TIR do que no modelo do VPL.

Os Quadros 5.6 e 5.7 indicam ainda que há uma probabilidade de 90% de que a TIR esteja no intervalo entre 9,86% e 23,86% e que o VPL esteja situado entre –R$260 mil e R$8,28 milhões. A relação benefícios/custo da alternativa é de 1,20, ou seja, para cada unidade de custo a alternativa gera 1,20 unidades de benefício.

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

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

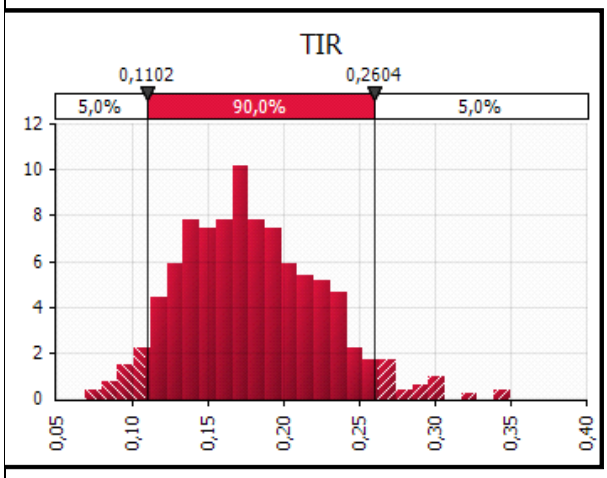
QUADRO 5.8

TIR – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR 50 ANOS

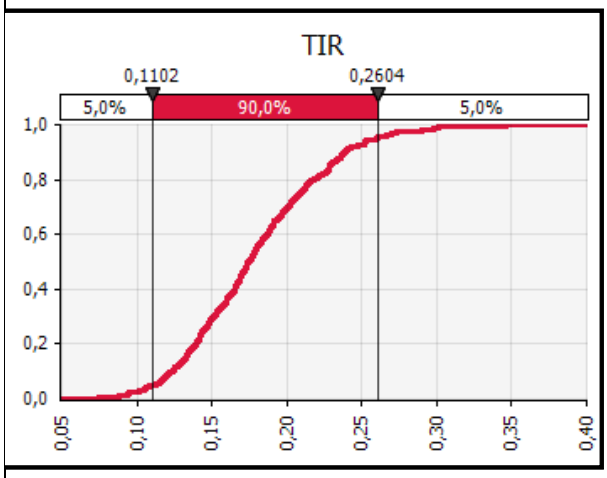
@RISK Output Report for TIR

Performed By: Luiz Cláudio Faria

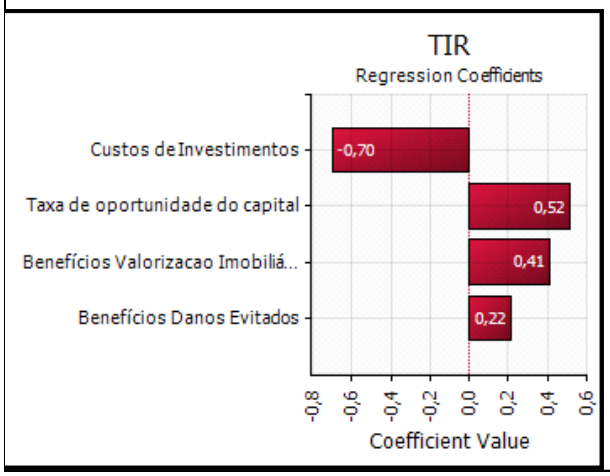
Date: quinta-feira, 18 de novembro de 2010 19:40:55



Simulation Summary Information	
Workbook Name	23 BU Risco Base 50.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	11/18/10 20:40:46
Simulation Duration	00:00:01
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	791737426



Summary Statistics for TIR			
Statistics		Percentile	
Minimum	6,89%	5%	11,02%
Maximum	34,99%	10%	12,26%
Mean	17,92%	15%	13,21%
Std Dev	4,63%	20%	13,94%
Variance	0,002147643	25%	14,46%
Skewness	0,486512121	30%	15,13%
Kurtosis	3,281118027	35%	15,86%
Median	17,45%	40%	16,55%
Mode	15,29%	45%	16,94%
Left X	11,02%	50%	17,45%
Left P	5%	55%	17,97%
Right X	26,04%	60%	18,69%
Right P	95%	65%	19,21%
Diff X	15,02%	70%	20,03%
Diff P	90%	75%	20,83%
#Errors	0	80%	21,74%
Filter Min	Off	85%	22,87%
Filter Max	Off	90%	23,86%
#Filtered	0	95%	26,04%



Regression and Rank Information for TIR			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Custos de Investi	-0,699	-0,725
2	Taxa de oportuni	0,518	0,462
3	Benefícios Valori	0,414	0,422
4	Benefícios Danos	0,215	0,253

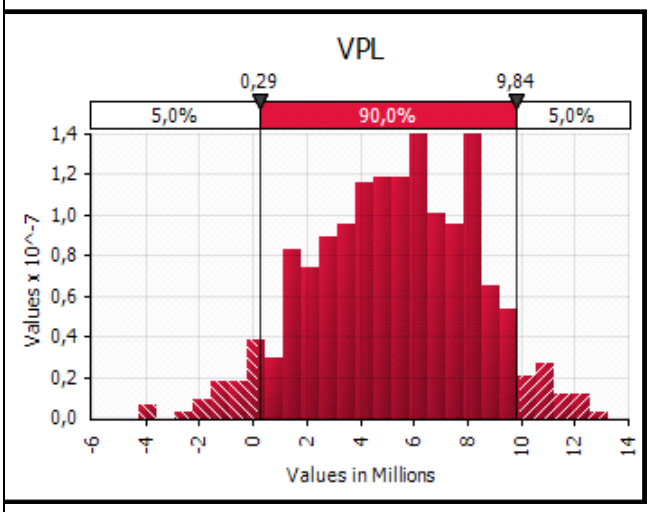
QUADRO 5.9

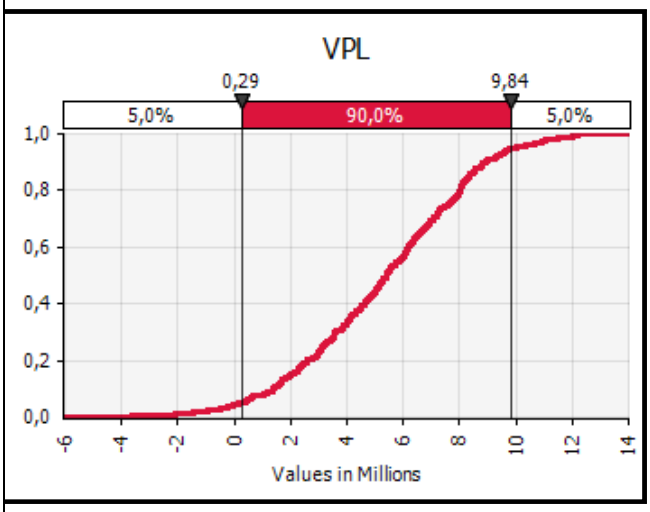
VPL – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR DE 50 ANOS

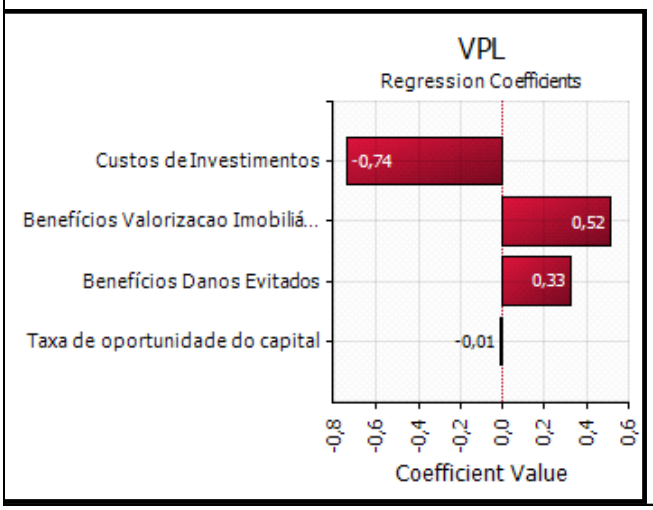
@RISK Output Report for VPL

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: quinta-feira, 18 de novembro de 2010 19:40:58







Simulation Summary Information	
Workbook Name	23 BU Risco Base 50.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	11/18/10 20:40:46
Simulation Duration	00:00:01
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	791737426

Summary Statistics for VPL			
Statistics		**Percentile**	
Minimum	(4.233.885)	**5%**	293.055
Maximum	13.253.858	**10%**	1.388.498
Mean	5.291.314	**15%**	2.010.275
Std Dev	3.008.932	**20%**	2.597.139
Variance	9,05367E+12	**25%**	3.167.455
Skewness	-0,181872542	**30%**	3.628.158
Kurtosis	2,798312919	**35%**	4.119.602
Median	5.397.429	**40%**	4.616.012
Mode	8.070.771	**45%**	5.051.821
Left X	293.055	**50%**	5.397.429
Left P	5%	**55%**	5.821.270
Right X	9.840.874	**60%**	6.201.585
Right P	95%	**65%**	6.616.877
Diff X	9.547.819	**70%**	7.083.612
Diff P	90%	**75%**	7.604.734
#Errors	0	**80%**	8.024.776
Filter Min	Off	**85%**	8.305.648
Filter Max	Off	**90%**	8.908.756
#Filtered	0	**95%**	9.840.874

Regression and Rank Information for VPL			
Rank	**Name**	**Regr**	**Corr**
1	Custos de Investi	-0,740	-0,776
2	Benefícios Valori	0,516	0,551
3	Benefícios Danos	0,329	0,387
4	Taxa de oportuni	-0,006	-0,051

Com base nos quadros acima pode-se observar que modelo para o TR de 50 anos é mais sensível às variações nos custos de investimentos e, em menor grau, às variações nos benefícios por valorização imobiliária e por danos evitados. As variações na taxa de oportunidade do capital têm muito maior relevância nos resultados da TIR que do VPL.

Os Quadros 5.8 e 5.9 indicam ainda que há uma probabilidade de 90% de que a TIR esteja no intervalo entre 11,02 e 26,04% e que o VPL esteja situado entre R$293 mil e R$9,84 milhões. A relação benefícios/custo da alternativa é de 1,25, ou seja, para cada unidade de custo a alternativa gera 1,25 unidades de benefício.

5.1.5 Conclusões da Análise de Risco

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

QUADRO 5.10

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

@RISK Output Results

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: quinta-feira, 18 de novembro de 2010 19:34:34

	Name	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
TR 5 ANOS	TIR	N11	0,00 0,35	4,92%	14,50%	30,19%	8,68%	22,30%	0
	VPL	N37	-8m 12m	(6.022.997)	2.242.429	10.094.670	(1.888.985)	6.616.467	0
TR 10 ANOS	TIR	N11	0,05 0,35	6,81%	15,91%	32,05%	9,75%	23,08%	0
	VPL	N37	-6m 14m	(5.696.812)	3.520.892	12.404.370	(587.601)	7.637.857	0
TR 25 ANOS	TIR	N11	0,05 0,40	6,35%	16,71%	37,25%	9,86%	23,76%	0
	VPL	N37	-6m 14m	(3.992.385)	4.189.860	12.858.450	(260.115)	8.284.771	0
TR 50 ANOS	TIR	N11	0,05 0,40	6,89%	17,92%	34,99%	11,02%	26,04%	0
	VPL	N37	-6m 14m	(4.233.885)	5.291.314	13.253.860	293.055	9.840.874	0

Pode-se verificar que os resultados das análises de sensibilidade reforçam a escolha do TR de 50 anos como aquela que maximiza o retorno econômico dos investimentos.

6. DETALHAMENTO DA ALTERNATIVA SELECIONADA

6.1 DESCRIÇÃO DA ALTERNATIVA

Conforme apresentado nos itens 2.3.1 e 2.4.1 a alternativa A privilegiou a ampliação da capacidade do canal e dos dispositivos de drenagem que causam restrições ao escoamento, seguindo seu curso natural.

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

O desenho 951-PMJ-PDC-A3-P994 apresenta as obras a serem implantadas na sub-bacia do rio Bupeva, as quais estão resumidas no Quadro 6.1.

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

Dispositivo	*Local*	*Tipo*	*Dimensão (BxhxL) (m)*
CA-BU-G01	Rua Massaranduba	Galeria	5,00x1,20x16
CA-BU-G02	Rua Agulhas Negras	Galeria	5,00x1,20x13
CA-BU-G03	Rua Vasco da Gama	Galeria	5,00x2,50x20
CA-BU-P01	Rua Guanabara	Ponte	14,00x3,00x16
CA-BU-P02	Rua Marechal Luz	Ponte	14,00x3,00x16
Canal Bupeva Trecho 1		Canal Trapezoidal	6,00x(var.)x510,00
Canal Bupeva Trecho 2		Canal Trapezoidal	8,00x(var.)x276,02
Canal Bupeva Trecho 3		Canal Trapezoidal	12,00x(var.)x247,42
Canal Bupeva Trecho 4		Canal Trapezoidal	14,00x(var.)x543,38

Obs: Os dispositivos 1,3, 4, 5 e 7 serão removidos na solução proposta.

6.2 DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO

A modelagem hidrológica da sub-bacia do rio Bupeva foi realizada durante a elaboração dos estudos de diagnóstico e prognóstico da bacia do rio Cachoeira e apresentada no relatório R3 - Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico.

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

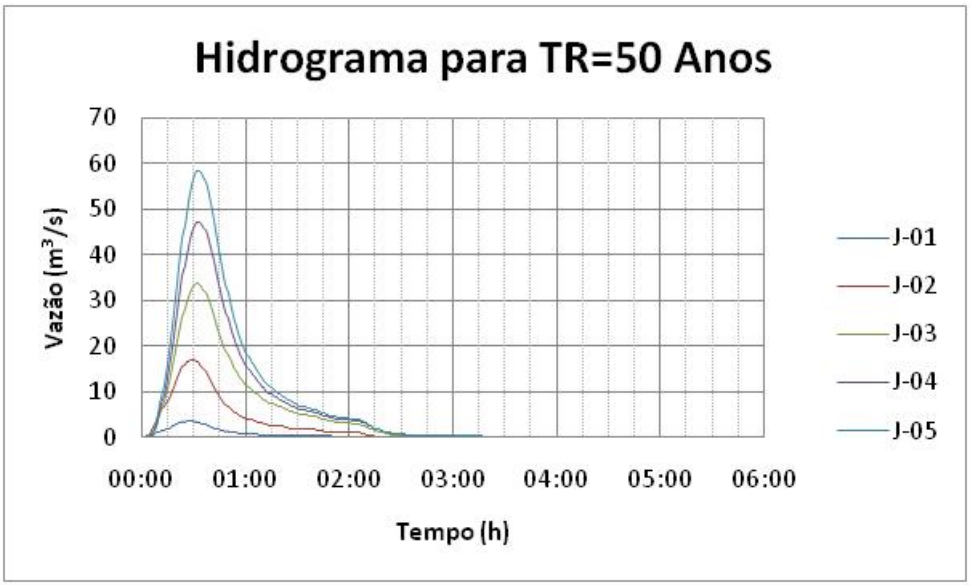


Figura 6.1 – Hidrograma das Junções para Período de Retorno de 50 Anos.

QUADRO 6.2
RIO BUPEVA – VAZÕES DE PROJETO EM CADA TRECHO

Propagação/ Trecho	*Junção*	*Área de Drenagem (Km²)*	*TR=50 Anos*
			Vazão (m³/s)
P-01	J-01	0,09	3,52
P-02	J-02	0,44	16,95
P-03	J-03	1,05	33,56
P-04	J-04	1,55	47,22
Rio Cachoeira	J-05	1,96	58,41

6.3 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

O dimensionamento hidráulico dos canais, galerias e pontes que integram a rede de macrodrenagem da sub-bacia do rio Bupeva foi feito utilizando o programa HEC-RAS. O dimensionamento foi realizado conforme metodologia apresentada no Volume 1 do Relatório R5/R6/R8, considerando as vazões de pico definidas a partir do modelo hidrológico para cada trecho de canal.

A Figura 6.2 apresenta as vazões de pico ao longo do rio Bupeva.

O dimensionamento do sistema de drenagem da alternativa selecionada foi realizado utilizando como condição de contorno o nível de maré de 1,60m (IBGE). A Figura 6.3 apresenta os níveis da água para a simulação hidráulica, enquanto as Figuras 6.4 apresenta os perfis de velocidades ao longo do rio Bupeva.

Com o objetivo de evitar erosão devido a velocidades elevadas quando da ocorrência conjunta de cheias e níveis de maré baixos foi realizada uma simulação hidráulica de verificação para a condição de jusante do rio Bupeva no nível de 0,12m (IBGE) conforme apresentado no

Volume 1 do Relatório R5/R6/R8. Essa simulação permitiu identificar as regiões ao longo do rio onde existe necessidade de revestimento das seções hidráulicas.

A Figura 6.5 apresenta os níveis da água para a simulação hidráulica, enquanto a Figura 6.6 apresenta os perfis de velocidades ao longo do rio Bupeva para a condição mencionada.

Com o intuito de otimizar a implantação de dispositivos de drenagem para níveis de marés extremos visando minimizar as perdas de carga para o escoamento sob estas condições foi realizada uma simulação hidráulica com a condição de jusante do rio Bupeva no nível de 2,53 m (IBGE) conforme estabelecido no Volume 1 do Relatório R5/R6/R8.

A Figura 6.7 apresenta os níveis da água para a simulação hidráulica e a Figura 6.8 apresenta os perfis de velocidades ao longo do rio Bupeva para a condição mencionada.

As dimensões resultantes estão apresentadas nos Quadros 6.1 enquanto no desenho 951-PMJ-PDC-A0-P994 são espacializadas as referidas obras.

A partir das simulações apresentadas acima foram realizadas no dimensionamento da alternativa detalhada as seguintes otimizações:

- A simulação com nível de jusante de 2,53m, conforme mencionado acima indicou a necessidade da elevação do tabuleiro das pontes da Rua Guanabara e Marechal Luz e aumento na altura da galeria na rua Vasco da Gama de modo a evitar perdas de carga que ocasionem remanso a montante.

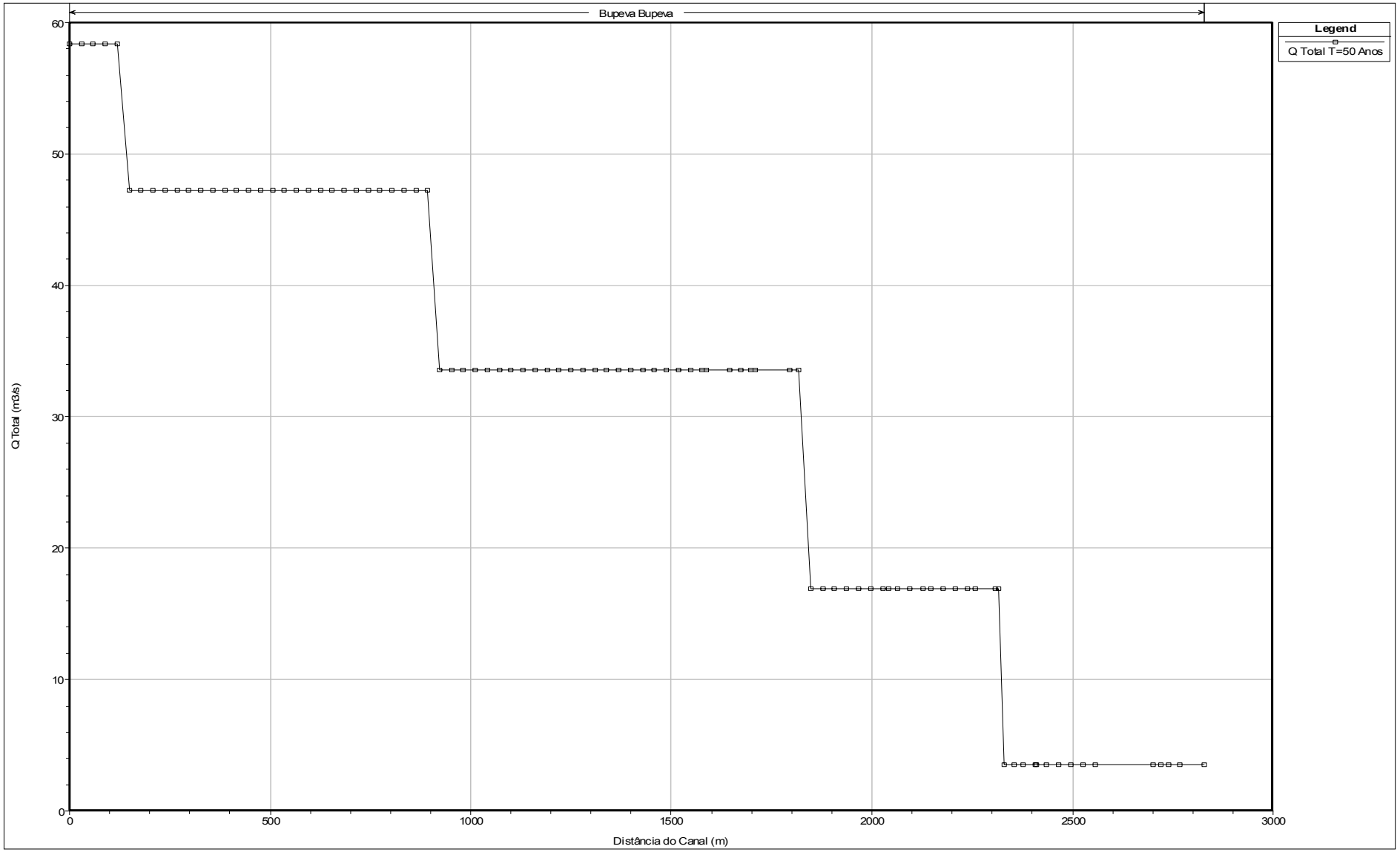


Figura 6.2 – Perfil das Vazões de Dimensionamento do Rio Bupeva para o esquema de obras com TR=50 Anos.

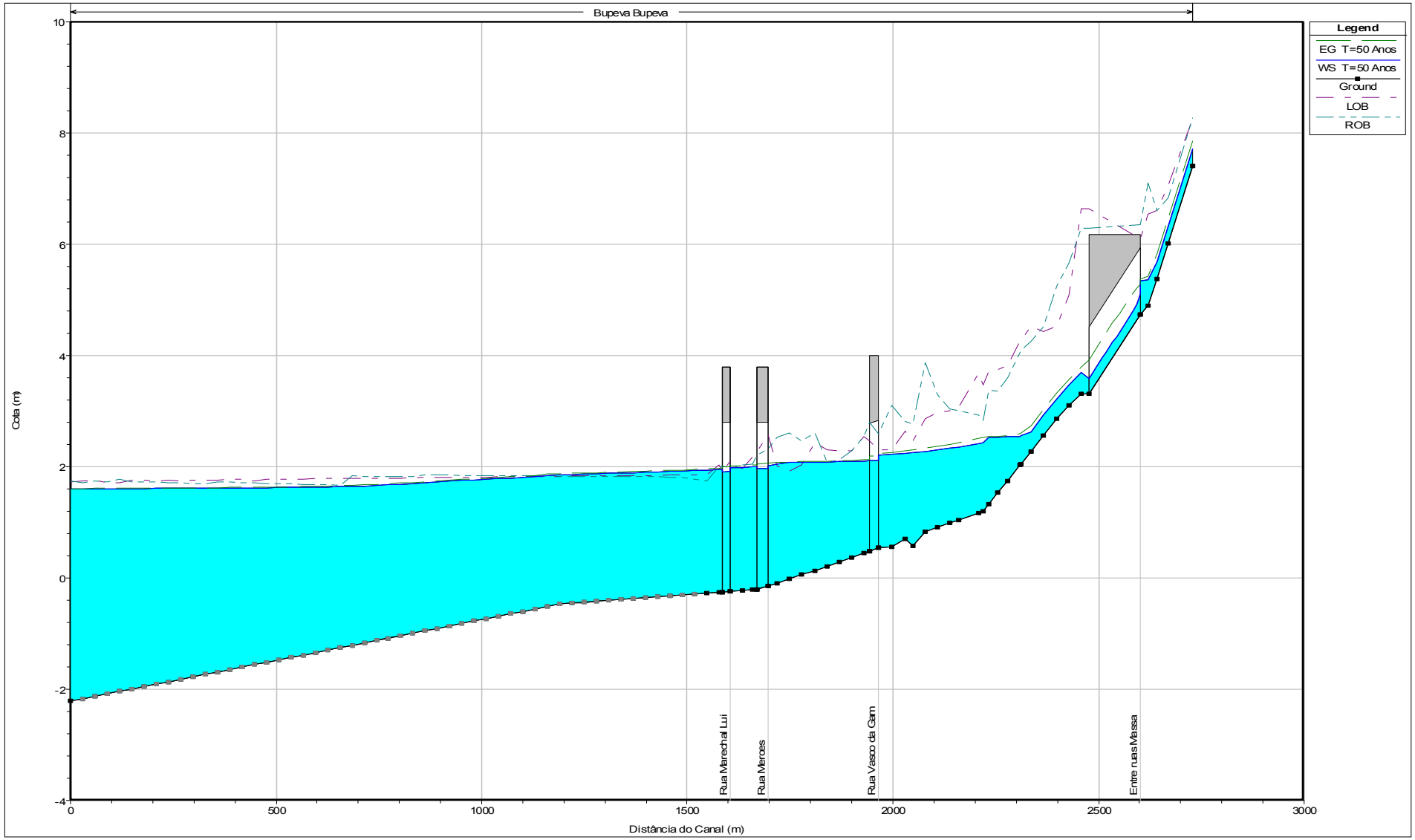


Figura 6.3 – Perfil do N.A. do Rio Bupeva para o esquema de obras com TR=50 Anos – Nível de Maré = 1,60m (IBGE).

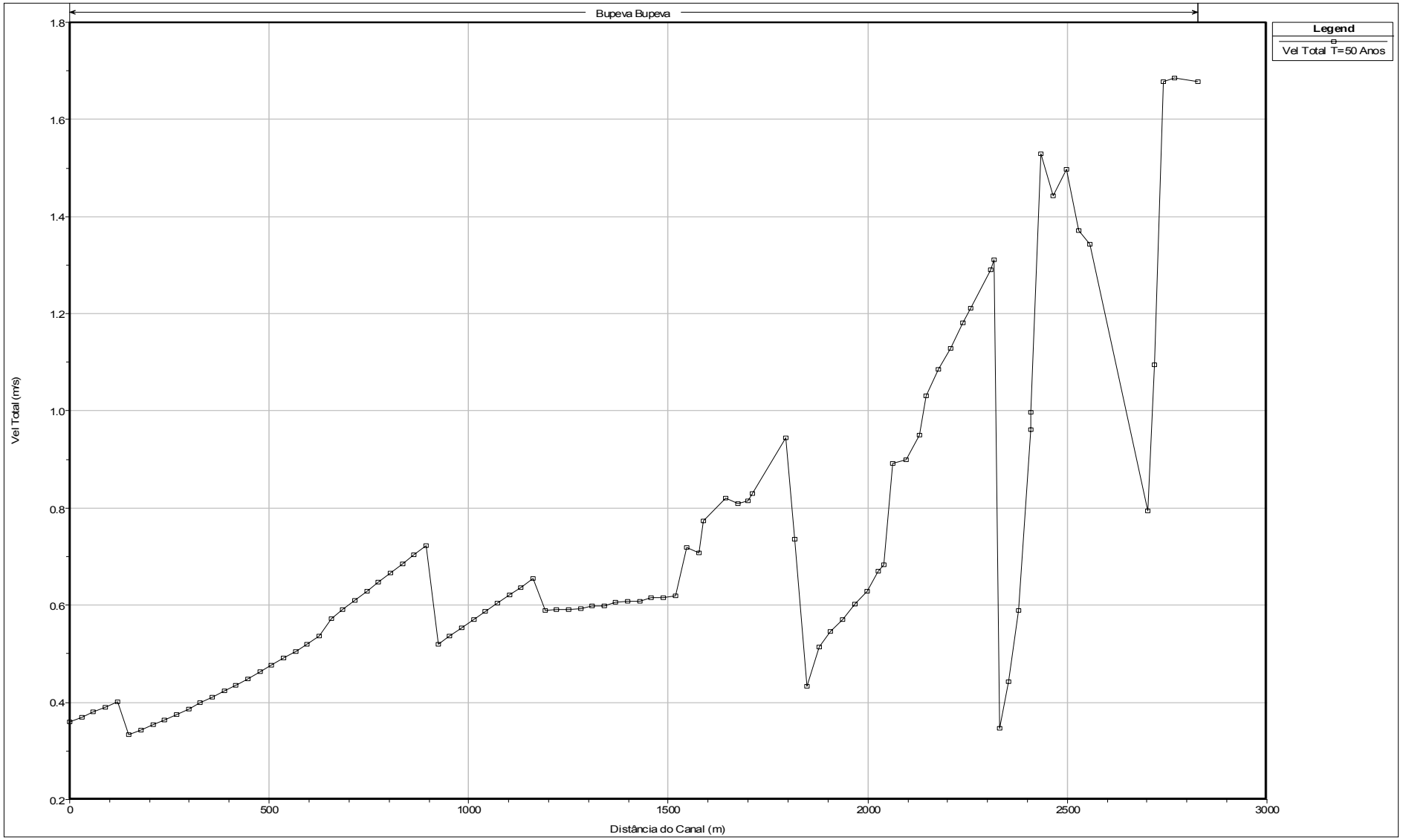


Figura 6.4 – Perfil de Velocidades do Rio Bupeva para o esquema de obras com TR=50 Anos – Nível de Maré = 1,60m (IBGE).

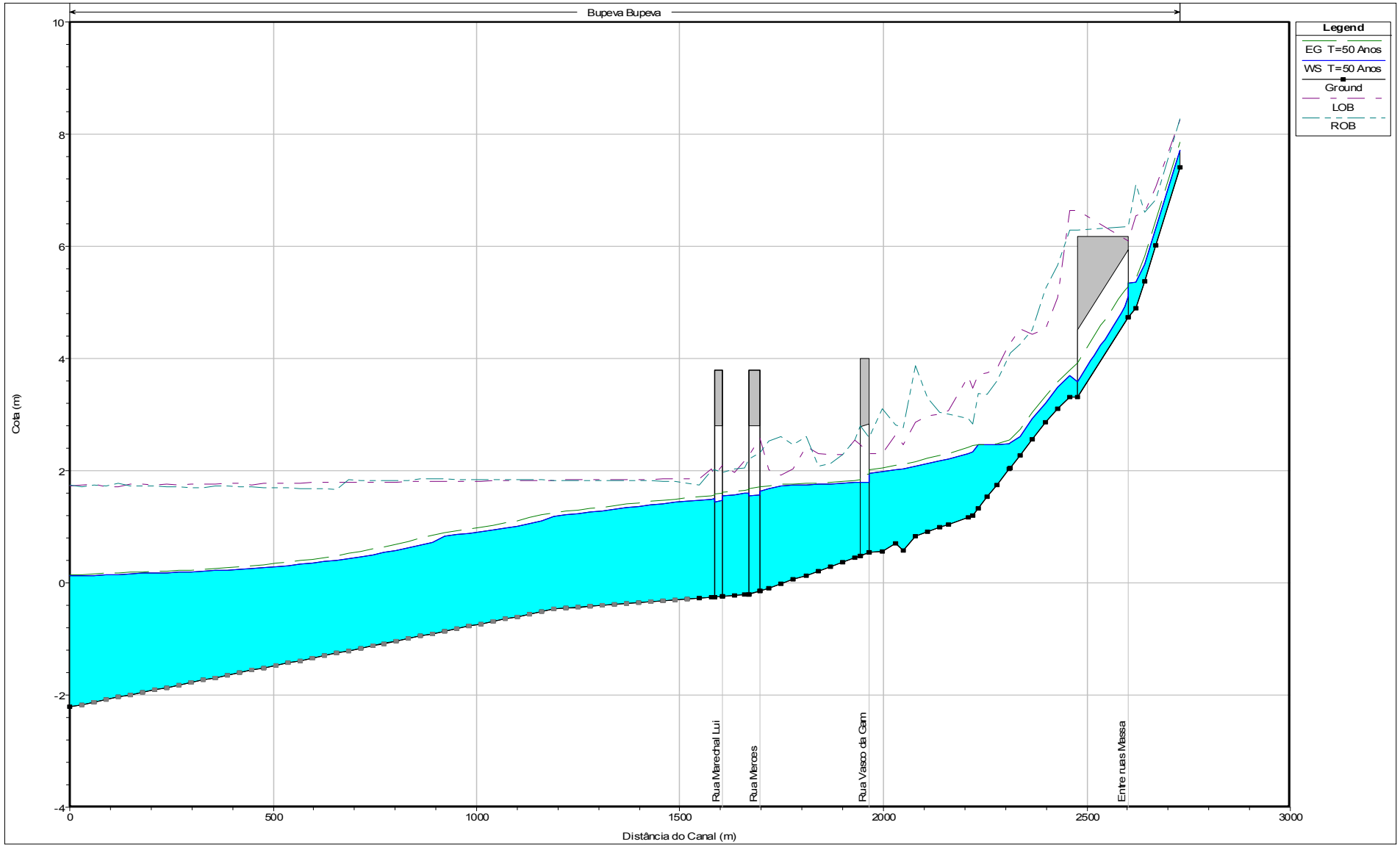


Figura 6.5 – Perfil do N.A. do Rio Bupeva para o esquema de obras com TR=50 Anos – Nível de Maré = 0,12m (IBGE).

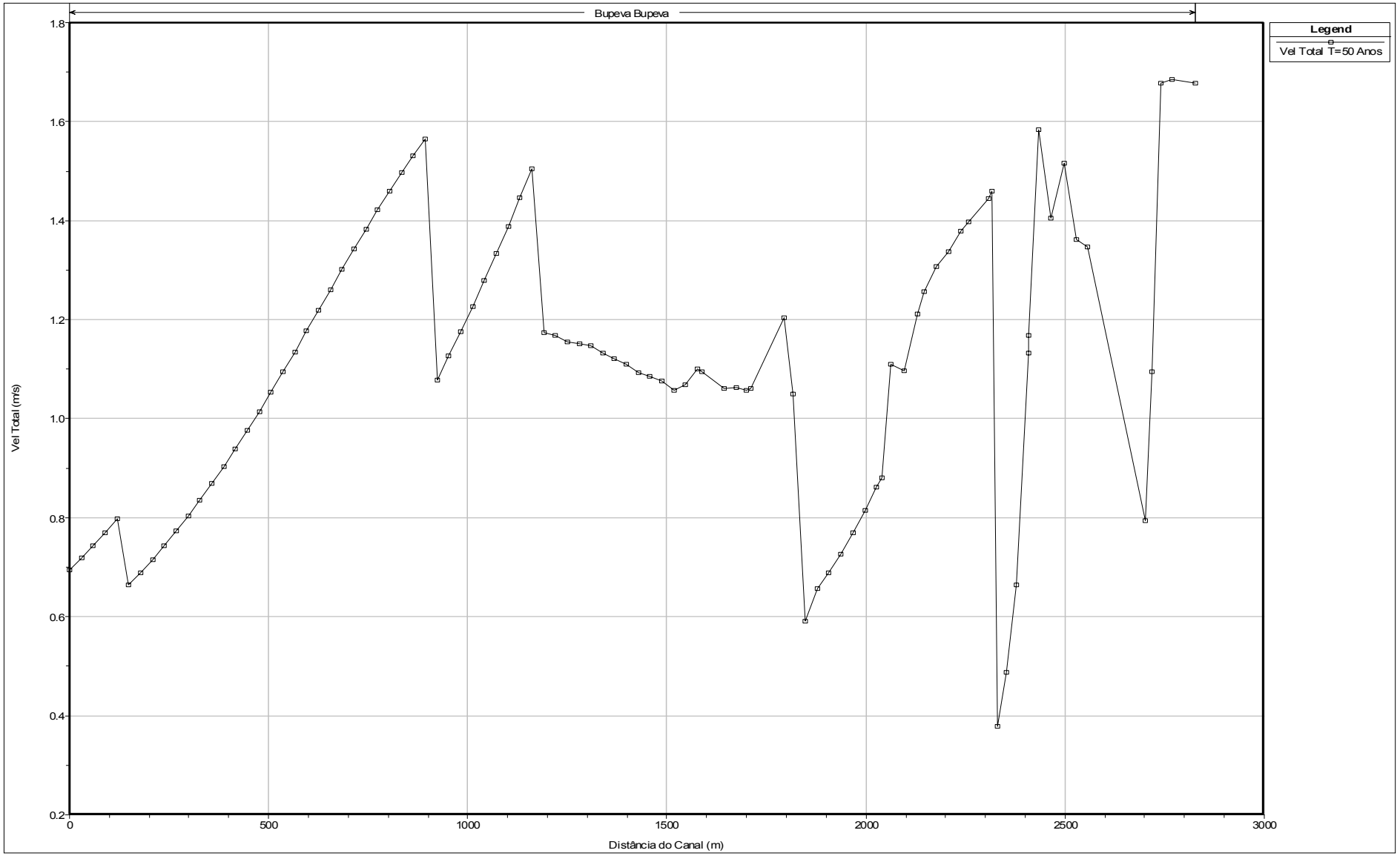


Figura 6.6 – Perfil de Velocidades do Rio Bupeva para o esquema de obras com TR=50 Anos – Nível de Maré = 0,12m (IBGE).

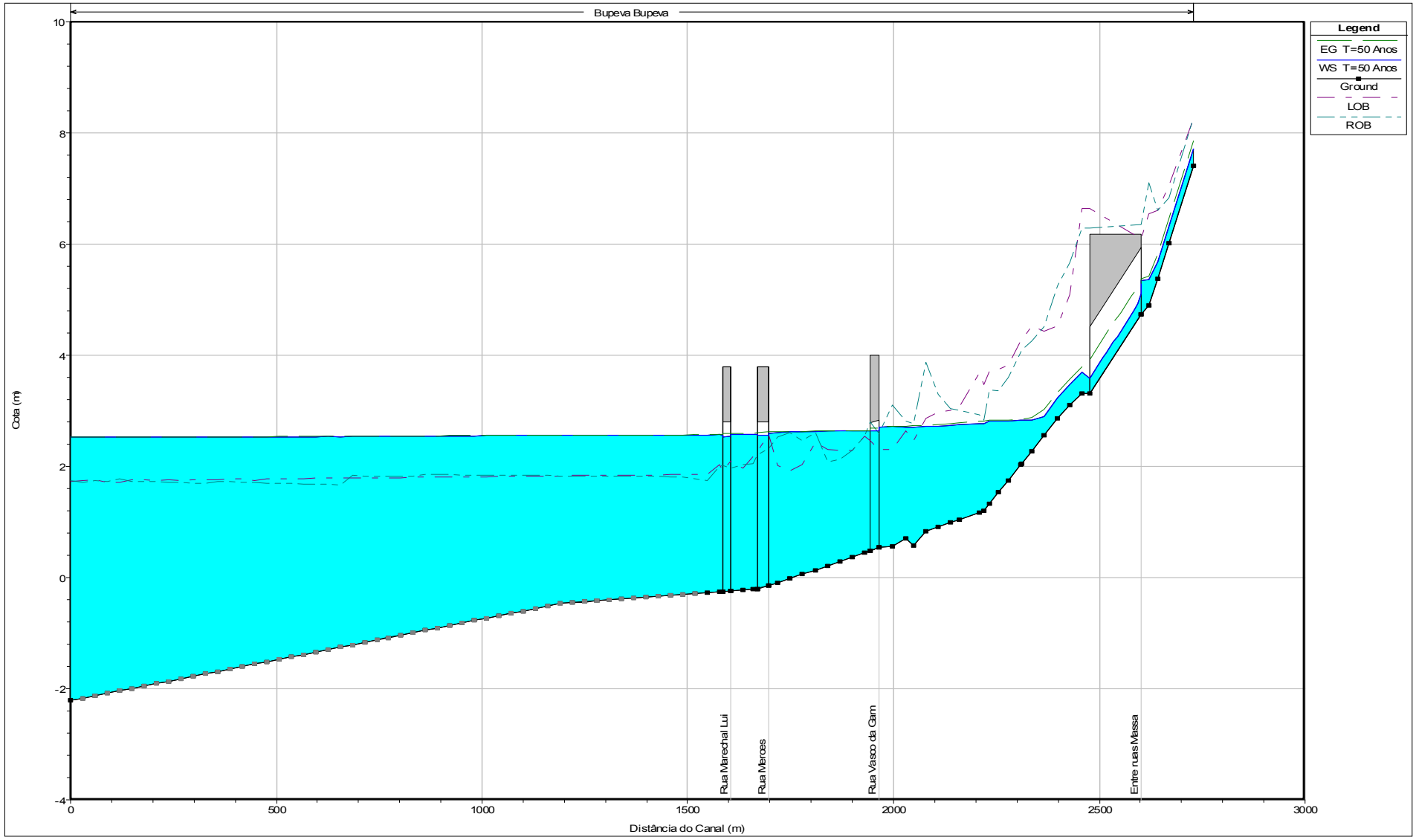


Figura 6.7 – Perfil do N.A. do Rio Bupeva para o esquema de obras com TR=50 Anos – Nível de Maré = 2,53m (IBGE).

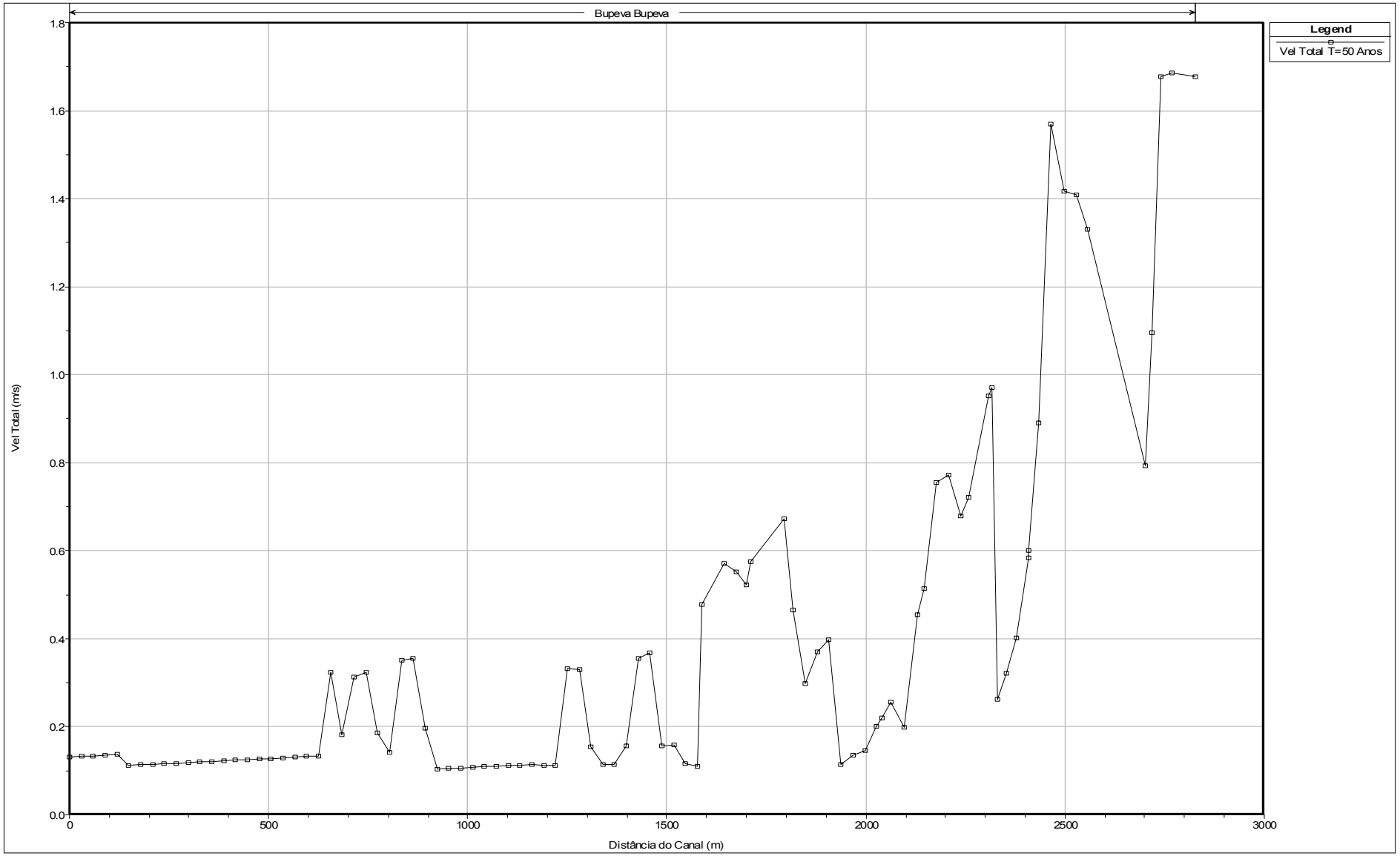


Figura 6.8 – Perfil de Velocidade do Rio Bupeva para o esquema de obras com TR=50 Anos – Nível de Maré = 2,53m (IBGE).

6.4 DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS

As obras a serem implantadas na rede de macrodrenagem da sub-bacia do rio Bupeva foram definidas tendo em consideração as principais características construtivas de cada solução com destaque para as obras em canal e as travessias em pontes e galerias. As obras tiveram por base as premissas indicadas no Volume 1 do Relatório R5/R6/R8, buscando sempre que possível otimizar suas dimensões, ajustando-as as particularidades e condições locais. Nas fases seguintes dos estudos, com base em investigações geológicas, posicionamento de interferências e arranjo para readequação do sistema viário, entre outros aspectos, caberá avaliar e confirmar as soluções propostas, bem como cotejá-las com outras possibilidades que possam conduzir a otimizações construtivas e de custo. Tal fase de aprofundamento deverá ser realizada antes da contratação de obras, de maneira que as contingências aqui consideradas possam ser minimizadas e as soluções de engenharia efetivamente confirmadas e/ou ajustadas. Os desenhos relacionados a seguir e inseridos no Anexo I deste documento apresentam as obras a serem implantadas na sub-bacia do rio Bupeva.

- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P613 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=05 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P614 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P615 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P616 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P690 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=05 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P691 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P692 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P693 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P950 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Estudo de Alterenativas - Alternativa A
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P951 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Estudo de Alterenativas - Alternativa B

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P952 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva- Estudo de Alterenativas - Alternativa C
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P994 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Alternativa Selecionada - Alternativa A - TR=50 Anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P995 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Galeria CA-BU-G01 - Rua Massaranduba - Planta, Perfil e Seção
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P996 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Galeria CA-BU-G02 - Rua Agulhas Negras - Planta, Perfil e Seção
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P997 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Galeria CA-BU-G03 - Rua Vasco da Gama - Planta, Perfil e Seção
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P998 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Ponte CA-BR-P01 - Rua Marechal Luz - Planta e Seção - Folha 1/2
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P999 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Ponte CA-BR-P01 - Rua Marechal Luz - Perfil e Detalhes - Folha 2/2
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1000 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Detalhamento da Alternativa A - TR=50 Anos - Planta e Perfil - Folha 1/4
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1001 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Detalhamento da Alternativa A - TR=50 Anos - Planta e Perfil - Folha 2/4
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1002 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Detalhamento da Alternativa A - TR=50 Anos - Planta e Perfil - Folha 3/4
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1003 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Detalhamento da Alternativa A - TR=50 Anos - Planta e Perfil - Folha 4/4
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1004 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Seções Típicas dos Canais Projetados
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1007 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Ponte CA-BR-P02 - Rua Guanabara - Planta e Seção - Folha 1/2
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1008 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Ponte CA-BR-P02 - Rua Guanabara - Perfil e Detalhes - Folha 2/2

6.5 ORÇAMENTO

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

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

O Quadro 6.3 apresenta o resumo do orçamento para construção das obras de macrodrenagem da sub-bacia do rio Bupeva. As planilhas detalhadas estão apresentadas no Anexo II deste documento.

QUADRO 6.3
ORÇAMENTO

ORÇAMENTO RESUMO - BACIA 23 - RIO BUPEVA - ALTERNATIVA A - TR 50 ANOS

DEMOLIÇÃO - RIO BUPEVA

Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão ((Bxh)xL)	Custo Direto com BDI	Custo Indireto	Custo Total
1	Rua Rosa C. Vieira	Tubulação	1,00x7,29	R$ 1.755,05	R$ 631,82	R$ 2.386,87
2	Trecho entre Ruas Massaranduba e Agulhas Negras	Tubulação	1,20x125,95	R$ 36.386,62	R$ 13.099,18	R$ 49.485,80
3	Rua São Matheus	Tubulação	1,20x24,46	R$ 7.066,43	R$ 2.543,91	R$ 9.610,34
4	Rua São Matheus	Tubulação	1,00x22,89	R$ 5.510,72	R$ 1.983,86	R$ 7.494,57
5	Rua São Matheus	Tubulação	1,00x22,09	R$ 5.318,12	R$ 1.914,52	R$ 7.232,64
6	Rua Vasco da Gama	Galeria	2,90x1,70x21,42	R$ 15.101,49	R$ 5.436,54	R$ 20.538,02
7	Rua Merces	Galeria	2,60x1,90x25,34	R$ 17.476,79	R$ 6.291,64	R$ 23.768,43
8	Rua Marechal Luz	Galeria	2,60x1,90x17,59	R$ 12.131,68	R$ 4.367,40	R$ 16.499,08
		Subtotal				***R$ 137.015,76***

CONSTRUÇÃO - RIO BUPEVA

Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão ((Bxh)xL)	Custo Direto com BDI	Custo Indireto	Custo Total
23-CA-BU-G01	Rua Massaranduba	Galeria	5,00x1,20x16,00	R$ 261.796,82	R$ 94.246,85	R$ 356.043,67
23-CA-BU-G02	Rua Agulhas Negras	Galeria	5,00x1,20x13,00	R$ 244.267,14	R$ 87.936,17	R$ 332.203,31
23-CA-BU-G03	Rua Vasco da Gama	Galeria	8,00x2,50x20,00	R$ 556.955,02	R$ 200.503,81	R$ 757.458,83
23-CA-BU-P01	Rua Marechal Luz	Ponte	14,00x3,00x16,00	R$ 539.595,00	R$ 194.254,20	R$ 733.849,20
23-CA-BU-P02	Rua Guanabara	Ponte	14,00x3,00x16,00	R$ 539.595,00	R$ 194.254,20	R$ 733.849,20
	Regularização do Leito do Canal			R$ 3.628.830,33	R$ 1.306.378,92	R$ 4.935.209,24
		Subtotal				***R$ 7.848.613,46***

Custo Total (Obras + Indiretos)	***R$ 7.985.629,22***
Custo Total de Desapropriações	***R$ 4.764.955,59***
TOTAL	***R$ 12.750.584,80***
Manutenção / ano	***R$ 29.907,01***

ANEXO I
DESENHOS DE PROJETO

Lista de Desenhos

Manchas de Inundação

- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P613 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=05 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P614 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P615 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P616 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P690 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=05 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P691 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P692 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P693 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos

Estudo de Alternativas

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P950 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Estudo de Alternativas - Alternativa A
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P951 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Estudo de Alternativas - Alternativa B
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P952 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva- Estudo de Alternativas - Alternativa C
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P994 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Alternativa Selecionada - Alternativa A - TR=50 Anos

Obras Lineares – Planta e Perfil

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1000 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Detalhamento da Alternativa A - TR=50 Anos - Planta e Perfil - Folha 1/4

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1001 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Detalhamento da Alternativa A - TR=50 Anos - Planta e Perfil - Folha 2/4
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1002 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Detalhamento da Alternativa A - TR=50 Anos - Planta e Perfil - Folha 3/4
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1003 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Detalhamento da Alternativa A - TR=50 Anos - Planta e Perfil - Folha 4/4

Obras Lineares – Seções Transversais Típicas

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1004 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Seções Típicas dos Canais Projetados

Travessias – Detalhes

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P995 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Galeria CA-BU-G01 - Rua Massaranduba - Planta, Perfil e Seção
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P996 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Galeria CA-BU-G02 - Rua Agulhas Negras - Planta, Perfil e Seção
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P997 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Galeria CA-BU-G03 - Rua Vasco da Gama - Planta, Perfil e Seção
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P998 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Ponte CA-BR-P01 - Rua Marechal Luz - Planta e Seção - Folha 1/2
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P999 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Ponte CA-BR-P01 - Rua Marechal Luz - Perfil e Detalhes - Folha 2/2
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1007 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Ponte CA-BR-P02 - Rua Guanabara - Planta e Seção - Folha 1/2
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1008 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Ponte CA-BR-P02 - Rua Guanabara - Perfil e Detalhes - Folha 2/2

MANCHAS DE INUNDAÇÃO

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

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

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

TÍTULO:

SUB-BACIA 23-CA-BU - BUPEVA
MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=5ANOS

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA M.A.G.	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geo PDDU
PROJETO A.S.M.	APROVADO CREA 060028570	APROVADO CREA 060019622

Nº PMJ	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P613	JAN/2011	5.000	01/01

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

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

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

TÍTULO:

SUB-BACIA 23-CA-BU - BUPEVA
MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=10 ANOS

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA M.A.G.	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geo PDDU
PROJETO A.S.M.	APROVADO CREA 060028570	APROVADO CREA 060019622

Nº PMJ	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P614	JAN/2011	5.000	01/01

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

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

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

TÍTULO:

SUB-BACIA 23-CA-BU - BUPEVA
MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=25 ANOS

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA M.A.G.	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geo PDDU
PROJETO A.S.M.	APROVADO CREA 0600218570	APROVADO CREA 0600190622

Nº PMJ	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P615	JAN/2011	5.000	01/01

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

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

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

TÍTULO:

SUB-BACIA 23-CA-BU - BUPEVA
MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=50 ANOS

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA M.A.G.	APROVADO Alberto Lang Filho, Coordenador Técnico, CREA 060028570	APROVADO Danny Dalberson de Oliveira, Coordenador Ges. PDDU, CREA 060019622
PROJETO A.S.M.		

Nº PMJ	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P616	JAN/2011	5.000	01/01

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

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

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

TÍTULO:

SUB-BACIA 23-CA-BU - BUPEVA
PROGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=5 ANOS

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA M.A.G.	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Ges. PDDU
PROJETO A.S.M.	APROVADO CREA 060028570	APROVADO CREA 060019622

Nº PMJ	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P690	JAN/2011	5.000	01/01

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

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

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

TÍTULO:

SUB-BACIA 23-CA-BU - BUPEVA
PROGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=10 ANOS

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA M.A.G.	APROVADO Alberto Lang Filho, Coordenador Técnico, CREA 060028570	APROVADO Danny Dalberson de Oliveira, Coordenador Ges. PDDU, CREA 060019622
PROJETO A.S.M.		

Nº PMJ	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P691	JAN/2011	5.000	01/01

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

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

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

TÍTULO:

SUB-BACIA 23-CA-BU - BUPEVA
PROGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=25 ANOS

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA M.A.G.	APROVADO	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico CREA 060028570	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Ges. PDDU CREA 060019622
PROJETO A.S.M.			

Nº PMJ	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P692	JAN/2011	5.000	01/01

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

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

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

TÍTULO:

SUB-BACIA 23-CA-BU - BUPEVA
PROGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=50 ANOS

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA M.A.G.	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Ges. PDDU
PROJETO A.S.M.	APROVADO CREA 060028570	APROVADO CREA 060019622

Nº PMJ	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P693	JAN/2011	5.000	01/01

ESTUDO DE ALTERNATIVAS

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P950 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Estudo de Alternativas - Alternativa A
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P951 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Estudo de Alternativas - Alternativa B
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P952 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva- Estudo de Alternativas - Alternativa C
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P994 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Alternativa Selecionada - Alternativa A - TR=50 Anos

OBRAS LINEARES – PLANTA E PERFIL

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1000 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Detalhamento da Alternativa A - TR=50 Anos - Planta e Perfil - Folha 1/4
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1001 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Detalhamento da Alternativa A - TR=50 Anos - Planta e Perfil - Folha 2/4
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1002 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Detalhamento da Alternativa A - TR=50 Anos - Planta e Perfil - Folha 3/4
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1003 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Detalhamento da Alternativa A - TR=50 Anos - Planta e Perfil - Folha 4/4

OBRAS LINEARES – SEÇÕES TRANSVERSAIS TÍPICAS

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1004 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Seções Típicas dos Canais Projetados

TRAVESSIAS – DETALHES

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P995 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Galeria CA-BU-G01 - Rua Massaranduba - Planta, Perfil e Seção
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P996 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Galeria CA-BU-G02 - Rua Agulhas Negras - Planta, Perfil e Seção
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P997 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Galeria CA-BU-G03 - Rua Vasco da Gama - Planta, Perfil e Seção
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P998 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Ponte CA-BR-P01 - Rua Marechal Luz - Planta e Seção - Folha 1/2
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P999 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Ponte CA-BR-P01 - Rua Marechal Luz - Perfil e Detalhes - Folha 2/2
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1007 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Ponte CA-BR-P02 - Rua Guanabara - Planta e Seção - Folha 1/2
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1008 - Sub-Bacia 23-CA-BU - Rio Bupeva - Ponte CA-BR-P02 - Rua Guanabara - Perfil e Detalhes - Folha 2/2

ANEXO II
ORÇAMENTO

ORÇAMENTO DE OBRA

Obra: Canal da Sub-Bacia Bupeva

Código IPPUJ	Descrição	Unid	Preço Unitário Material	Preço Unitário Mão de Obra	Preço Unitário Preço Total	Quantidade		
C35.20.10.10.005	Desmatamento e limpeza de terreno com remoção de entulho	M2	0,87	0,08	0,95	24.812,28		
						Total Material	R$	21.586,68
						Total M.O	R$	1.984,98
						Total	R$	23.571,67
C20.05.15.20.025	Demolição mecanizada de muro de pedra com escavadeira hidráulica - carga e transporte - 10KM	M3	15,18	2,40	17,58	2.807,01		
						Total Material	R$	42.610,46
						Total M.O	R$	6.736,83
						Total	R$	49.347,29
C30.37.05.40.020	Entulho (Classe I I) - Obras de Construção Civil	TON	109,80	0,00	109,80	4.491,22		
						Total Material	R$	493.136,04
						Total M.O	R$	-
						Total	R$	493.136,04
C30.80.10.05.005	Transporte local c/ caminhão basculante 5 m3 (peso estimado do material:1,6t/m3)	M3XKM	0,76	0,10	0,86	44.912,21		
						Total Material	R$	34.133,28
						Total M.O	R$	4.491,22
						Total	R$	38.624,50
C35.45.05.15.001	Escavação carga e transporte de mat. 1ª categoria com escavadeira hidraúlica - 10 K m	M3	11,06	1,24	12,30	17.429,13		
						Total Material	R$	192.766,17
						Total M.O	R$	21.612,12
						Total	R$	214.378,29
C30.40.40.05.005	Ensecadeira de sacos de areia com fornecimento de areia	M3	81,96	25,72	107,68	914,83		
						Total Material	R$	74.979,38
						Total M.O	R$	23.529,40
						Total	R$	98.508,79
C35.05.25.25.005	Colocação de geotêxtil não-tecido (espessura: 2,30mm / largura: 2,15m / densidade: mínimo 180g/m2 / resistência bidirecional: 20 kn/m)	M²	3,66	0,51	4,17	9.535,50		
						Total Material	R$	34.899,93
						Total M.O	R$	4.863,10
						Total	R$	39.763,03
C35.10.05.10.007	Fornecimento, carga,transporte e compactação de aterro com saibro 100% PN (e=10cm)	M3	43,69	0,42	44,11	1.261,46		
						Total Material	R$	55.113,01
						Total M.O	R$	529,81
						Total	R$	55.642,82
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	M2	1,61	0,19	1,80	12.614,56		
						Total Material	R$	20.309,44
						Total M.O	R$	2.396,77
						Total	R$	22.706,21
C35.10.05.15.008	Fornecimento, transporte e execução de reforço, com solo cimento	M2	106,05	4,71	110,75	1.261,46		
						Total Material	R$	133.777,41
						Total M.O	R$	5.941,46
						Total	R$	139.718,87
C35.25.15.05.021	Escavação carga e transporte de solos moles DMT até 15 Km.	M3	64,11	6,97	71,08	11.619,42		
						Total Material	R$	744.920,98
						Total M.O	R$	80.987,35
						Total	R$	825.908,34
C10.12.10.05.010	Gabião caixa pvc h=50 cm	M3	304,38	31,82	336,20	255,00		
						Total Material	R$	77.616,90
						Total M.O	R$	8.114,10
						Total	R$	85.731,00
C10.12.10.05.015	Gabião caixa pvc h=100 cm	M3	255,77	30,25	286,02	0,00		
						Total Material	R$	-
						Total M.O	R$	-
						Total	R$	-
C35.25.20.08.005	Colchão reno pvc (espessura: 17 cm)	M3	449,21	15,11	464,32	1.516,99		
						Total Material	R$	681.449,30
						Total M.O	R$	22.921,79
						Total	R$	704.371,10
						Total M.O.	R$	184.108,94
						Total Material	R$	2.607.299,00
						Total	R$	2.791.407,94
Construção	BDI (Benefício e Dispesas Indiretas)	%	30			BDI	R$	837.422,38
					Custo de Construção		R$	3.628.830,33
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8					290.306,43
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3					108.864,91
Indireto	Contingência	%	25					907.207,58
					Custo de Implantação		R$	1.306.378,92
					Custo Total		R$	4.935.209,24

ORÇAMENTO DE OBRA

Código da Obra: 23-CA-BU-G01
Obra: Rua Massaranduba
Comprimento (m): 16

Código IPPUJ	Descrição	Unid	Preço Unitário Material	Preço Unitário Mão de Obra	Preço Unitário Preço Total	Quantidade		
C35.45.05.15.001	Escavação carga e transporte de mat. 1ª categoria com escavadeira hidraúlica - 10 K m	M3	11,06	1,24	12,30	656,23		
						Total Material	R$	7.257,92
						Total M.O	R$	813,73
						Total	R$	8.071,65
C30.40.40.05.005	Ensecadeira de sacos de areia com fornecimento de areia	M3	81,96	25,72	107,68	17,28		
						Total Material	R$	1.416,27
						Total M.O	R$	444,44
						Total	R$	1.860,71
C10.12.05.10.005	Fornecimento de argila para aterro, posto obra (sem regularização e compactação)	M3	11,50	0,00	11,50	561,93		
						Total Material	R$	6.462,20
						Total M.O	R$	-
						Total	R$	6.462,20
C35.25.15.10.005	Aterro com saibro - compactado	M3	38,94	0,90	39,84	458,57		
						Total Material	R$	17.856,74
						Total M.O	R$	412,71
						Total	R$	18.269,45
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	24,00		
						Total Material	R$	6.055,68
						Total M.O	R$	154,32
						Total	R$	6.210,00
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	M2	1,61	0,19	1,80	230,40		
						Total Material	R$	370,94
						Total M.O	R$	43,78
						Total	R$	414,72
C35.10.05.17.005	Execução de base estabilizada granulom etricam ente	M3	65,97	1,59	67,56	57,60		
						Total Material	R$	3.799,87
						Total M.O	R$	91,58
						Total	R$	3.891,46
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	230,40		
						Total Material	R$	357,12
						Total M.O	R$	11,52
						Total	R$	368,64
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	11,52		
						Total Material	R$	3.972,44
						Total M.O	R$	80,52
						Total	R$	4.052,97
C10.84.15.25.010	Guia em concreto extrusado	M	11,64	1,47	13,11	32,00		
						Total Material	R$	372,48
						Total M.O	R$	47,04
						Total	R$	419,52
C35.12.05.05.020	Execução de passeio c/ fornecimento de paver conforme projeto do IPPUJ, sobre base de brita lastro e areia, incl. preparação de cx.	M2	30,14	16,63	46,77	64,00		
						Total Material	R$	1.928,96
						Total M.O	R$	1.064,32
						Total	R$	2.993,28
C35.25.35.05.005	Forma de madeira	M2	28,04	15,68	43,72	304,37		
						Total Material	R$	8.534,44
						Total M.O	R$	4.772,47
						Total	R$	13.306,90
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	155,65		
						Total Material	R$	45.011,92
						Total M.O	R$	4.442,20
						Total	R$	49.454,13
C10.24.30.05.019	Armadura de aço CA-50 média, diâmetro: 12,5mm (1/2"), para macrodrenagem	KG	3,93	1,57	5,50	15.564,83		
						Total Material	R$	61.169,77
						Total M.O	R$	24.436,78
						Total	R$	85.606,55
						Total M.O.	R$	36.815,41
						Total Material	R$	164.566,75
						Total	R$	201.382,17
Construção	Leis Sociais	%	0			L.S	R$	-
Construção	BDI (Benefício e Dispesas Indiretas)	%	30			BDI	R$	60.414,65
					Custo de Construção		R$	261.796,82
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8					20.943,75
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3					7.853,90
Indireto	Contingência	%	25					65.449,20
					Custo de Implantação		R$	94.246,85
					Custo Total		R$	356.043,67

ORÇAMENTO DE OBRA

Código da Obra: 23-CA-BU-G02
Obra: Rua Agulhas Negras
Comprimento (m): 13

Código IPPUJ	Descrição	Unid	Preço Unitário Material	Preço Unitário Mão de Obra	Preço Unitário Preço Total	Quantidade		
C35.45.05.15.001	Escavação carga e transporte de mat. 1ª categoria com escavadeira hidraúlica - 10 K m	M3	11,06	1,24	12,30	551,08		
						Total Material	R$	6.094,97
						Total M.O	R$	683,34
						Total	R$	6.778,31
C30.40.40.05.005	Ensecadeira de sacos de areia com fornecimento de areia	M3	81,96	25,72	107,68	14,04		
						Total Material	R$	1.150,72
						Total M.O	R$	361,11
						Total	R$	1.511,83
C10.12.05.10.005	Fornecimento de argila para aterro, posto obra (sem regularização e compactação)	M3	11,50	0,00	11,50	482,13		
						Total Material	R$	5.544,51
						Total M.O	R$	-
						Total	R$	5.544,51
C35.25.15.10.005	Aterro com saibro - compactado	M3	38,94	0,90	39,84	398,15		
						Total Material	R$	15.504,02
						Total M.O	R$	358,34
						Total	R$	15.862,36
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	19,50		
						Total Material	R$	4.920,24
						Total M.O	R$	125,39
						Total	R$	5.045,63
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	M2	1,61	0,19	1,80	187,20		
						Total Material	R$	301,39
						Total M.O	R$	35,57
						Total	R$	336,96
C35.10.05.17.005	Execução de base estabilizada granulom etricam ente	M3	65,97	1,59	67,56	46,80		
						Total Material	R$	3.087,40
						Total M.O	R$	74,41
						Total	R$	3.161,81
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	187,20		
						Total Material	R$	290,16
						Total M.O	R$	9,36
						Total	R$	299,52
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	9,36		
						Total Material	R$	3.227,61
						Total M.O	R$	65,43
						Total	R$	3.293,04
C10.84.15.25.010	Guia em concreto extrusado	M	11,64	1,47	13,11	26,00		
						Total Material	R$	302,64
						Total M.O	R$	38,22
						Total	R$	340,86
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	52,00		
						Total Material	R$	1.567,28
						Total M.O	R$	864,76
						Total	R$	2.432,04
C35.25.35.05.005	Forma de madeira	M2	28,04	15,68	43,72	312,76		
						Total Material	R$	8.769,71
						Total M.O	R$	4.904,03
						Total	R$	13.673,75
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	149,38		
						Total Material	R$	43.197,77
						Total M.O	R$	4.263,16
						Total	R$	47.460,93
C10.24.30.05.019	Armadura de aço CA-50 média, diâmetro: 12,5mm (1/2"), para macrodrenagem	KG	3,93	1,57	5,50	14.937,50		
						Total Material	R$	58.704,39
						Total M.O	R$	23.451,88
						Total	R$	82.156,27
						Total M.O.	R$	35.235,00
						Total Material	R$	152.662,80
						Total	R$	187.897,80
Construção	Leis Sociais	%	0			L.S	R$	-
Construção	BDI (Benefício e Dispesas Indiretas)	%	30			BDI	R$	56.369,34
					Custo de Construção		R$	244.267,14
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8					19.541,37
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3					7.328,01
Indireto	Contingência	%	25					61.066,79
					Custo de Implantação		R$	87.936,17
					Custo Total		R$	332.203,31

ORÇAMENTO DE OBRA

Código da Obra: 23-CA-BU-G03
Obra: Rua Vasco da Gama
Comprimento (m): 20

Código IPPUJ	Descrição	Unid	Preço Unitário Material	Preço Unitário Mão de Obra	Preço Unitário Preço Total	Quantidade		
C35.45.05.15.001	Escavação carga e transporte de mat. 1ª categoria com escavadeira hidraúlica - 10 K m	M3	11,06	1,24	12,30	1.639,30		
						Total Material	R$	18.130,71
						Total M.O	R$	2.032,74
						Total	R$	20.163,45
C30.40.40.05.005	Ensecadeira de sacos de areia com fornecimento de areia	M3	81,96	25,72	107,68	67,50		
						Total Material	R$	5.532,30
						Total M.O	R$	1.736,10
						Total	R$	7.268,40
C10.12.05.10.005	Fornecimento de argila para aterro, posto obra (sem regularização e compactação)	M3	11,50	0,00	11,50	1.207,19		
						Total Material	R$	13.882,63
						Total M.O	R$	-
						Total	R$	13.882,63
C35.25.15.10.005	Aterro com saibro - compactado	M3	38,94	0,90	39,84	980,24		
						Total Material	R$	38.170,36
						Total M.O	R$	882,21
						Total	R$	39.052,57
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	45,00		
						Total Material	R$	11.354,40
						Total M.O	R$	289,35
						Total	R$	11.643,75
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	M2	1,61	0,19	1,80	412,00		
						Total Material	R$	663,32
						Total M.O	R$	78,28
						Total	R$	741,60
C35.10.05.17.005	Execução de base estabilizada granulom etricam ente	M3	65,97	1,59	67,56	103,00		
						Total Material	R$	6.794,91
						Total M.O	R$	163,77
						Total	R$	6.958,68
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	412,00		
						Total Material	R$	638,60
						Total M.O	R$	20,60
						Total	R$	659,20
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	20,60		
						Total Material	R$	7.103,50
						Total M.O	R$	143,99
						Total	R$	7.247,49
C10.84.15.25.010	Guia em concreto extrusado	M	11,64	1,47	13,11	40,00		
						Total Material	R$	465,60
						Total M.O	R$	58,80
						Total	R$	524,40
C35.12.05.05.020	Execução de passeio c/ fornecimento de paver conforme projeto do IPPUJ, sobre base de brita lastro e areia, incl. preparação de cx.	M2	30,14	16,63	46,77	80,00		
						Total Material	R$	2.411,20
						Total M.O	R$	1.330,40
						Total	R$	3.741,60
C35.25.35.05.005	Forma de madeira	M2	28,04	15,68	43,72	566,44		
						Total Material	R$	15.883,04
						Total M.O	R$	8.881,81
						Total	R$	24.764,85
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	336,25		
						Total Material	R$	97.241,51
						Total M.O	R$	9.596,71
						Total	R$	106.838,22
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	33.625,47		
						Total Material	R$	132.148,11
						Total M.O	R$	52.791,99
						Total	R$	184.940,10
						Total M.O.	R$	78.006,76
						Total Material	R$	350.420,18
						Total	R$	428.426,94
Construção	Leis Sociais	%	0			L.S	R$	-
Construção	BDI (Benefício e Dispesas Indiretas)	%	30			BDI	R$	128.528,08
					Custo de Construção		R$	556.955,02
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8					44.556,40
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3					16.708,65
Indireto	Contingência	%	25					139.238,76
					Custo de Implantação		R$	200.503,81
					Custo Total		R$	757.458,83

ORÇAMENTO DE OBRA

Código da Obra: 23-CA-BU-P01
Obra: Rua Guanabara
Vão (m): 14

Código IPPUJ	Descrição	Unid	Preço Unitário Material	Preço Unitário Mão de Obra	Preço Unitário Preço Total	Quantidade		
C30.40.40.05.005	Ensecadeira de sacos de areia com fornecimento de areia	M3	81,96	25,72	107,68	66,00		
						Total Material	R$	5.409,36
						Total M.O	R$	1.697,52
						Total	R$	7.106,88
C35.45.05.15.001	Escavação carga e transporte de mat. 1ª categoria com escavadeira hidraúlica - 10 K m	M3	12,30	0,00	12,30	336,00		
						Total Material	R$	4.132,80
						Total M.O	R$	-
						Total	R$	4.132,80
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	140,00		
						Total Material	R$	217,00
						Total M.O	R$	7,00
						Total	R$	224,00
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	41,00		
						Total Material	R$	14.138,03
						Total M.O	R$	286,59
						Total	R$	14.424,62
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	81,20		
						Total Material	R$	2.447,37
						Total M.O	R$	1.350,36
						Total	R$	3.797,72
C35.25.35.05.005	Forma de madeira	M2	28,04	15,68	43,72	335,68		
						Total Material	R$	9.412,47
						Total M.O	R$	5.263,46
						Total	R$	14.675,93
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	247,62		
						Total Material	R$	71.607,84
						Total M.O	R$	7.066,94
						Total	R$	78.674,78
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	30.934,40		
						Total Material	R$	121.572,19
						Total M.O	R$	48.567,01
						Total	R$	170.139,20
25.04.13*	Estaca Raiz em Solo D=31cm	m	408,18	0,00	408,18	228,00		
						Total Material	R$	93.065,04
						Total M.O	R$	-
						Total	R$	93.065,04
C35.25.20.25.070	Guarda corpo de concreto armado comprimento 1m	UN	18,61	4,53	23,15	28,00		
						Total Material	R$	521,08
						Total M.O	R$	126,84
						Total	R$	647,92
27.06.04*	Aço para Concreto Protendido	kg	16,66	0,00	16,66	0,00		
						Total Material	R$	-
						Total M.O	R$	-
						Total	R$	-
480	Cone ancoragem completo p/ cabos 6 cordoalha 1/2"	UN	491,93	0,00	491,93	0,00		
						Total Material	R$	-
						Total M.O	R$	-
						Total	R$	-
C35.25.35.10.020	Escora contra-flecha - superestrutura	M2	11,32	5,17	16,50	224,00		
						Total Material	R$	2.535,68
						Total M.O	R$	1.158,08
						Total	R$	3.693,76
C35.25.35.10.030	Aparelho de apoio, meso e superestrutura (largura:20cm / comprimento: 20cm / altura: 4,2cm)	UN	100,42	4,18	104,60	14,00		
						Total Material	R$	1.405,88
						Total M.O	R$	58,52
						Total	R$	1.464,40

Código IPPUJ	Descrição	Unid	Preço Unitário Material	Preço Unitário Mão de Obra	Preço Unitário Preço Total	Quantidade		
C10.28.10.25.005	Armadura de tela de aço CA-60 B (Q138 - 2,20kg/m²)	KG	6,01	0,44	6,46	135,96		
						Total Material	R$	817,12
						Total M.O	R$	59,82
						Total	R$	876,94
25.09.10*	Croncreto Projetado	m³	1.048,74	0,00	1.048,74	6,18		
						Total Material	R$	6.481,21
						Total M.O	R$	-
						Total	R$	6.481,21
C35.45.05.05.005	Escavação mecânica de vala em material de 1ª cat. c/ retroescavadeira	M3	2,72	0,87	3,59	1,12		
						Total Material	R$	3,05
						Total M.O	R$	0,97
						Total	R$	4,02
C35.45.05.10.005	Reaterro e compactação	M3	1,54	10,72	12,25	40,00		
						Total Material	R$	61,60
						Total M.O	R$	428,80
						Total	R$	490,40
25.04.21*	Taxa de Instalação de Equipamento para Execução de Estaca Raiz	un.	15.173,45	0,00	15.173,45	1,00		
						Total Material	R$	15.173,45
						Total M.O	R$	-
						Total	R$	15.173,45
						Total M.O.	R$	66.071,91
						Total Material	R$	349.001,17
						Total	R$	415.073,08
Construção	Leis Sociais	%	0			L.S	R$	-
Construção	BDI (Benefício e Dispesas Indiretas)	%	30			BDI	R$	124.521,92
				Custo de Construção			R$	539.595,00
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8					43.167,60
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3					16.187,85
Indireto	Contingência	%	25					134.898,75
				Custo de Implantação			R$	194.254,20
				Custo Total			R$	733.849,20

ORÇAMENTO DE OBRA

Código da Obra: 23-CA-BU-P02
Obra: Rua Marechal Luz
Vão (m): 14

Código IPPUJ	Descrição	Unid	Preço Unitário Material	Preço Unitário Mão de Obra	Preço Unitário Preço Total	Quantidade		
C30.40.40.05.005	Ensecadeira de sacos de areia com fornecimento de areia	M3	81,96	25,72	107,68	66,00		
						Total Material	R$	5.409,36
						Total M.O	R$	1.697,52
						Total	R$	7.106,88
C35.45.05.15.001	Escavação carga e transporte de mat. 1ª categoria com escavadeira hidraúlica - 10 K m	M3	12,30	0,00	12,30	336,00		
						Total Material	R$	4.132,80
						Total M.O	R$	-
						Total	R$	4.132,80
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	140,00		
						Total Material	R$	217,00
						Total M.O	R$	7,00
						Total	R$	224,00
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	41,00		
						Total Material	R$	14.138,03
						Total M.O	R$	286,59
						Total	R$	14.424,62
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	81,20		
						Total Material	R$	2.447,37
						Total M.O	R$	1.350,36
						Total	R$	3.797,72
C35.25.35.05.005	Forma de madeira	M2	28,04	15,68	43,72	335,68		
						Total Material	R$	9.412,47
						Total M.O	R$	5.263,46
						Total	R$	14.675,93
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	247,62		
						Total Material	R$	71.607,84
						Total M.O	R$	7.066,94
						Total	R$	78.674,78
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	30.934,40		
						Total Material	R$	121.572,19
						Total M.O	R$	48.567,01
						Total	R$	170.139,20
25.04.13*	Estaca Raiz em Solo D=31cm	m	408,18	0,00	408,18	228,00		
						Total Material	R$	93.065,04
						Total M.O	R$	-
						Total	R$	93.065,04
C35.25.20.25.070	Guarda corpo de concreto armado comprimento 1m	UN	18,61	4,53	23,15	28,00		
						Total Material	R$	521,08
						Total M.O	R$	126,84
						Total	R$	647,92
27.06.04*	Aço para Concreto Protendido	kg	16,66	0,00	16,66	0,00		
						Total Material	R$	-
						Total M.O	R$	-
						Total	R$	-
480	Cone ancoragem completo p/ cabos 6 cordoalha 1/2"	UN	491,93	0,00	491,93	0,00		
						Total Material	R$	-
						Total M.O	R$	-
						Total	R$	-
C35.25.35.10.020	Escora contra-flecha - superestrutura	M2	11,32	5,17	16,50	224,00		
						Total Material	R$	2.535,68
						Total M.O	R$	1.158,08
						Total	R$	3.693,76
C35.25.35.10.030	Aparelho de apoio, meso e superestrutura (largura:20cm / comprimento: 20cm / altura: 4,2cm)	UN	100,42	4,18	104,60	14,00		
						Total Material	R$	1.405,88
						Total M.O	R$	58,52
						Total	R$	1.464,40

Código IPPUJ	Descrição	Unid	Preço Unitário Material	Preço Unitário Mão de Obra	Preço Unitário Preço Total	Quantidade		
C10.28.10.25.005	Armadura de tela de aço CA-60 B (Q138 - 2,20kg/m²)	KG	6,01	0,44	6,46	135,96		
						Total Material	R$	817,12
						Total M.O	R$	59,82
						Total	R$	876,94
25.09.10*	Croncreto Projetado	m³	1.048,74	0,00	1.048,74	6,18		
						Total Material	R$	6.481,21
						Total M.O	R$	-
						Total	R$	6.481,21
C35.45.05.05.005	Escavação mecânica de vala em material de 1ª cat. c/ retroescavadeira	M3	2,72	0,87	3,59	1,12		
						Total Material	R$	3,05
						Total M.O	R$	0,97
						Total	R$	4,02
C35.45.05.10.005	Reaterro e compactação	M3	1,54	10,72	12,25	40,00		
						Total Material	R$	61,60
						Total M.O	R$	428,80
						Total	R$	490,40
25.04.21*	Taxa de Instalação de Equipamento para Execução de Estaca Raiz	un.	15.173,45	0,00	15.173,45	1,00		
						Total Material	R$	15.173,45
						Total M.O	R$	-
						Total	R$	15.173,45
						Total M.O.	R$	66.071,91
						Total Material	R$	349.001,17
						Total	R$	415.073,08
Construção	Leis Sociais	%	0			L.S	R$	-
Construção	BDI (Benefício e Dispesas Indiretas)	%	30			BDI	R$	124.521,92
				Custo de Construção			R$	539.595,00
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8					43.167,60
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3					16.187,85
Indireto	Contingência	%	25					134.898,75
				Custo de Implantação			R$	194.254,20
				Custo Total			R$	733.849,20