

Plano Diretor de Drenagem Urbana da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira

Estudo de Alternativas e Anteprojeto

Volume 2 | Estudos

Tomo XX • Sub-Bacia 20 • Vertente do Morro do Boa Vista • Rua Matilde Amim



BID



Fevereiro / 2011

951-PMJ-PDC-RT-P731 | REV.1

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

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

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

***VOLUME 2 – TOMO XX – SUB-BACIA SB-20 –
VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA –
MATILDE AMIM***

CONSÓRCIO ENGECORPS♦HIDROSTUDIO♦BRLi

951-PMJ-PDC-RT-P731

Rev. 1

Janeiro / 2011

APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

PRINCIPAIS SUB-BACIAS DO RIO CACHOEIRA

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

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

SUMÁRIO GERAL

Os Estudos de Alternativas e Medidas de Controle Estruturais com Análise Benefício Custo, Estudos Econômicos e 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 – V Sub-Bacia 8 – Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador;
 - ✧ Tomo IX – Sub-Bacia 9 – Rio Mirandinha;
 - ✧ Tomo X – Sub-Bacia 10 – Rio Morro Alto;
 - ✧ Tomo XI – Sub-Bacia 11 – Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Água Marinha;
 - ✧ Tomo XII – Sub-Bacia 12 – Vertente do Morro do Boa Vista – Parque de France;
 - ✧ Tomo XIII – Sub-Bacia 13 – Vertente do Morro do Boa Vista – Lagoa SaguAçú;
 - ✧ Tomo XIV – Sub-Bacia 14 – Rio Mathias;
 - ✧ Tomo XV – Sub-Bacia 15 – Vertente do Morro do Boa Vista – Buschle & Lepper;
 - ✧ Tomo XVI – Sub-Bacia 16 – Vertente do Morro do Boa Vista – Unidade de Obras;
 - ✧ Tomo XVII – Sub-Bacia 17 – Vertente do Morro do Boa Vista – Vick;
 - ✧ Tomo XVIII – Sub-Bacia 18 – Vertente do Morro do Boa Vista – Ponta Grossa;
 - ✧ Tomo XIX – Sub-Bacia 19 – Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Pedro Álvares Cabral;
 - ✧ Tomo XX – Sub-Bacia 20 – Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim;
 - ✧ Tomo XXI – Sub-Bacia 21 – Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Noruega;
 - ✧ Tomo XXII – Sub-Bacia 22 – Rio Jaguarão;
 - ✧ Tomo XXIII – Sub-Bacia 23 – Rio Bupeva;
 - ✧ Tomo XXIV – Sub-Bacia 24 – Rio Bucarein;
 - ✧ Tomo XXV – Sub-Bacia 25 – Rio Itaum-Açú;
 - ✧ Tomo XXVI – Rio Cachoeira.

ÍNDICE

	PÁG.
APRESENTAÇÃO.....	II
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO.....	1
2.1 CONCEPÇÃO GERAL.....	1
2.2 CONCEPÇÃO DAS ALTERNATIVAS.....	2
2.2.1 Alternativa A	2
2.2.2 Alternativa B	2
2.2.3 Alternativa C	2
2.2.4 Dimensionamento das Alternativas	2
2.3 DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS	5
2.3.1 Alternativa A	5
2.3.2 Alternativa B	8
2.3.3 Alternativa C	11
3. SELEÇÃO DA ALTERNATIVA PARA TR 25 ANOS	14
3.1 CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS.....	16
3.1.1 Alternativa A	16
3.1.2 Alternativa B	16
3.1.3 Alternativa C	16
3.2 CUSTOS	17
3.2.1 Custos da Alternativa A	18
3.2.2 Custos da Alternativa B.....	18
3.2.3 Custos da Alternativa C	19
3.2.4 Desagregação dos Preços Financeiros e Cálculo dos Preços Econômicos	19
3.3 BENEFÍCIOS ECONÔMICOS	20
3.3.1 Danos Evitados.....	20
3.3.2 Benefícios por Valorização Imobiliária	22
3.3.3 Benefícios de Tráfego.....	25
3.3.4 Benefícios Indiretos	25
3.4 ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO DAS ALTERNATIVAS	25
4. ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO POR PERÍODO DE RETORNO	30
4.1 DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS	30
4.2 CUSTOS POR PERÍODO DE RETORNO.....	31

4.3	BENEFÍCIOS POR PERÍODO DE RETORNO	31
4.3.1	<i>Benefícios por Danos Evitados</i>	<i>31</i>
4.3.2	<i>Benefícios de Valorização Imobiliária por Período de retorno</i>	<i>32</i>
4.3.3	<i>Benefícios de Tráfego.....</i>	<i>33</i>
4.3.4	<i>Benefícios Indiretos</i>	<i>33</i>
4.4	RESULTADOS DA ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO.....	33
5.	<i>ANÁLISE DE SENSIBILIDADE.....</i>	<i>40</i>
5.1	MODELAGEM DAS SIMULAÇÕES	40
5.1.1	<i>Análise de Risco para Período de Retorno de 5 Anos.....</i>	<i>42</i>
5.1.2	<i>Análise de Risco para Período de Retorno de 10 Anos.....</i>	<i>44</i>
5.1.3	<i>Análise de Risco para Período de Retorno de 25 Anos.....</i>	<i>46</i>
5.1.4	<i>Análise de Risco para Período de Retorno de 50 Anos.....</i>	<i>49</i>
5.1.5	<i>Conclusões da Análise de Risco</i>	<i>51</i>
6.	<i>DETALHAMENTO DA ALTERNATIVA SELECIONADA.....</i>	<i>52</i>
6.1	DESCRIÇÃO DA ALTERNATIVA	52
6.2	DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO	52
6.3	DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO	53
6.4	DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS	67
6.5	ORÇAMENTO.....	68

ANEXO I - DESENHOS DE PROJETO

ANEXO II - ORÇAMENTO

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁG.
Figura 2.1 – Vazões na Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Alternativa A.....	6
Figura 2.2 – Velocidades na Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Alternativa A.	6
Figura 2.3 – Níveis d'água na Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Alternativa A.....	7
Figura 2.4 – Vazões na Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Alternativa B.....	9
Figura 2.5 – Velocidades na Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Alternativa B.	9
Figura 2.6 – Níveis d'água na Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Alternativa B.....	10
Figura 2.7 – Vazões na Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Alternativa C.	12
Figura 2.8 – Velocidades na Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Alternativa C.....	12
Figura 2.9 – Níveis d'água na Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Alternativa C.....	13
Figura 6.1 – Hidrograma das Junções para Período de Retorno de 25 Anos.....	53
Figura 6.2 – Perfil do N.A. da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa escolhida – Nível de maré = 1,60 m (IBGE) – Galeria Existente.	55
Figura 6.3 – Perfil de Velocidades da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa escolhida – Nível de maré = 1,60 m (IBGE) – Galeria Existente.....	56
Figura 6.4 – Perfil do N.A. da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa escolhida – Nível de maré = 1,60 m (IBGE) – Galeria CA-MD-G01.	57
Figura 6.5 – Perfil de Velocidades da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa escolhida – Nível de maré = 1,60 m (IBGE) – Galeria CA-MD-G01.	58
Figura 6.6 – Perfil do N.A. da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa escolhida – Nível de maré = 0,12 m (IBGE) – Galeria Existente.	59
Figura 6.7 – Perfil de Velocidades da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa escolhida – Nível de maré = 0,12 m (IBGE) – Galeria Existente.....	60
Figura 6.8 – Perfil do N.A. da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa escolhida – Nível de maré = 0,12 m (IBGE) – Galeria CA-MD-G01.	61
Figura 6.9 – Perfil de Velocidades da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa escolhida – Nível de maré = 0,12 m (IBGE) – Galeria CA-MD-G01.	62
Figura 6.10 – Perfil do N.A. da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa escolhida – Nível de maré = 2,53 m (IBGE) – Galeria Existente.	63
Figura 6.11 – Perfil de Velocidades da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa escolhida – Nível de maré = 2,53 m (IBGE) – Galeria Existente.....	64
Figura 6.12 – Perfil do N.A. da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa escolhida – Nível de maré = 2,53 m (IBGE) – Galeria CA-MD-G01	65

Figura 6.13 – Perfil de Velocidades da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa escolhida – Nível de maré = 2,53 m (IBGE) – Galeria CA-MD-G01	66
---	----

ÍNDICE DE QUADROS

	PÁG.
Quadro 2.1 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Precipitação de Projeto (Duração de 0,5 Hora).....	3
Quadro 2.2 - Sub-Bacia Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Dispositivos Atuais.....	3
Quadro 2.3 - Dados da Estação Fluviométrica 5.....	4
Quadro 2.4 - Taxa Média de Produção de Sedimentos em Arraste e Suspensão (Estação 5).....	4
Quadro 2.5 - Produção de Sedimentos nos Canais Fluviais para as Alternativas Estudadas.....	5
Quadro 2.6 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Obras – Alternativa A 5	
Quadro 2.7 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Produção de Sedimentos – Alternativa A.....	8
Quadro 2.8 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Custos de Manutenção – Alternativa A.....	8
Quadro 2.9 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Obras – Alternativa B 8	
Quadro 2.10 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Produção de Sedimentos – Alternativa B.....	10
Quadro 2.11 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Custos de Manutenção – Alternativa B.....	11
Quadro 2.12 - Sub-Bacia Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Obras – Alternativa C 11	
Quadro 2.13 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Produção de Sedimentos – Alternativa C.....	13
Quadro 2.14 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Custos de Manutenção – Alternativa C.....	14
Quadro 3.1 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Características das Obras – Alternativa A.....	16
Quadro 3.2 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Características das Obras – Alternativa B.....	16
Quadro 3.3 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Características das Obras – Alternativa C.....	17
Quadro 3.4 - Sub-Bacia do Rio Bom Retiro – Características da Curva Paramétrica Complementar.....	17
Quadro 3.5 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa A.....	18
Quadro 3.6 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa B.....	18

Quadro 3.7 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa C	19
Quadro 3.8 - Fatores de Conversão	20
Quadro 3.9 - Custos de Investimentos e Manutenção – Preços Econômicos – Alternativas de Projeto ...	20
Quadro 3.10 - Parâmetros para Estimação do Prejuízo Direto	21
Quadro 3.11 - Benefícios Econômicos para Alternativa A – TR 25 Anos	21
Quadro 3.12 - Benefícios Econômicos para Alternativa B – TR 25 Anos	21
Quadro 3.13 - Benefícios Econômicos para Alternativa C – TR 25 Anos	21
Quadro 3.14 - Coeficientes para Estimativa do Modelo de Valorização Imobiliária.....	23
Quadro 3.15 - Estatísticas Descritivas.....	23
Quadro 3.16 - Anova	24
Quadro 3.17 - Coeficientes	24
Quadro 3.18 - R Ajustado.....	24
Quadro 3.19 - Análise Benefício Custo – Alternativa A	26
Quadro 3.20 - Análise Benefício Custo – Alternativa B	27
Quadro 3.21 - Análise Benefício Custo – Alternativa C	28
Quadro 3.22 - Síntese dos Resultados – Seleção da Alternativa	29
Quadro 4.1 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Características dos Dispositivos e Canais Existentes e Projetados.....	30
Quadro 4.2 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Custos por Período de Retorno – Preços Financeiros	31
Quadro 4.3 - Parâmetros para Estimação do Prejuízo Direto por Período de Retorno.....	32
Quadro 4.4 - Benefícios Econômicos para Alternativa B	32
Quadro 4.5 - Benefícios Econômicos por Valorização Imobiliária por Tempo de Retorno – Valores Econômicos.....	33
Quadro 4.6 - Benefícios de Tráfego por Período de Retorno	33
Quadro 4.7 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 5 Anos.....	35
Quadro 4.8 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 10 Anos.....	36
Quadro 4.9 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 25 Anos.....	37
Quadro 4.10 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 50 Anos.....	38
Quadro 4.11 - Síntese dos Resultados – Seleção do Tempo de Retorno	39
Quadro 5.1 - Síntese de Parâmetros da Simulação para Trs 5, 10, 25 e 50 Anos.....	41
Quadro 5.2 - VPL – Síntese da Análise de Risco para TR de 5 Anos	42
Quadro 5.3 - VPL – Síntese da Análise de Risco para TR de 10 Anos	44

Quadro 5.4 - Tir – Síntese da Análise de Risco para TR de 25 Anos.....	46
Quadro 5.5 - Vpl – Síntese da Análise de Risco para TR de 25 Anos.....	47
Quadro 5.6 - Tir – Síntese da Análise de Risco para TR de 50 Anos.....	49
Quadro 5.7 - VPL – Síntese da Análise de Risco para TR de 50 Anos.....	50
Quadro 5.8 - Síntese da Análise de Risco para TIR e VPL por Período de Retorno.....	51
Quadro 6.1 - Sub-Bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Características das Obras Propostas.....	52
Quadro 6.2 - Orçamento	69

1. INTRODUÇÃO

O presente Tomo XX do Volume 2 do Relatório PIII - Estudo de Alternativas e Medidas de Controle Estruturais com Análise Benefício Custo, Estudos Econômicos e Anteprojeto das Medidas de Controle Estruturais tem por objetivo apresentar os estudos realizados para dimensionamento e seleção de alternativas de obras para a bacia hidrográfica da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim, bem como o detalhamento da alternativa selecionada para integrar o Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) da bacia do rio Cachoeira.

Os critérios e metodologias utilizados nos estudos aqui apresentados estão apresentados no Volume 1 do relatório. Este tomo está estruturado de forma a apresentar as informações necessárias para os estudos realizados para a sub-bacia hidrográfica da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim.

O relatório R3 – Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico apresentou os estudos de caracterização, diagnóstico da situação atual e prognóstico da situação futura da sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim nos seguintes documentos:

- ✓ 951-PMJ-PDC-RT-P125 – R3 – Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico – Volume 3 – Diagnóstico – Tomo XX – Sub-bacia 20 – Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim;
- ✓ 951-PMJ-PDC-RT-P151 – R3 – Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico – Volume 4 – Prognóstico – Tomo XX – Sub-bacia 20 – Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim.

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

2. ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO

2.1 CONCEPÇÃO GERAL

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

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

2.2 CONCEPÇÃO DAS ALTERNATIVAS

A sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim apresentou concepções de alternativas diferenciadas em relação as sub-bacias que possuem um canal definido, pois se trata de uma bacia com pequena área de drenagem e sua rede de drenagem é composta predominantemente por galeria de concreto. As alternativas de obras, elaboradas com base nessas características, estão apresentadas a seguir.

2.2.1 Alternativa A

Na alternativa A foi analisada a ampliação da capacidade hidráulica através da substituição do dispositivo existente por dispositivo de maior capacidade, combinado a outros tipos de intervenção onde necessário. Como a proposta é aproveitar o traçado atual, evitam-se gastos com desapropriação e minimizam-se os impactos sociais.

2.2.2 Alternativa B

A alternativa B visou a complementação da rede existente através da implantação de uma galeria “By-Pass”.

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

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

2.2.3 Alternativa C

A alternativa C, assim como a alternativa B, visou a complementação da rede existente, porém, com foco na implantação de canal associado a outros tipos de intervenção onde necessário.

A alternativa de implantação de canal, no entanto, tem potencial para gerar altos custos de desapropriação principalmente quando realizado em regiões de urbanização consolidada, como é o caso na parte baixa da sub-bacia em questão.

2.2.4 Dimensionamento das Alternativas

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

Utilizando da experiência do Consórcio foi realizado um pré-dimensionamento das estruturas para definir as dimensões preliminares das obras de drenagem. O ajuste final foi realizado no

modelo HEC-RAS para verificar a influência que o conjunto de obras de cada alternativa gera no escoamento da nascente do rio Cachoeira.

Através do modelo no HEC-RAS com as obras propostas e com as vazões do cenário futuro de impermeabilização são verificadas as características do escoamento como velocidade e nível d'água. Caso essas características ultrapassem os limites definidos as obras são ajustadas até 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 XX do Volume 4 do relatório R3. No Quadro 2.1 são apresentadas as precipitações para a sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim com duração de 0,5 hora.

QUADRO 2.1

SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – RUA MATILDE AMIM – PRECIPITAÇÃO DE PROJETO (DURAÇÃO DE 0,5 HORA)

<i>Período de Recorrência</i>	<i>5 anos</i>	<i>10 anos</i>	<i>25 anos</i>	<i>50 anos</i>
P (mm)	33,1	38,1	44,2	48,6

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

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

QUADRO 2.2

SUB-BACIA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – RUA MATILDE AMIM – DISPOSITIVOS ATUAIS

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (m)</i>	<i>Comprimento (m)</i>
1	Rua Matilde Amim	Galeria	2,00x2,00	449,00

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

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

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

QUADRO 2.3
DADOS DA ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA 5

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

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

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

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

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

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

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

<i>Trecho do Rio</i>	<i>Área da Bacia (km²)</i>	<i>Taxa Média (t/ano/km²)</i>		<i>Produção de Sedimentos (t/ano)</i>		<i>Total (t/ano)</i>
		<i>Arraste</i>	<i>Suspensão</i>	<i>Arraste</i>	<i>Suspensão</i>	
VMBV – Rua Matilde Amim	0,35	57,82	364,73	20,24	127,66	22,88

2.3 DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS

2.3.1 Alternativa A

A alternativa A, conforme já mencionado, privilegiou a ampliação da capacidade hidráulica através da substituição do dispositivo existente por dispositivo de maior capacidade.

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

QUADRO 2.6
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – RUA MATILDE AMIM – OBRAS – ALTERNATIVA A

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>	<i>Situação</i>
1	Rua Matilde Amim	Galeria	2,00x2,00x449,00	Remoção
2	Rua Matilde Amim	Galeria	4,00x2,00x449,00	Implantação

As Figuras 2.1, 2.2 e 2.3 apresentam, respectivamente, as vazões, as velocidades do escoamento e os níveis d'água ao longo da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa A.

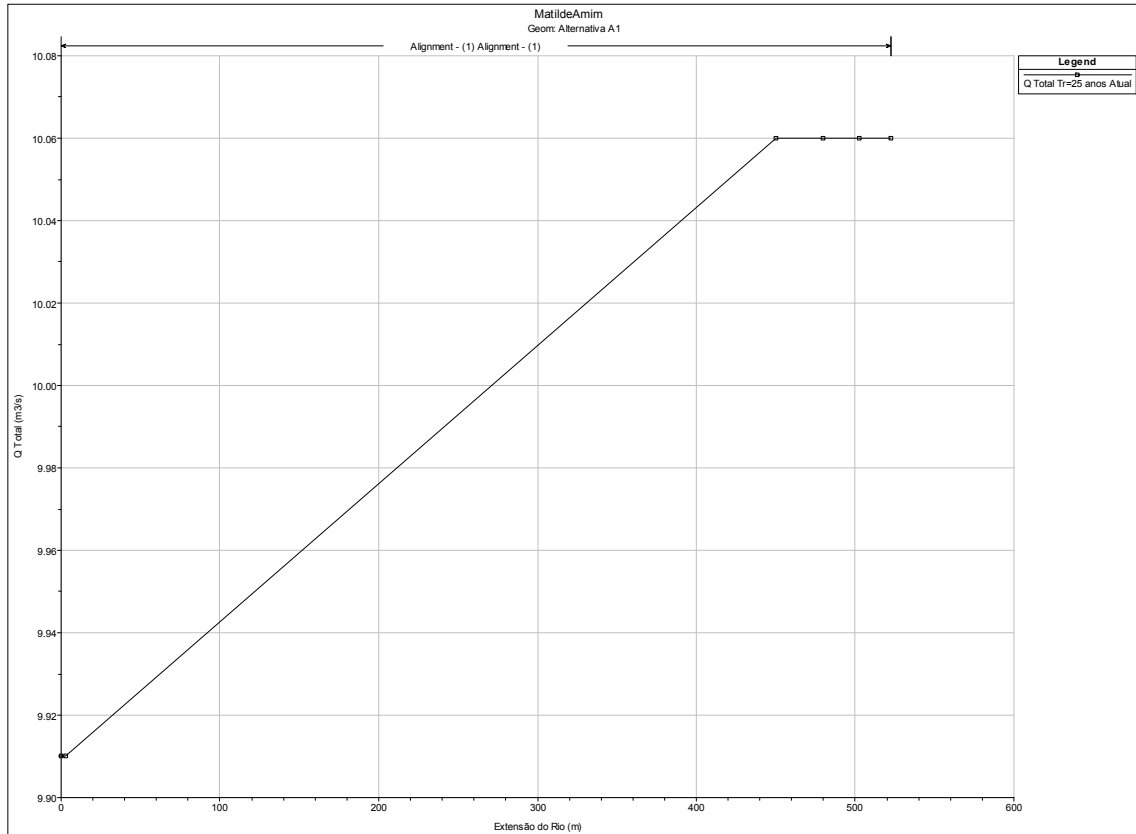


Figura 2.1 – Vazões na Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Alternativa A.

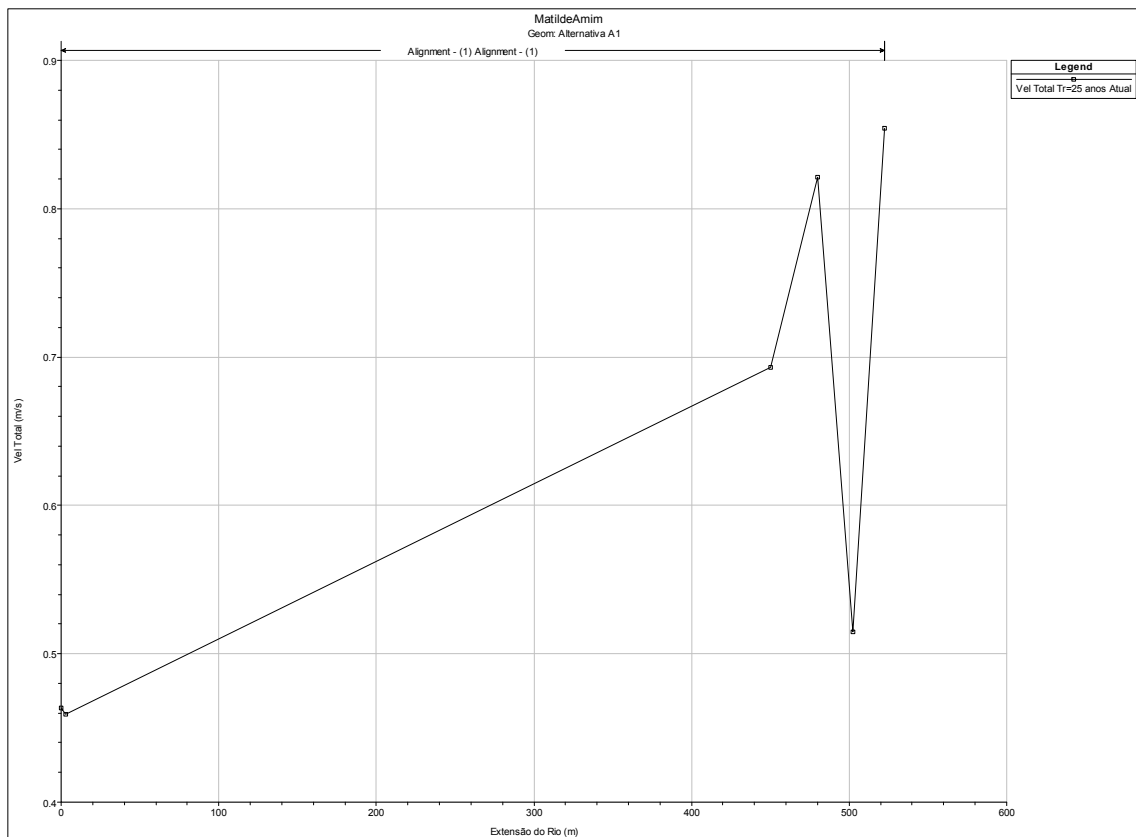


Figura 2.2 – Velocidades na Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Alternativa A.

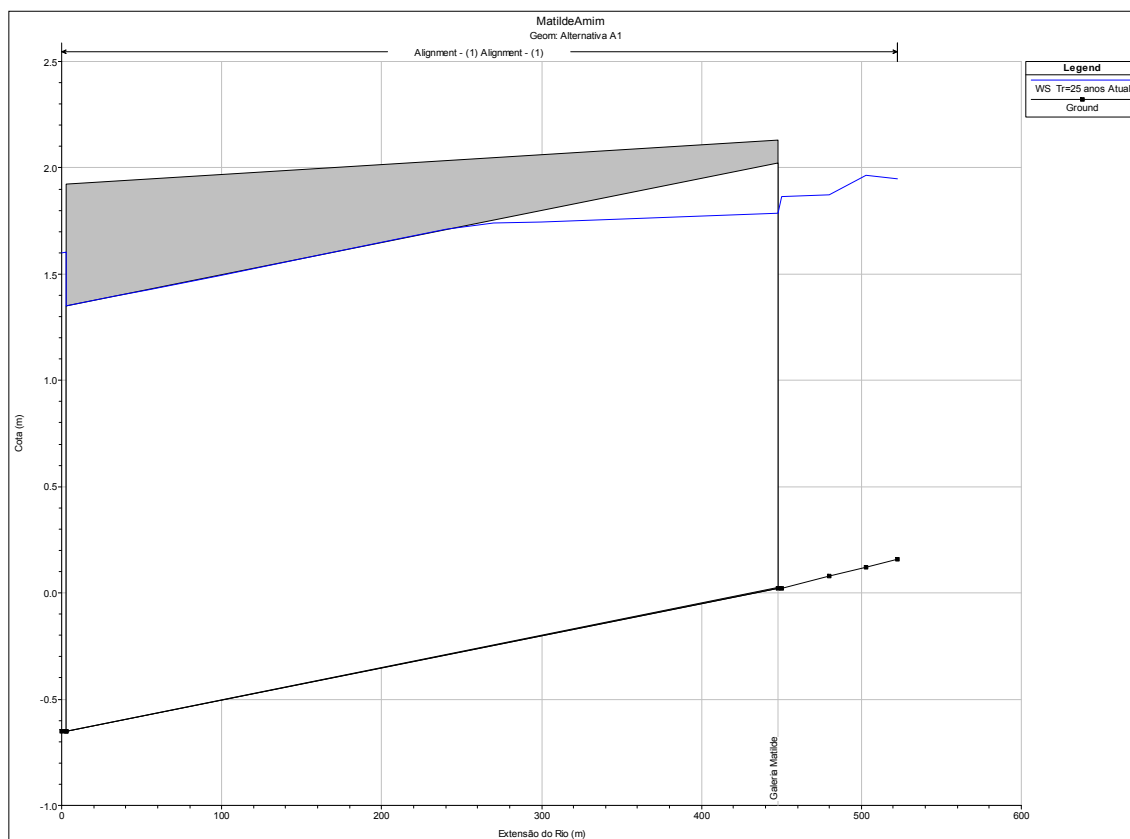


Figura 2.3 – Níveis d'água na Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Alternativa A.

O desenho 951-PMJ-PDC-A3-P793 (vide Anexo 1) apresenta as obras previstas na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa A.

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

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

Utilizando a metodologia apresentada no Volume 1 deste relatório e nos aspectos descritos no item 2.3.4 deste documento, a bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim foi subdividida em setores obtendo suas áreas a montante de cada dispositivo de reservatório. A taxa adotada de 57,82 t/ano/km² para os sedimentos em arraste e 364,73 t/ano/km² para os em suspensão foi multiplicada pelas áreas em km² desses setores obtendo-se assim a estimativa de sedimentos produzidos no período de um ano, conforme apresentado no Quadro 2.7. No Quadro 2.8 estão apresentados os custos de manutenção dos canais da alternativa A.

QUADRO 2.7

SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – RUA MATILDE AMIM – PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS – ALTERNATIVA A

Rio	Área da Bacia (km ²)	Taxa Média (t/ano/km ²)		Produção de Sedimentos (t/ano)		Total	
		Arraste	Suspensão	Arraste	Suspensão	Peso (t/ano)	Volume (m ³ /ano)
VMBV – Rua Matilde Amim	0,35	57,82	364,73	20,24	127,66	22,88	15,26

QUADRO 2.8

SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – RUA MATILDE AMIM – CUSTOS DE MANUTENÇÃO – ALTERNATIVA A

Item	Comprimento (m)	Relativo (%)	Volume de Sedimentos (m ³)	Custo Unitário de Manutenção (R\$/m ³)	Custo Total de Manutenção (R\$/ano)
Canais	-	-	-	333,19	-
Pontes e Galerias	449,00	100	15,26	695,75	10.614,09
				Total (R\$/ano)	10.614,09

2.3.2 Alternativa B

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

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

QUADRO 2.9

SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – RUA MATILDE AMIM – OBRAS – ALTERNATIVA B

Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)	Situação
1	Rua Matilde Amim	Galeria	2,00x2,00x449,00	Permanece
Galerias By-Pass				
2	Galeria By-Pass Matilde Amim	Galeria	3,00x2,00x480,00	Implantação

As Figuras 2.4, 2.5 e 2.6 apresentam, respectivamente, as vazões, as velocidades do escoamento e os níveis d'água ao longo da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa B.

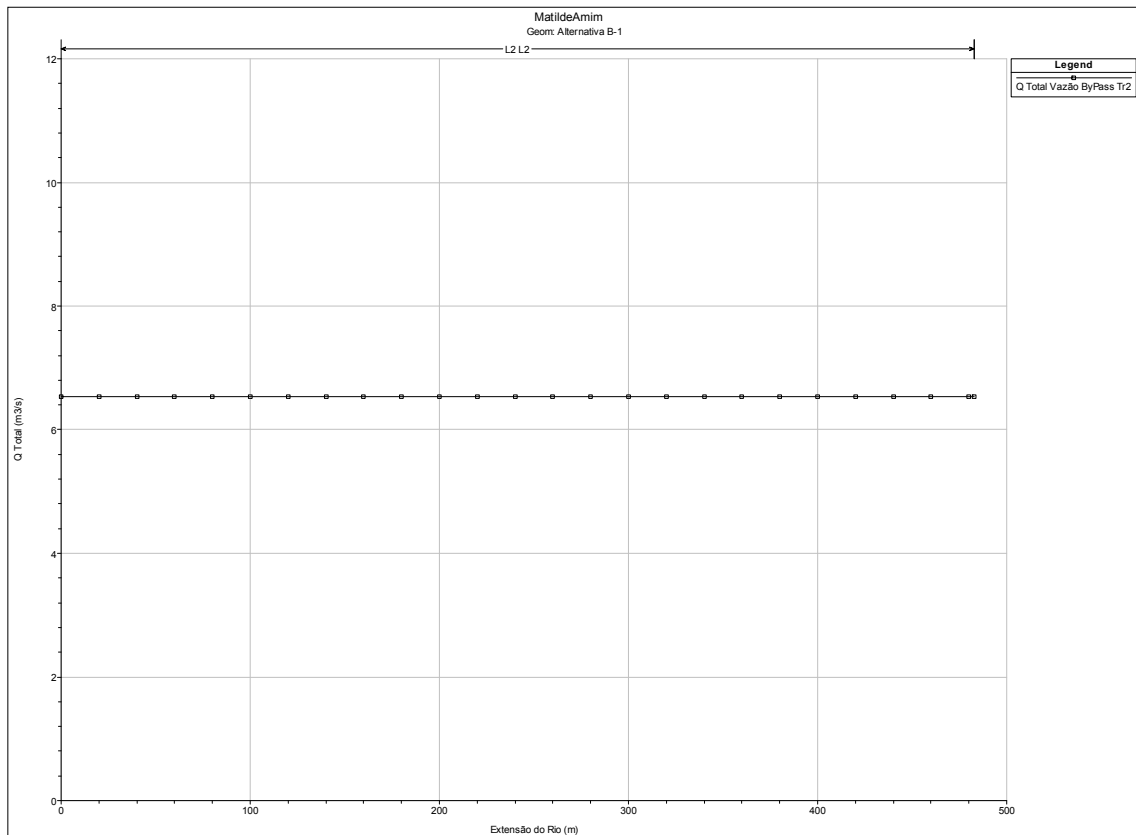


Figura 2.4 – Vazões na Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Alternativa B.

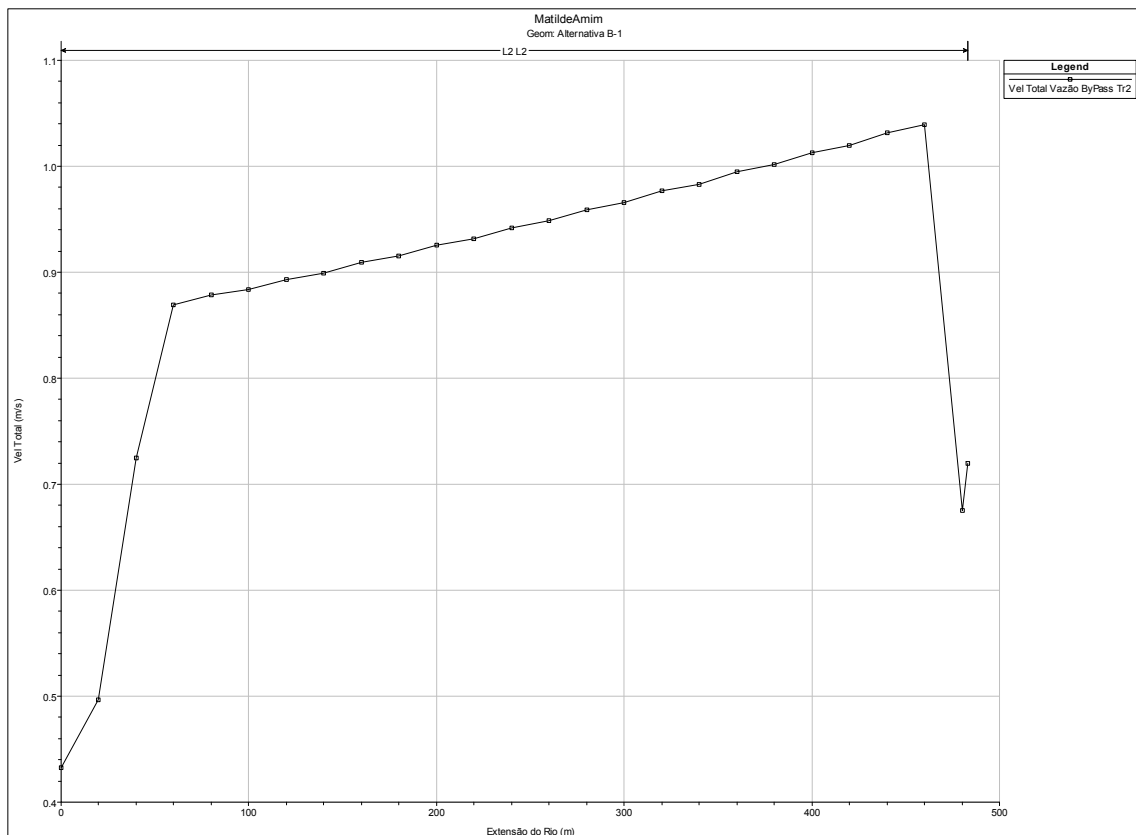


Figura 2.5 – Velocidades na Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Alternativa B.

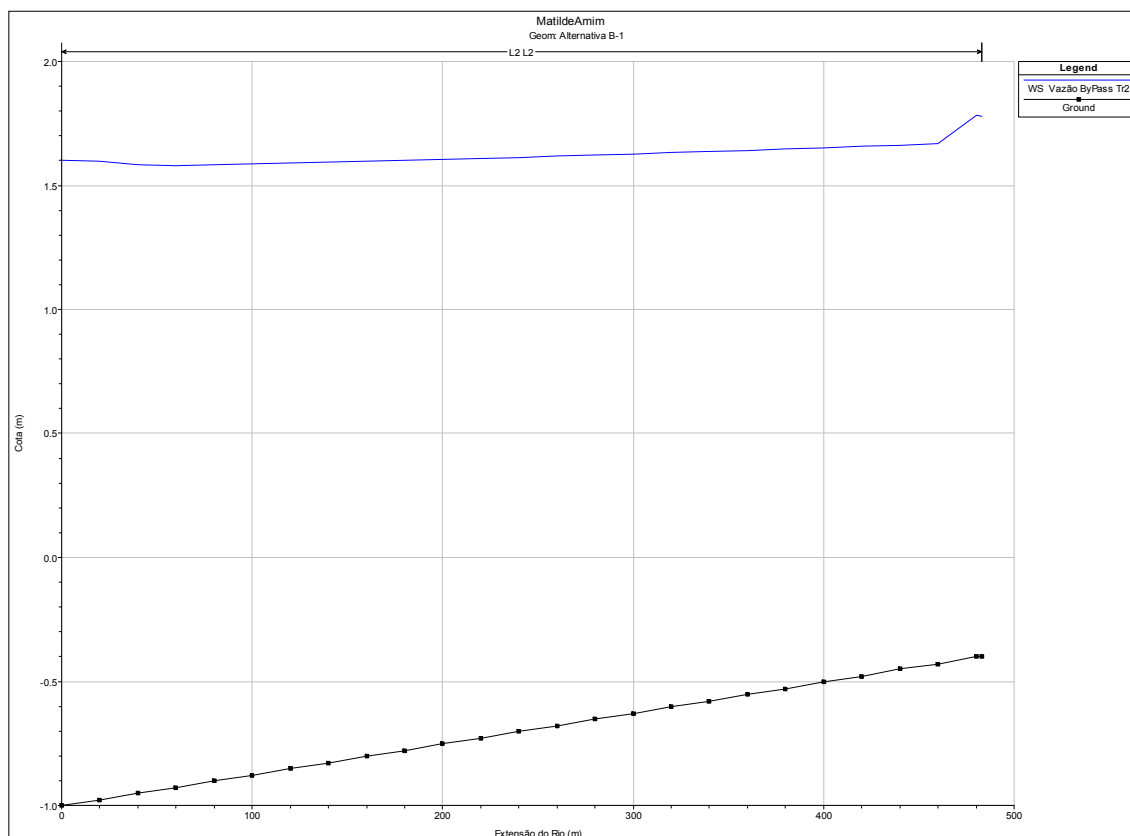


Figura 2.6 – Níveis d'água na Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Alternativa B.

O desenho 951-PMJ-PDC-A3-P794 (vide Anexo 1) apresenta as obras previstas na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa B.

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

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

QUADRO 2.10

SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – RUA MATILDE AMIM – PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS – ALTERNATIVA B

Rio	Área da Bacia (km ²)	Taxa Média (t/ano/km ²)		Produção de Sedimentos (t/ano)		Total	
		Arraste	Suspensão	Arraste	Suspensão	Peso (t/ano)	Volume (m ³ /ano)
VMBV – Rua Matilde Amim	0,35	57,82	364,73	20,24	127,66	22,88	15,26

QUADRO 2.11
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – RUA MATILDE AMIM – CUSTOS DE
MANUTENÇÃO – ALTERNATIVA B

<i>Item</i>	<i>Comprimento (m)</i>	<i>Relativo (%)</i>	<i>Volume de Sedimentos (m³)</i>	<i>Custo Unitário de Manutenção (R\$/m³)</i>	<i>Custo Total de Manutenção (R\$/ano)</i>
Canais	-	-	-	-	-
Pontes e Galerias	929,00	100	15,26	695,75	10.614,09
				Total (R\$/ano)	10.614,09

2.3.3 Alternativa C

A alternativa C, conforme já mencionado, busca complementar a rede existente tendo como foco principal a implantação de canal.

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

QUADRO 2.12
SUB-BACIA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – RUA MATILDE AMIM – OBRAS –
ALTERNATIVA C

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>	<i>Situação</i>
1	Rua Matilde Amim	Galeria	2,00x2,00x449,00	Permaneça
2	Rua Matilde Amim	Galeria	3,00x2,00x40,00	Implantação
3	Rua Matilde Amim	Galeria	3,00x2,00x10,00	Implantação
Implantação do Canal				
Canal Matilde Amim		Canal Trapezoidal	2,00x(var.)x469,18	Implantação

As Figuras 2.7, 2.8 e 2.9 apresentam, respectivamente, as vazões, as velocidades do escoamento e os níveis d'água ao longo da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa B.

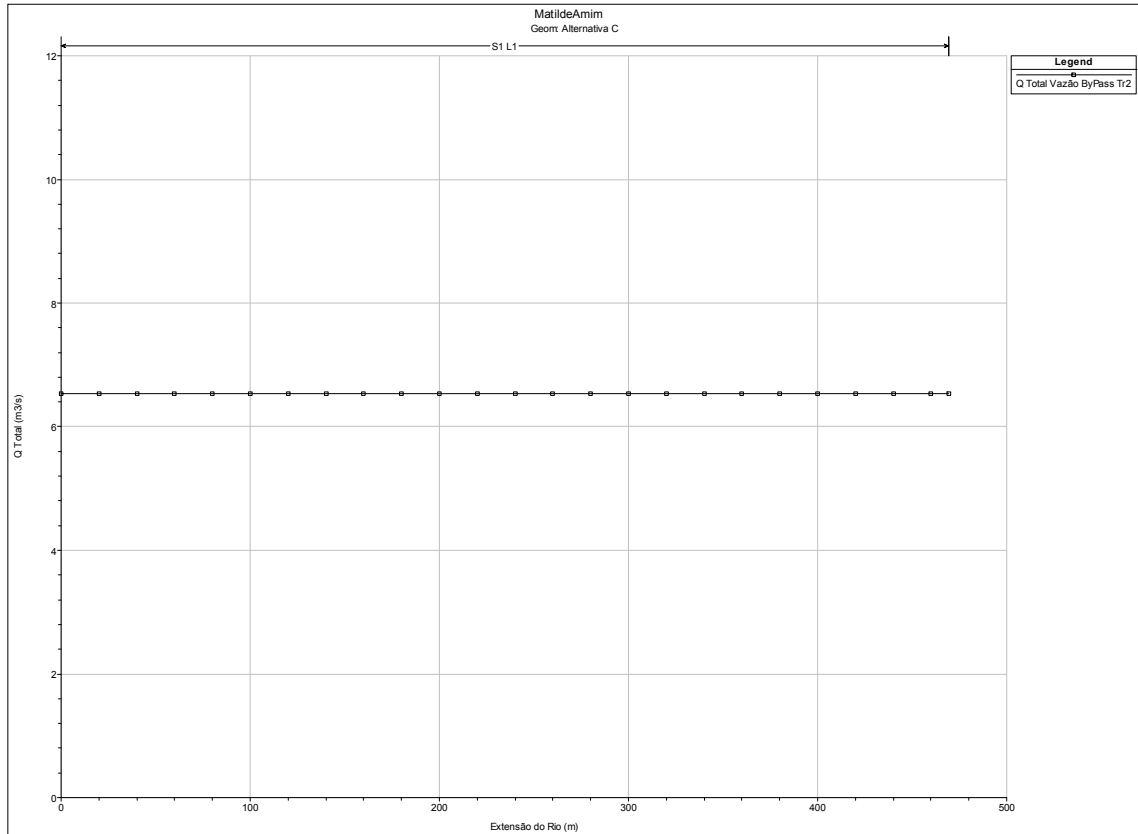


Figura 2.7 – Vazões na Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Alternativa C.

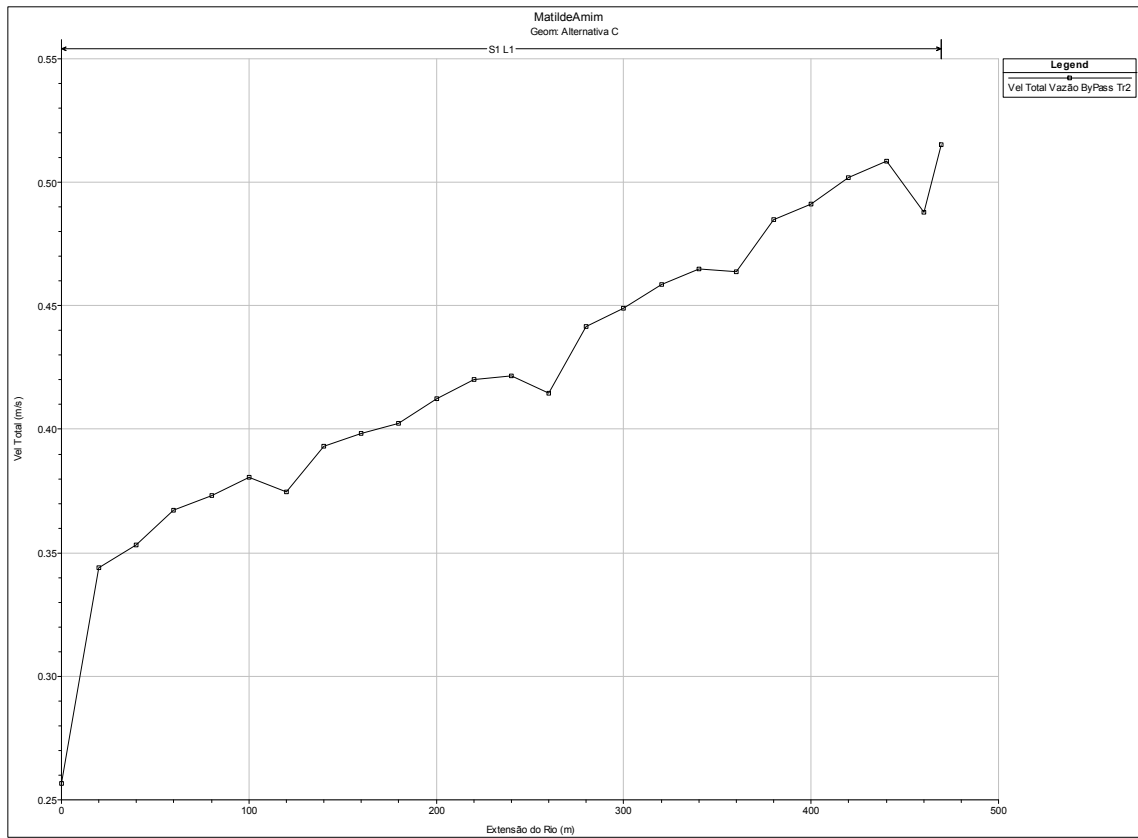


Figura 2.8 – Velocidades na Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Alternativa C.

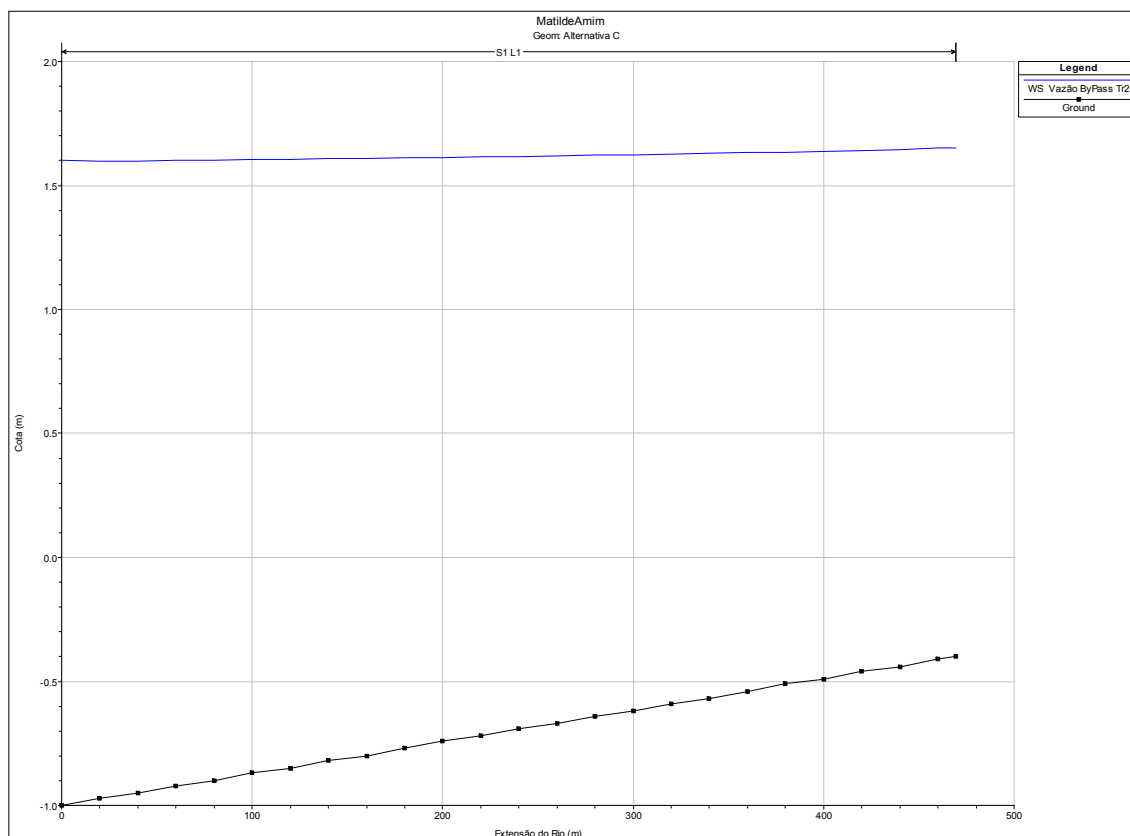


Figura 2.9 – Níveis d'água na Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim – Alternativa C.

O desenho 951-PMJ-PDC-A1-P795 (vide Anexo 1) apresenta as obras previstas na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa C.

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

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

QUADRO 2.13

SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – RUA MATILDE AMIM – PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS – ALTERNATIVA C

Rio	Área da Bacia (km ²)	Taxa Média (t/ano/km ²)		Produção de Sedimentos (t/ano)		Total	
		Arraste	Suspensão	Arraste	Suspensão	Peso (t/ano)	Volume (m ³ /ano)
VMBV – Rua Matilde Amim	0,35	57,82	364,73	20,24	127,66	22,88	15,26

QUADRO 2.14
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – RUA MATILDE AMIM – CUSTOS DE
MANUTENÇÃO – ALTERNATIVA C

<i>Item</i>	<i>Comprimento (m)</i>	<i>Relativo (%)</i>	<i>Volume de Sedimentos (m³)</i>	<i>Custo Unitário de Manutenção (R\$/m³)</i>	<i>Custo Total de Manutenção (R\$/ano)</i>
Canais	469,18	48,0	7,39	333,19	2.463,23
Pontes e Galerias	499,00	52,0	7,86	695,75	5.470.50
				Total (R\$/ano)	7.933,73

3. SELEÇÃO DA ALTERNATIVA PARA TR 25 ANOS

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

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

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

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

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

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

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

onde,

I_0 = montante investido no momento zero;

I_n = montantes de investimentos previstos em cada momento subsequente;

K = custo de oportunidade do capital;

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

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

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

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

Matematicamente,

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

onde:

I_0 = montante investido no momento zero;

I_n = montantes de investimentos previstos em cada momento subsequente;

K = TIR;

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

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

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

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

3.1 CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS

3.1.1 Alternativa A

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

QUADRO 3.1
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – RUA MATILDE AMIM – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA A

OBRAS A REMOVER			
<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>
1	Rua Matilde Amim	Galeria	2,00x2,00x449,00
OBRAS PROPOSTAS			
<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>
2	Rua Matilde Amim	Galeria	4,00x2,00x449,00

3.1.2 Alternativa B

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

QUADRO 3.2
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – RUA MATILDE AMIM – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA B

OBRAS EXISTENTES			
<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>
1	Rua Matilde Amim	Galeria	2,00x2,00x449,00
OBRAS PROPOSTAS			
<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>
Galerias By-Pass			
2	Galeria By-Pass Matilde Amim	Galeria	3,00x2,00x480,00
Obs: As obras existentes indicadas são mantidas na solução proposta.			

3.1.3 Alternativa C

O Quadro 3.3 apresenta a descrição e as características principais das obras existentes que serão mantidas e das propostas de obras, por local de intervenção, para a alternativa C.

QUADRO 3.3
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – RUA MATILDE AMIM – CARACTERÍSTICAS
DAS OBRAS – ALTERNATIVA C

OBRAS EXISTENTES			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
1	Rua Matilde Amim	Galeria	2,00x2,00x449,00
OBRAS PROPOSTAS			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
2	Rua Matilde Amim	Galeria	3,00x2,00x40,00
3	Rua Matilde Amim	Galeria	3,00x2,00x10,00
Implantação do Canal			
Canal Matilde Amim		Canal Trapezoidal	2,00x(var.)x469,18
Obs: As obras existentes indicadas são mantidas na solução proposta.			

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 3.4, as quais possibilitam representar com maior acuidade a variação de custos em função das geométricas envolvidas.

QUADRO 3.4
SUB-BACIA DO RIO BOM RETIRO – 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 (m³).

3.2.1 Custos da Alternativa A

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

QUADRO 3.5
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – RUA MATILDE AMIM – CUSTOS DE INVESTIMENTOS – PREÇOS FINANCEIROS – ALTERNATIVA A

CUSTOS FINAIS (R\$)	
Remoção	103.343,25
Construção de Canais	-
Construção de Pontes	-
Construção de Galerias	3.742.220,45
Construção de Reservatórios	-
Total Construção	3.845.563,70
BDI (30%)	1.153.669,11
Total Custos Diretos	4.999.232,81
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	399.938,63
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	149.976,98
Contingência (25%)	1.249.808,20
Total Outros Custos	1.799.723,81
Desapropriações	-
TOTAL	6.798.956,63

3.2.2 Custos da Alternativa B

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

QUADRO 3.6
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – RUA MATILDE AMIM – CUSTOS DE INVESTIMENTOS – PREÇOS FINANCEIROS – ALTERNATIVA B

CUSTOS FINAIS (R\$)	
Remoção	-
Construção de Canais	-
Construção de Pontes	-
Construção de Galerias	3.113.113,95
Construção de Reservatórios	-
Total Construção	3.113.113,95
BDI (30%)	933.934,19
Total Custos Diretos	4.047.048,14
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	323.763,85
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	121.411,44
Contingência (25%)	1.011.762,04
Total Outros Custos	1.456.937,33
Desapropriações	181.026,24
TOTAL	5.685.011,71

3.2.3 Custos da Alternativa C

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

QUADRO 3.7
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – RUA MATILDE AMIM – CUSTOS DE INVESTIMENTOS – PREÇOS FINANCEIROS – ALTERNATIVA C

CUSTOS FINAIS (R\$)	
Remoção	-
Construção de Canais	622.036,90
Construção de Pontes	-
Construção de Galerias	385.844,88
Construção de Reservatórios	-
Total Construção	1.007.881,78
BDI (30%)	302.364,53
Total Custos Diretos	1.310.246,32
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	104.819,71
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	39.307,39
Contingência (25%)	327.561,58
Total Outros Custos	471.688,67
Desapropriações	3.996.549,27
TOTAL	5.778.484,26

3.2.4 Desagregação dos Preços Financeiros e Cálculo dos Preços Econômicos

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

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

Para a conversão dos preços financeiros (de mercado) para preços econômicos (eficiência) foram utilizados os fatores de conversão apresentados no Quadro 3.8.

QUADRO 3.8
FATORES DE CONVERSÃO

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

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

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

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

PREÇOS ECONÔMICOS – R\$ 1,00					
<i>Alternativa A</i>		<i>Alternativa B</i>		<i>Alternativa C</i>	
<i>Investimentos Totais</i>	<i>Manutenção Anual</i>	<i>Investimentos Totais</i>	<i>Manutenção Anual</i>	<i>Investimentos Totais</i>	<i>Manutenção Anual</i>
5.569.643,91	9.977,25	4.693.379,51	9.977,25	5.426.575,98	7.457,71

3.3 BENEFÍCIOS ECONÔMICOS

3.3.1 Danos Evitados

De acordo com a metodologia apresentada no Volume 1, foram estimados os parâmetros para área inundada (m^2)¹, altura média da lâmina d'água das alternativas (m) e o valor de mercado das edificações na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim ($R\$/m^2$) 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 3.10 apresenta os valores de área inundável e lâmina d'água que ocorreriam na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim caso não fossem implantadas as obras e os valores resultantes da ocorrência de uma precipitação com TR de 50 anos, admitindo a implantação de obras para o período de retorno de 25 anos.

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

QUADRO 3.10
PARÂMETROS PARA ESTIMAÇÃO DO PREJUÍZO DIRETO

			PRECIPITAÇÃO			
			TR=5 Anos	TR=10 Anos	TR=25 Anos	TR=50 Anos
GEOMETRIA	Atual	Área Inundável (km²)	-	-	0,014	0,020
		Lâmina d'água (m)	-	-	0,300	0,350
	25-A	Área Inundável (km²)	-	-	-	0,006
		Lâmina d'água (m)	-	-	-	0,307
	25-B	Área Inundável (km²)	-	-	-	-
		Lâmina d'água (m)	-	-	-	-
	25-C	Área Inundável (km²)	-	-	-	-
		Lâmina d'água (m)	-	-	-	-

O valor médio do metro quadrado das edificações na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim foi estimado em R\$990,41 a partir de pesquisas realizadas no mercado imobiliário de Joinville. Os benefícios por danos evitados estimados para as alternativas de projeto estão apresentados nos Quadros 3.11, 3.12 e 3.13.

QUADRO 3.11
BENEFÍCIOS ECONÔMICOS PARA ALTERNATIVA A – TR 25 ANOS

Tr Chuva	PROBABILIDADE				R\$	
Obra	0,2	0,1	0,04	0,02	Prejuízo Esperado	Benefícios Incrementais
Atual	-	-	606.442	1.064.628	45.550	-
25-A	-	-	-	271.832	5.437	40.114

QUADRO 3.12
BENEFÍCIOS ECONÔMICOS PARA ALTERNATIVA B – TR 25 ANOS

Tr Chuva	PROBABILIDADE				R\$	
Obra	0,2	0,1	0,04	0,02	Prejuízo Esperado	Benefícios Incrementais
Atual	-	-	606.442	1.064.628	45.550	-
25-B	-	-	-	645	13	45.537

QUADRO 3.13
BENEFÍCIOS ECONÔMICOS PARA ALTERNATIVA C – TR 25 ANOS

Tr Chuva	PROBABILIDADE				R\$	
Obra	0,2	0,1	0,04	0,02	Prejuízo Esperado	Benefícios Incrementais
Atual	-	-	606.442	1.064.628	45.550	-
25-C	-	-	-	-	-	45.550

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

existente (situação sem projeto) obtém-se o benefício incremental, ou seja, a redução de danos entre a situação atual e o período de recorrência para o qual o projeto foi dimensionado².

3.3.2 Benefícios por Valorização Imobiliária

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

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

Tendo em vista que a sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim não constava da primeira modelagem hidráulica realizada pelo consórcio, não foram estimados benefícios por valorização imobiliária específicos para esta sub-bacia. Desta forma, utilizou-se o modelo econométrico genérico, simulado para o conjunto de sub-bacias Norte³, com exclusão da sub-bacia do rio Mathias.

O banco de dados foi organizado de forma a representar o mais fidedignamente possível as sub-bacias do Rio Cachoeira, entre elas a sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim. 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*⁴ 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 consequentes exclusões de alguns dados discrepantes foi ajustado um primeiro modelo utilizando como resposta a variável *vm2tot* e como variáveis explicativas: *inunda*, *uso*, *apart*, *casa*, *loja*, *galpão*, *bacia* e *estrutura*, resultando nos coeficientes apresentados no Quadro 3.14.

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

³ O modelo incluiu o conjunto das seguintes sub bacias: Alvino Vohl, Bom Retiro, Canal Aracaju, Canal Salvador, Leito Antigo, Luiz Tonemann, Mirandinha, Nascente e Walter Brant

⁴ Variável que assume apenas os valores 0 (zero) ou 1 (um) após o ajuste das respostas segundo as características da variável.

QUADRO 3.14
COEFICIENTES PARA ESTIMATIVA DO MODELO DE VALORIZAÇÃO IMOBILIÁRIA

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

a variável dependente: vm2

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

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

ou seja, o valor do metro quadrado total é valorizado⁵ em 6,92% após a implantação do projeto.

Os Quadros 3.15 a 3.18 apresentam os resultados para o modelo final ajustado e através destas observa-se que o modelo ajustado explica 21% do valor do metro quadrado total sendo o restante explicado por variáveis que não puderam ser mensuradas, interpretação esta que pôde ser obtida devido ao valor da estatística R ajustado.

QUADRO 3.15
ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

	Média	Desvio Padrão	N
lnvm2	4,5637	0,62388	6661
apart	0,03	0,156	6661
galpao	0,05	0,224	6661
estrutr1	0,18	0,384	6661
inunda	0,57	0,496	6661
baciar	5,79	3,018	6661

⁵ Para uma função onde a transformação do valor do imóvel (y) é logarítmica e a variável de interesse (neste caso, a variável inunda) é dicotômica (0 ou 1) a valorização esperada é assim estimada: $\ln(y) = \alpha - \beta I$, considerando $I = 0$ sem inundações e $I = 1$ com inundações. Temos que para (1) $I = 0$, $\ln(y_{si}) = \alpha$ e para (2) $I = 1$, $\ln(y_{ci}) = \alpha - \beta$. A valorização será calculada pela diferença (1-2).

$\ln(y_{si}) - \ln(y_{ci}) = \alpha - (\alpha - \beta) = \beta$

$\ln(y_{si}/y_{ci}) = \beta = \exp(\beta)$ A valorização relativa é $((y_{si}/y_{ci})/y_{ci}) = ((\exp(\beta))-1)*100$.

QUADRO 3.16**ANOVA**

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

a Variáveis preditoras: (Constante), bacia, apart, galpao, estrut1, inunda

b Variável dependente: Invm2

QUADRO 3.17**COEFICIENTES**

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

QUADRO 3.18**R AJUSTADO**

<i>R</i>	<i>R quadrado</i>	<i>R quadrado corrigida</i>
0,0459(a)	0,0210	0,210

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

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

Para efeitos de avaliação econômica, o valor encontrado é multiplicado ainda pelo fator de conversão padrão, fixado em 0,94 e distribuído no fluxo de caixa descontado em parcelas fixas, devidamente ajustadas pela taxa de oportunidade do capital, entre os anos 2 e 6 do

projeto. Para a sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim, o valor do benefício econômico, calculado conforme os procedimentos descritos acima, atingiu a quantia de R\$290,3 mil para o TR de 25 anos. O detalhamento do modelo de preços hedônicos e os cálculos do benefício econômico estão apresentados na memória de cálculo em volume anexo.

3.3.3 Benefícios de Tráfego

Os benefícios totais de tráfego na bacia hidrográfica do rio Cachoeira foram estimados em R\$ 600.000,00 por ano, já consideradas as probabilidades de ocorrência de inundação para os TRs de 5, 10, 25 e 50 anos. O benefício de tráfego para a sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim é resultado do rateio do benefício total estimado para a bacia do rio Cachoeira de acordo com a proporção da população que sofre com os efeitos da inundação na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim 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\$14.032/ano a preços econômicos. Os detalhamentos dos benefícios de tráfego estão apresentados na memória de cálculo em volume anexo.

3.3.4 Benefícios Indiretos

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

3.4 ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO DAS ALTERNATIVAS

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

Tomando como base os resultados das análises, verificou-se que a alternativa B é aquela que maximiza o retorno econômico, pois apresenta maior VPL entre as alternativas avaliadas. Na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim não ocorreu audiência pública para apresentação das alternativas à população.

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

QUADRO 3.19
ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO – ALTERNATIVA A
SUB BACIA MATILDE AMIM
ALTERNATIVA "A" - 25 ANOS
ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	CUSTOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		
1	-	-	-	-	-	5.569.644		-	-	5.569.644	(5.569.644)
2	4.844	321.706	14.032	68.116	408.697	-		9.977	-	9.977	398.720
3	4.844	321.706	14.032	68.116	408.697	-		9.977	-	9.977	398.720
4	4.844	321.706	14.032	68.116	408.697	-		9.977	-	9.977	398.720
5	4.844	321.706	14.032	68.116	408.697	-		9.977	-	9.977	398.720
6	4.844	321.706	14.032	68.116	408.697	-		9.977	-	9.977	398.720
7	4.844		14.032	3.775	22.651	-		9.977	-	9.977	12.673
8	4.844		14.032	3.775	22.651	-		9.977	-	9.977	12.673
9	4.844		14.032	3.775	22.651	-		9.977	-	9.977	12.673
10	4.844		14.032	3.775	22.651	-		9.977	-	9.977	12.673
11	4.844		14.032	3.775	22.651	-		9.977	-	9.977	12.673
12	4.844		14.032	3.775	22.651	-		9.977	-	9.977	12.673
13	4.844		14.032	3.775	22.651	-		9.977	-	9.977	12.673
14	4.844		14.032	3.775	22.651	-		9.977	-	9.977	12.673
15	4.844		14.032	3.775	22.651	-		9.977	-	9.977	12.673
16	4.844		14.032	3.775	22.651	-		9.977	-	9.977	12.673
17	4.844		14.032	3.775	22.651	-		9.977	-	9.977	12.673
18	4.844		14.032	3.775	22.651	-		9.977	-	9.977	12.673
19	4.844		14.032	3.775	22.651	-		9.977	-	9.977	12.673
20	4.844		14.032	3.775	22.651	-		9.977	-	9.977	12.673
21	4.844		14.032	3.775	22.651	-		9.977	-	9.977	12.673
22	4.844		14.032	3.775	22.651	-		9.977	-	9.977	12.673
23	4.844		14.032	3.775	22.651	-		9.977	-	9.977	12.673
24	4.844		14.032	3.775	22.651	-		9.977	-	9.977	12.673
25	4.844		14.032	3.775	22.651	-		9.977	-	9.977	12.673
VPL	37.707	1.159.677	109.227	261.322	1.567.932	5.569.644	-	77.666	-	5.647.310	(4.079.378)

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

QUADRO 3.20
ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO – ALTERNATIVA B
SUB BACIA MATILDE AMIM
ALTERNATIVA "B" - 25 ANOS
ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	CUSTOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	Resultado Líquido/VPLE TIRE #NÚM!
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		
1	-	-			-	4.693.380		-	-	4.693.380	(4.693.380)
2	5.499	321.706	14.032	68.247	409.483	-		9.977	-	9.977	399.506
3	5.499	321.706	14.032	68.247	409.483	-		9.977	-	9.977	399.506
4	5.499	321.706	14.032	68.247	409.483	-		9.977	-	9.977	399.506
5	5.499	321.706	14.032	68.247	409.483	-		9.977	-	9.977	399.506
6	5.499	321.706	14.032	68.247	409.483	-		9.977	-	9.977	399.506
7	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
8	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
9	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
10	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
11	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
12	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
13	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
14	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
15	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
16	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
17	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
18	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
19	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
20	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
21	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
22	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
23	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
24	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
25	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
VPL	42.805	1.159.677	109.227	262.342	1.574.050	4.693.380	-	77.666	-	4.771.046	(3.196.995)

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

QUADRO 3.21
ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO – ALTERNATIVA C

SUB BACIA MATILDE AMIM

ALTERNATIVA "C" - 25 ANOS

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	CUSTOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		TIRE #NÚM!
1	-	-			-	5.426.576		-	-	5.426.576	(5.426.576)
2	5.500	321.706	14.032	68.248	409.485	-		7.458	-	7.458	402.028
3	5.500	321.706	14.032	68.248	409.485	-		7.458	-	7.458	402.028
4	5.500	321.706	14.032	68.248	409.485	-		7.458	-	7.458	402.028
5	5.500	321.706	14.032	68.248	409.485	-		7.458	-	7.458	402.028
6	5.500	321.706	14.032	68.248	409.485	-		7.458	-	7.458	402.028
7	5.500		14.032	3.906	23.439	-		7.458	-	7.458	15.981
8	5.500		14.032	3.906	23.439	-		7.458	-	7.458	15.981
9	5.500		14.032	3.906	23.439	-		7.458	-	7.458	15.981
10	5.500		14.032	3.906	23.439	-		7.458	-	7.458	15.981
11	5.500		14.032	3.906	23.439	-		7.458	-	7.458	15.981
12	5.500		14.032	3.906	23.439	-		7.458	-	7.458	15.981
13	5.500		14.032	3.906	23.439	-		7.458	-	7.458	15.981
14	5.500		14.032	3.906	23.439	-		7.458	-	7.458	15.981
15	5.500		14.032	3.906	23.439	-		7.458	-	7.458	15.981
16	5.500		14.032	3.906	23.439	-		7.458	-	7.458	15.981
17	5.500		14.032	3.906	23.439	-		7.458	-	7.458	15.981
18	5.500		14.032	3.906	23.439	-		7.458	-	7.458	15.981
19	5.500		14.032	3.906	23.439	-		7.458	-	7.458	15.981
20	5.500		14.032	3.906	23.439	-		7.458	-	7.458	15.981
21	5.500		14.032	3.906	23.439	-		7.458	-	7.458	15.981
22	5.500		14.032	3.906	23.439	-		7.458	-	7.458	15.981
23	5.500		14.032	3.906	23.439	-		7.458	-	7.458	15.981
24	5.500		14.032	3.906	23.439	-		7.458	-	7.458	15.981
25	5.500		14.032	3.906	23.439	-		7.458	-	7.458	15.981
VPL	42.817	1.159.677	109.227	262.344	1.574.065	5.426.576	-	58.053	-	5.484.629	(3.910.564)

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

QUADRO 3.22
SÍNTESE DOS RESULTADOS – SELEÇÃO DA ALTERNATIVA

Alternativa	RANKING - POSIÇÃO	Benefícios					Custo			Resultados		Índices		
		Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos	Benefício Total	Investimentos	O&M	Custo Total	VPL	TIR	VPL	Benefícios	Custos
ALTERNATIVA "B" - 25 ANOS	1	42.805,11	1.159.676,65	109.226,91	262.341,73	1.574.050,41	4.693.379,51	77.666,04	4.771.045,55	-3.196.995,15	#NÚM!	0,78	1,00	0,84
ALTERNATIVA "C" - 25 ANOS	2	42.817,24	1.159.676,65	109.226,91	262.344,16	1.574.064,95	5.426.575,98	58.053,17	5.484.629,15	-3.910.564,20	#NÚM!	0,96	1,00	0,97
ALTERNATIVA "A" - 25 ANOS	3	37.706,80	1.159.676,65	109.226,91	261.322,07	1.567.932,43	5.569.643,91	77.666,04	5.647.309,95	-4.079.377,52	#NÚM!	1,00	1,00	1,00
Escolha Econômica														
Escolha População														

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

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

4. ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO POR PERÍODO DE RETORNO

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

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

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

4.1 DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS

Definida a seleção da alternativa B para as obras da sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim, foi realizado o dimensionamento das mesmas para os outros períodos de retorno a serem avaliados nos estudos econômicos, ou seja 5, 10 e 50 anos.

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

QUADRO 4.1

SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – RUA MATILDE AMIM – 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 Matilde Amim	2,00x2,00x449,00	2,00x2,00x449,00	2,00x2,00x449,00	2,00x2,00x449,00
2	Galeria By-Pass Matilde Amim	2,00x2,00x480,00	2,50x2,00x480,00	3,00x2,00x480,00	3,50x2,00x480,00

Galerias

Pontes

Reservatórios

Canais

4.2 CUSTOS POR PERÍODO DE RETORNO

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

QUADRO 4.2
SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – RUA MATILDE AMIM – CUSTOS POR PERÍODO DE RETORNO – PREÇOS FINANCEIROS

<i>Custos Finais (R\$)</i>	<i>TR = 5 Anos</i>	<i>TR = 10 Anos</i>	<i>TR = 25 Anos</i>	<i>TR = 50 Anos</i>
Remoção	-	-	-	-
Construção de Canais	-	-	-	-
Construção de Pontes	-	-	-	-
Construção de Galerias	2.207.539,54	2.662.894,64	3.113.113,95	3.558.197,49
Construção de Reservatórios	-	-	-	-
Total Construção	2.207.539,54	2.662.894,64	3.113.113,95	3.558.197,49
BDI (30%)	662.261,86	798.868,39	933.934,19	1.067.459,25
Total Custos Diretos	2.869.801,40	3.461.763,03	4.047.048,14	4.625.656,74
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	229.584,11	276.941,04	323.763,85	370.052,54
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	86.094,04	103.852,89	121.411,44	138.769,70
Contingência (25%)	717.450,35	865.440,76	1.011.762,04	1.156.414,19
Total Outros Custos	3.902.929,91	4.707.997,72	5.503.985,47	6.290.893,17
Desapropriações	181.026,24	181.026,24	181.026,24	181.026,24
TOTAL	4.083.956,15	4.889.023,96	5.685.011,71	6.471.919,41

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

4.3 BENEFÍCIOS POR PERÍODO DE RETORNO

4.3.1 Benefícios por Danos Evitados

De acordo com a metodologia apresentada anteriormente, foram estimados os parâmetros para área inundada (m^2)⁶, altura média da lâmina d'água das alternativas (m) e o valor de mercado das edificações na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim ($R\$/m^2$) para os TRs de 5, 10, 25 e 50 anos. Estas estimativas, apresentadas no Quadro 4.3, permitem calcular o benefício econômico da alternativa associado ao respectivo período de retorno.

⁶ Os cálculos foram feitos em metros quadrados para aumentar a precisão, mas são indicados em quilômetros quadrados somente para efeito de apresentação.

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

<i>Tr Chuva</i>	<i>5 Anos</i>		<i>10 Anos</i>		<i>25 Anos</i>		<i>50 Anos</i>	
<i>Obra</i>	<i>Área (km²)</i>	<i>h (m)</i>	<i>Área (km²)</i>	<i>h (m)</i>	<i>Área (km²)</i>	<i>h (m)</i>	<i>Área (km²)</i>	<i>h (m)</i>
Atual	-	-	-	-	0,014	0,300	0,020	0,350
5-B	-	-	0,0001	0,250	0,0008	0,250	0,002	0,250
10-B	-	-	-	-	0,0004	0,250	0,0004	0,250
25-B	-	-	-	-	-	-	0,00001	0,250
50-B	-	-	-	-	-	-	-	-

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

QUADRO 4.4
BENEFÍCIOS ECONÔMICOS PARA ALTERNATIVA B

<i>Tr Chuva</i>	<i>PROBABILIDADE</i>				<i>R\$</i>	
<i>Obra</i>	<i>0,2</i>	<i>0,1</i>	<i>0,04</i>	<i>0,02</i>	<i>Prejuízo Esperado</i>	<i>Benefícios Incrementais</i>
Atual	-	-	606.442	1.064.628	45.550	-
5-B	-	6.115	31.812	71.916	3.322	42.228
10-B	-	-	15.026	14.556	892	44.658
25-B	-	-	-	645	13	45.537
50-B	-	-	-	-	-	45.550

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

4.3.2 Benefícios de Valorização Imobiliária por Período de retorno

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

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

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

<i>Período de Retorno</i>	<i>Benefícios por Valorização Imobiliária (R\$)</i>
5	390.902
10	508.173
25	1.159.677
50	1.602.699

4.3.3 Benefícios de Tráfego

Conforme metodologia já apresentada anteriormente, o benefício de tráfego para a sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim é resultado do rateio do benefício total estimado para a bacia do rio Cachoeira de acordo com a proporção da população que sofre com os efeitos da inundação na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim em relação à população que sofre os efeitos da inundação na bacia do rio Cachoeira, devidamente ajustada aos respectivos tempos de retorno. Os benefícios imputados na análise econômica estão apresentados no Quadro 4.6. Os detalhamentos dos benefícios de tráfego estão apresentados na memória de cálculo em volume anexo.

QUADRO 4.6
BENEFÍCIOS DE TRÁFEGO POR PERÍODO DE RETORNO

<i>Período de Retorno</i>	<i>Benefícios por Tráfego (R\$)</i>
5	36.818
10	47.863
25	109.227
50	150.954

4.3.4 Benefícios Indiretos

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

4.4 RESULTADOS DA ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO

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

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

Embora os estudos de avaliação econômica demonstrem que não há retorno econômico para esta obra, com valores decrescentes de VPL em função do período de retorno, resultante do aumento do custo das obras com insuficiência de retorno econômico. A prática brasileira costuma projetar as obras de drenagem para períodos de retorno não inferiores a 10 anos, sendo comum a adoção de valores superiores, como por exemplo a legislação do Estado de São Paulo que não permite ao DAEE (órgão outorgante de obras de drenagem no Estado de São Paulo) aprovar obras de macrodrenagem com período inferior a 25 anos. Assim, o Consórcio optou por dimensionar as obras de macrodrenagem da sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para um período de retorno de 25 anos, segunda colocada no ranking econômico.

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

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

SUB BACIA MATILDE AMIM
 ALTERNATIVA "B" - TR 5 ANOS
 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	CUSTOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	Resultado Líquido/VPLE TIRE #DIV/0!
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		
1	-	-	-	-	-	3.380.780		-	-	3.380.780	(3.380.780)
2	5.099	108.440	4.730	23.654	141.923	-		9.977	-	9.977	131.946
3	5.099	108.440	4.730	23.654	141.923	-		9.977	-	9.977	131.946
4	5.099	108.440	4.730	23.654	141.923	-		9.977	-	9.977	131.946
5	5.099	108.440	4.730	23.654	141.923	-		9.977	-	9.977	131.946
6	5.099	108.440	4.730	23.654	141.923	-		9.977	-	9.977	131.946
7	5.099		4.730	1.966	11.795	-		9.977	-	9.977	1.818
8	5.099		4.730	1.966	11.795	-		9.977	-	9.977	1.818
9	5.099		4.730	1.966	11.795	-		9.977	-	9.977	1.818
10	5.099		4.730	1.966	11.795	-		9.977	-	9.977	1.818
11	5.099		4.730	1.966	11.795	-		9.977	-	9.977	1.818
12	5.099		4.730	1.966	11.795	-		9.977	-	9.977	1.818
13	5.099		4.730	1.966	11.795	-		9.977	-	9.977	1.818
14	5.099		4.730	1.966	11.795	-		9.977	-	9.977	1.818
15	5.099		4.730	1.966	11.795	-		9.977	-	9.977	1.818
16	5.099		4.730	1.966	11.795	-		9.977	-	9.977	1.818
17	5.099		4.730	1.966	11.795	-		9.977	-	9.977	1.818
18	5.099		4.730	1.966	11.795	-		9.977	-	9.977	1.818
19	5.099		4.730	1.966	11.795	-		9.977	-	9.977	1.818
20	5.099		4.730	1.966	11.795	-		9.977	-	9.977	1.818
21	5.099		4.730	1.966	11.795	-		9.977	-	9.977	1.818
22	5.099		4.730	1.966	11.795	-		9.977	-	9.977	1.818
23	5.099		4.730	1.966	11.795	-		9.977	-	9.977	1.818
24	5.099		4.730	1.966	11.795	-		9.977	-	9.977	1.818
25	5.099		4.730	1.966	11.795	-		9.977	-	9.977	1.818
VPL	39.694	390.902	36.818	93.483	560.897	3.380.780	-	77.666	-	3.458.446	(2.897.549)
*Inclui-se imprevistos de obras, administração e supervisão.										B/C	0,16

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

SUB BACIA MATILDE AMIM
 ALTERNATIVA "B" - TR 10 ANOS
 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	CUSTOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		TIRE #DIV/0!
1	-	-			-	4.040.802		-	-	4.040.802	(4.040.802)
2	5.393	140.972	6.149	30.503	183.016	-		9.977	-	9.977	173.039
3	5.393	140.972	6.149	30.503	183.016	-		9.977	-	9.977	173.039
4	5.393	140.972	6.149	30.503	183.016	-		9.977	-	9.977	173.039
5	5.393	140.972	6.149	30.503	183.016	-		9.977	-	9.977	173.039
6	5.393	140.972	6.149	30.503	183.016	-		9.977	-	9.977	173.039
7	5.393		6.149	2.308	13.850	-		9.977	-	9.977	3.872
8	5.393		6.149	2.308	13.850	-		9.977	-	9.977	3.872
9	5.393		6.149	2.308	13.850	-		9.977	-	9.977	3.872
10	5.393		6.149	2.308	13.850	-		9.977	-	9.977	3.872
11	5.393		6.149	2.308	13.850	-		9.977	-	9.977	3.872
12	5.393		6.149	2.308	13.850	-		9.977	-	9.977	3.872
13	5.393		6.149	2.308	13.850	-		9.977	-	9.977	3.872
14	5.393		6.149	2.308	13.850	-		9.977	-	9.977	3.872
15	5.393		6.149	2.308	13.850	-		9.977	-	9.977	3.872
16	5.393		6.149	2.308	13.850	-		9.977	-	9.977	3.872
17	5.393		6.149	2.308	13.850	-		9.977	-	9.977	3.872
18	5.393		6.149	2.308	13.850	-		9.977	-	9.977	3.872
19	5.393		6.149	2.308	13.850	-		9.977	-	9.977	3.872
20	5.393		6.149	2.308	13.850	-		9.977	-	9.977	3.872
21	5.393		6.149	2.308	13.850	-		9.977	-	9.977	3.872
22	5.393		6.149	2.308	13.850	-		9.977	-	9.977	3.872
23	5.393		6.149	2.308	13.850	-		9.977	-	9.977	3.872
24	5.393		6.149	2.308	13.850	-		9.977	-	9.977	3.872
25	5.393		6.149	2.308	13.850	-		9.977	-	9.977	3.872
VPL	41.979	508.173	47.863	119.603	717.618	4.040.802	-	77.666	-	4.118.468	(3.400.850)
*Inclui-se imprevistos de obras, administração e supervisão.										B/C	0,17

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

SUB BACIA MATILDE AMIM
 ALTERNATIVA "B" - TR 25 ANOS
 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	CUSTOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		TIRE #NÚM!
1	-	-			-	4.693.380		-	-	4.693.380	(4.693.380)
2	5.499	321.706	14.032	68.247	409.483	-		9.977	-	9.977	399.506
3	5.499	321.706	14.032	68.247	409.483	-		9.977	-	9.977	399.506
4	5.499	321.706	14.032	68.247	409.483	-		9.977	-	9.977	399.506
5	5.499	321.706	14.032	68.247	409.483	-		9.977	-	9.977	399.506
6	5.499	321.706	14.032	68.247	409.483	-		9.977	-	9.977	399.506
7	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
8	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
9	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
10	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
11	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
12	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
13	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
14	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
15	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
16	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
17	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
18	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
19	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
20	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
21	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
22	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
23	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
24	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
25	5.499		14.032	3.906	23.437	-		9.977	-	9.977	13.459
VPL	42.805	1.159.677	109.227	262.342	1.574.050	4.693.380	-	77.666	-	4.771.046	(3.196.995)
*Inclui-se imprevistos de obras, administração e supervisão.										B/C	0,33

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

SUB BACIA MATILDE AMIM
 ALTERNATIVA "B" - TR 50 ANOS
 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	CUSTOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		TIRE -8,70%
1	-	-			-	5.338.513		-	-	5.338.513	(5.338.513)
2	5.500	444.604	19.392	93.899	563.396	-		9.977	-	9.977	553.419
3	5.500	444.604	19.392	93.899	563.396	-		9.977	-	9.977	553.419
4	5.500	444.604	19.392	93.899	563.396	-		9.977	-	9.977	553.419
5	5.500	444.604	19.392	93.899	563.396	-		9.977	-	9.977	553.419
6	5.500	444.604	19.392	93.899	563.396	-		9.977	-	9.977	553.419
7	5.500		19.392	4.979	29.871	-		9.977	-	9.977	19.894
8	5.500		19.392	4.979	29.871	-		9.977	-	9.977	19.894
9	5.500		19.392	4.979	29.871	-		9.977	-	9.977	19.894
10	5.500		19.392	4.979	29.871	-		9.977	-	9.977	19.894
11	5.500		19.392	4.979	29.871	-		9.977	-	9.977	19.894
12	5.500		19.392	4.979	29.871	-		9.977	-	9.977	19.894
13	5.500		19.392	4.979	29.871	-		9.977	-	9.977	19.894
14	5.500		19.392	4.979	29.871	-		9.977	-	9.977	19.894
15	5.500		19.392	4.979	29.871	-		9.977	-	9.977	19.894
16	5.500		19.392	4.979	29.871	-		9.977	-	9.977	19.894
17	5.500		19.392	4.979	29.871	-		9.977	-	9.977	19.894
18	5.500		19.392	4.979	29.871	-		9.977	-	9.977	19.894
19	5.500		19.392	4.979	29.871	-		9.977	-	9.977	19.894
20	5.500		19.392	4.979	29.871	-		9.977	-	9.977	19.894
21	5.500		19.392	4.979	29.871	-		9.977	-	9.977	19.894
22	5.500		19.392	4.979	29.871	-		9.977	-	9.977	19.894
23	5.500		19.392	4.979	29.871	-		9.977	-	9.977	19.894
24	5.500		19.392	4.979	29.871	-		9.977	-	9.977	19.894
25	5.500		19.392	4.979	29.871	-		9.977	-	9.977	19.894
VPL	42.817	1.602.699	150.954	359.294	2.155.765	5.338.513	-	77.666	-	5.416.179	(3.260.415)
*Inclui-se imprevistos de obras, administração e supervisão.										B/C	0,40

QUADRO 4.11
SÍNTESE DOS RESULTADOS – SELEÇÃO DO TEMPO DE RETORNO

TRs	RANKING - POSIÇÃO	Benefícios					Custo			Resultados		Índices		
		Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos	Benefício Total	Investimentos	O&M	Custo Total	VPL	TIR	VPL	Benefícios	Custos
5 ANOS	1	39.694,25	390.902,24	36.818,06	93.482,91	560.897,46	3.380.780,06	77.666,04	3.458.446,10	-2.897.548,64	#DIV/0!	1,00	1,00	1,00
25 ANOS	2	42.805,11	1.159.676,65	109.226,91	262.341,73	1.574.050,41	4.693.379,51	77.666,04	4.771.045,55	-3.196.995,15	#NÚM!	1,10	2,81	1,38
50 ANOS	3	42.817,24	1.602.699,18	150.954,05	359.294,09	2.155.764,56	5.338.513,03	77.666,04	5.416.179,07	-3.260.414,51	-8,70%	1,13	3,84	1,57
10 ANOS	4	41.978,61	508.172,91	47.863,48	119.603,00	717.618,00	4.040.801,85	77.666,04	4.118.467,89	-3.400.849,89	#DIV/0!	1,17	1,28	1,19
Escolha Econômica														

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

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

5. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

5.1 MODELAGEM DAS SIMULAÇÕES

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

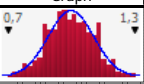
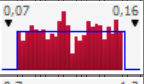
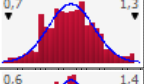
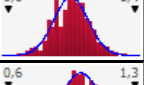
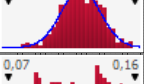
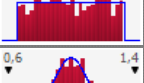
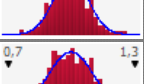
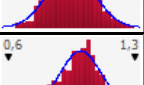

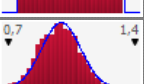
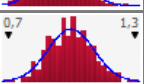
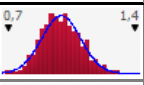
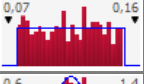
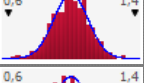
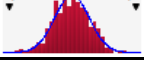
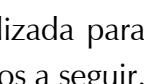
- a) Custos de investimentos;
- b) Taxa de oportunidade do capital;
- c) Benefícios por danos evitados e
- d) Benefícios por valorização imobiliária.

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

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

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

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

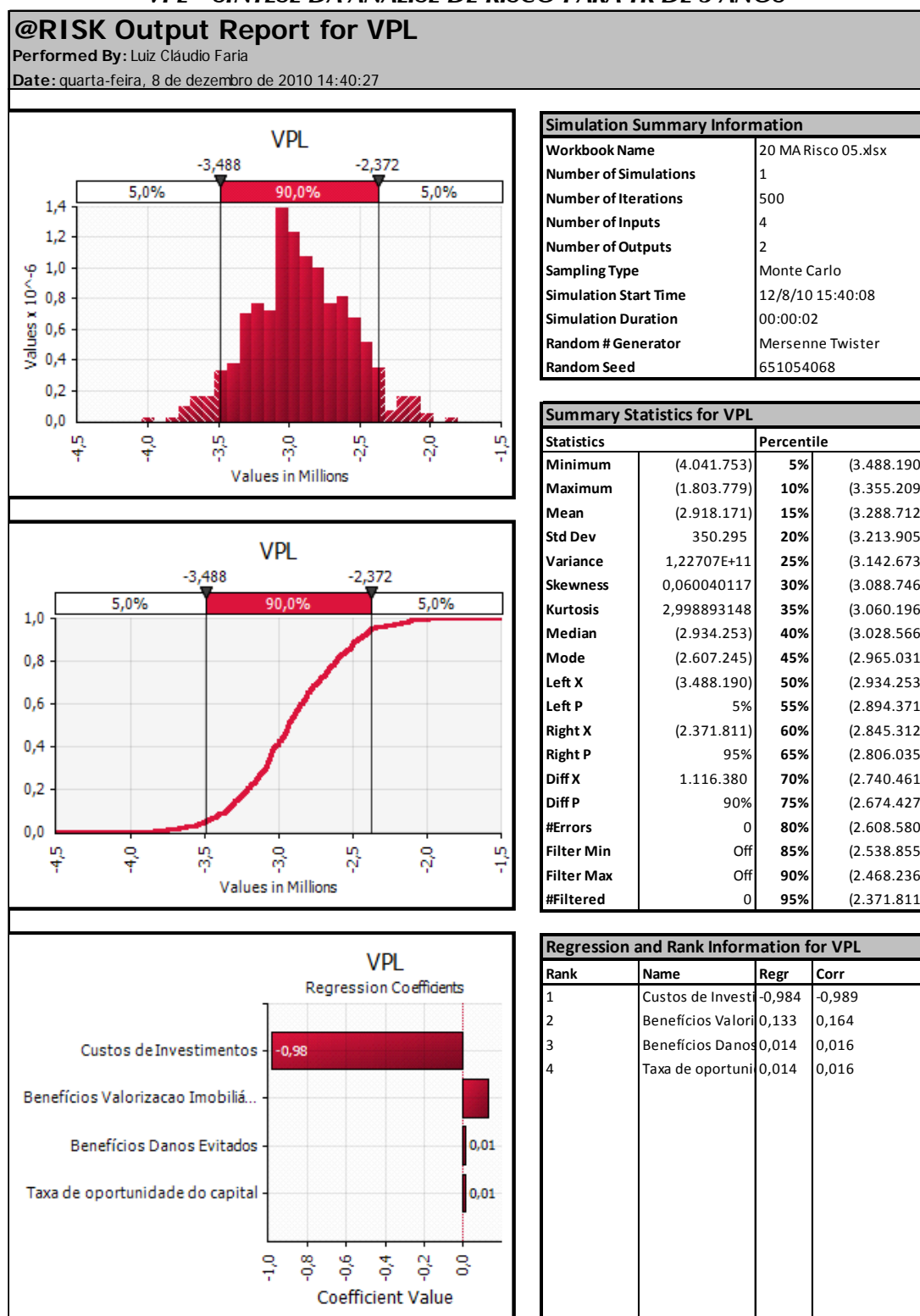
@RISK Input Results Performed By: Luiz Cláudio Faria Date: quarta-feira, 08 de dezembro de 2010 11:07:05									
	Name	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
TR 5 ANOS	Benefícios Valorização Imobiliária	B11		,72425	1,00179	1,28770	,84189	1,16025	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		,08015	,11543	,14946	,08391	,14629	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,70630	1,00352	1,28311	,83931	1,17491	0
	Custos de Investimentos	B15		,68858	1,00590	1,32866	,84253	1,16900	0
TR 10 ANOS	Benefícios Valorização Imobiliária	B11		,69653	1,00695	1,26721	,84963	1,16337	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		,08010	,11539	,14986	,08383	,14647	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,69985	,99800	1,32782	,83649	1,15589	0
	Custos de Investimentos	B15		,75920	1,00369	1,28181	,85353	1,15990	0
TR 25 ANOS	Benefícios Valorização Imobiliária	B11		,65891	1,00254	1,29913	,82995	1,16836	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		,08005	,11345	,14990	,08389	,14631	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,72942	,99413	1,34506	,83806	1,15631	0
	Custos de Investimentos	B15		,71456	,99957	1,29178	,84766	1,15056	0
TR 50 ANOS	Benefícios Valorização Imobiliária	B11		,71666	1,00401	1,30252	,85008	1,17380	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		,08021	,11464	,14986	,08326	,14608	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,65491	1,00076	1,32577	,82537	1,17388	0
	Custos de Investimentos	B15		,67229	1,00336	1,32426	,83911	1,16937	0

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

5.1.1 Análise de Risco para Período de Retorno de 5 Anos

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

QUADRO 5.2
VPL – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR DE 5 ANOS



Com base nos quadros acima pode-se observar os efeitos das simulações realizadas nos resultados do VPL para o dimensionamento com tempo de retorno de 5 anos. As simulações para a TIR não encontram resultados válidos após 2000 simulações, em função das características do fluxo de caixa do projeto.

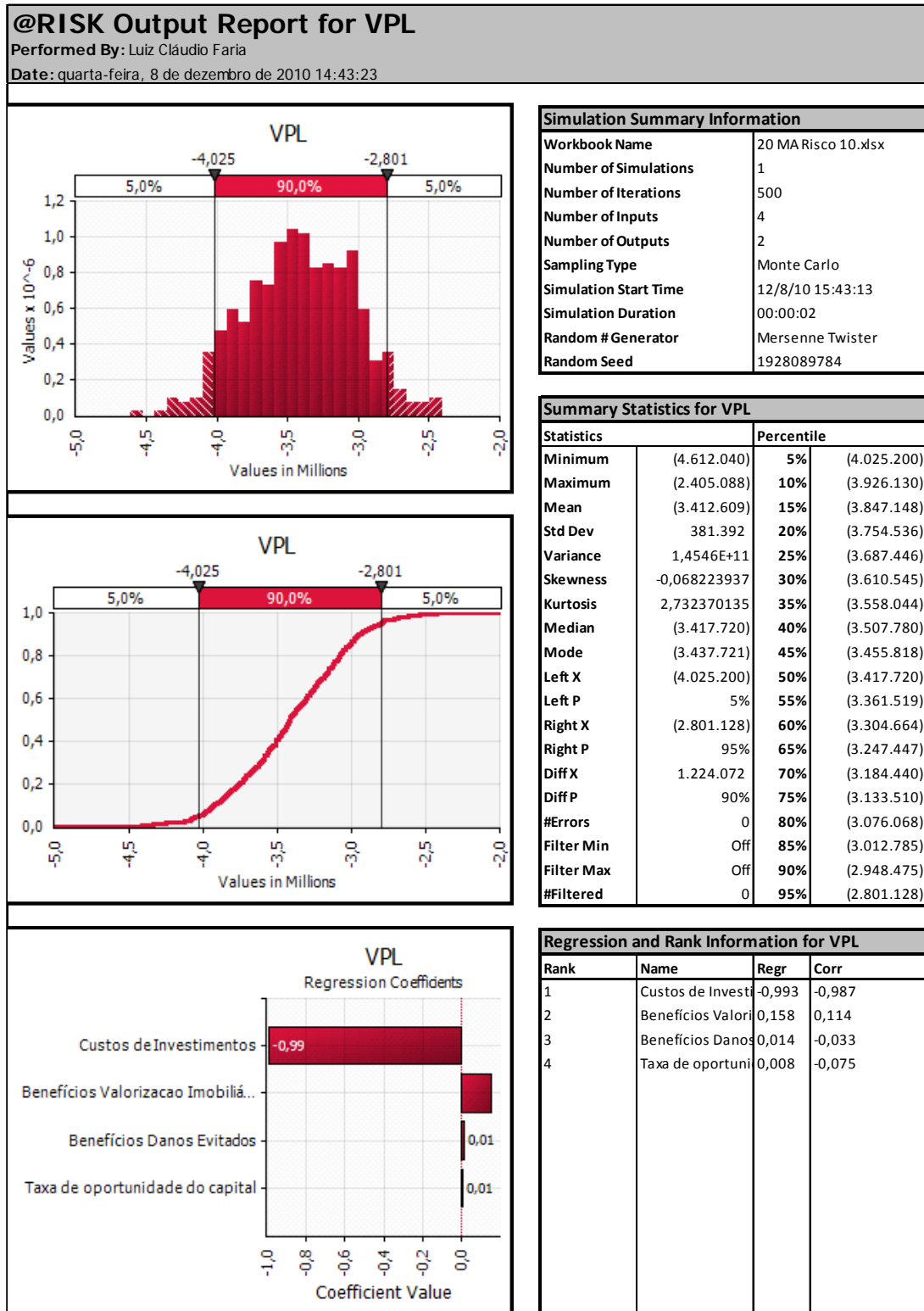
O Quadro 5.2 indica ainda que há uma probabilidade de 90% de que o VPL esteja situado entre **-R\$3,488** milhões e **-R\$2,372** milhões. A relação benefícios/custo da alternativa é extremamente baixa, atingindo o índice de 0,16, ou seja, para cada unidade de custo a alternativa gera apenas 0,16 unidades de benefício, evidenciando que o projeto nestas condições deveria ser desconsiderado.

5.1.2 Análise de Risco para Período de Retorno de 10 Anos

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

QUADRO 5.3

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



Com base nos quadros acima pode-se observar que o comportamento do VPL nas simulações é idêntico ao já verificado na simulação para o TR de 05 anos, com as variações nos custos de investimentos sendo as únicas que apresentam relevância para os modelos simulados.

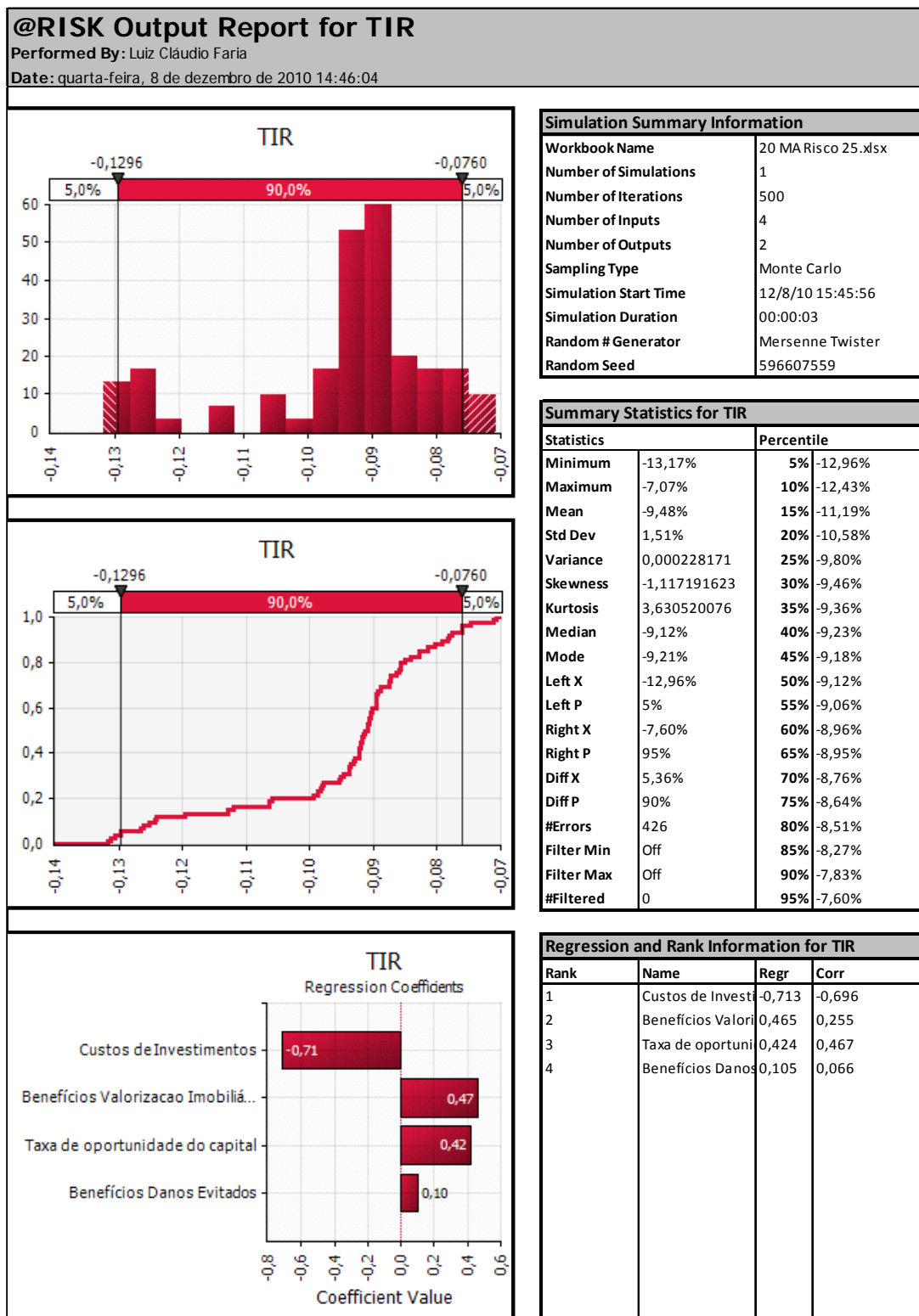
O Quadro 5.3 indica ainda que há uma probabilidade de 90% de que o VPL esteja situado entre **-R\$4,02** milhões e **-R\$2,80** milhões. Conforme já mencionado, em função das características dos fluxos de caixas, a TIR não é estimada. A relação benefícios/custo da alternativa é extremamente baixa, atingindo o índice de 0,17, ou seja, para cada unidade de custo a alternativa gera apenas 0,17 unidades de benefício, evidenciando que o projeto nestas condições deveria ser desconsiderado.

5.1.3 Análise de Risco para Período de Retorno de 25 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 25 anos.

QUADRO 5.4

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



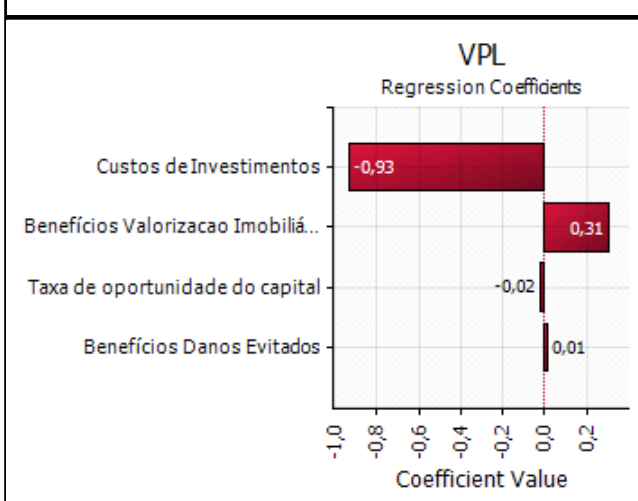
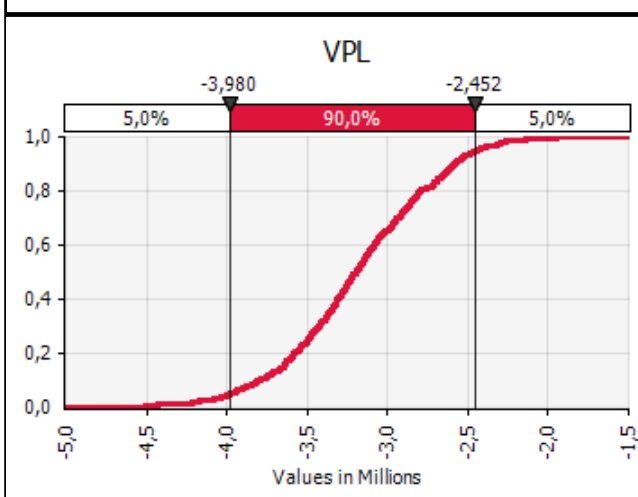
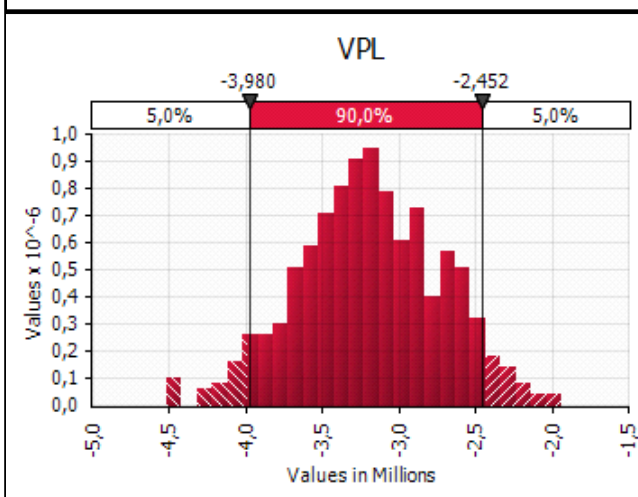
QUADRO 5.5

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

@RISK Output Report for VPL

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: quarta-feira, 8 de dezembro de 2010 14:46:07



Simulation Summary Information

Workbook Name	20 MA Risco 25.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	12/8/10 15:45:56
Simulation Duration	00:00:03
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	596607559

Summary Statistics for VPL

Statistics		Percentile	
Minimum	(4.515.899)	5%	(3.979.731)
Maximum	(1.936.986)	10%	(3.797.850)
Mean	(3.188.339)	15%	(3.660.359)
Std Dev	467.311	20%	(3.580.927)
Variance	2,18379E+11	25%	(3.492.947)
Skewness	-0,090779051	30%	(3.425.490)
Kurtosis	2,87734948	35%	(3.359.740)
Median	(3.193.792)	40%	(3.313.153)
Mode	(3.388.073)	45%	(3.250.394)
Left X	(3.979.731)	50%	(3.193.792)
Left P	5%	55%	(3.142.912)
Right X	(2.451.527)	60%	(3.082.946)
Right P	95%	65%	(3.017.350)
Diff X	1.528.204	70%	(2.934.939)
Diff P	90%	75%	(2.856.322)
#Errors	0	80%	(2.795.754)
Filter Min	Off	85%	(2.667.146)
Filter Max	Off	90%	(2.588.251)
#Filtered	0	95%	(2.451.527)

Regression and Rank Information for VPL

Rank	Name	Regr	Corr
1	Custos de Invest	-0,934	-0,947
2	Benefícios Valori	0,307	0,342
3	Taxa de oportuni	-0,017	0,065
4	Benefícios Danos	0,011	0,075

Com base nos quadros acima pode-se verificar que o comportamento do VPL nas simulações é idêntico ao já verificado na simulação para o TR de 05 anos, com as variações nos custos de investimentos sendo as únicas que apresentam relevância para os modelos simulados. As variações da TIR, calculada para o tempo de 25 anos estão sensivelmente atreladas aos Custos de Investimentos e em menor grau aos Benefícios por Valorização Imobiliária.

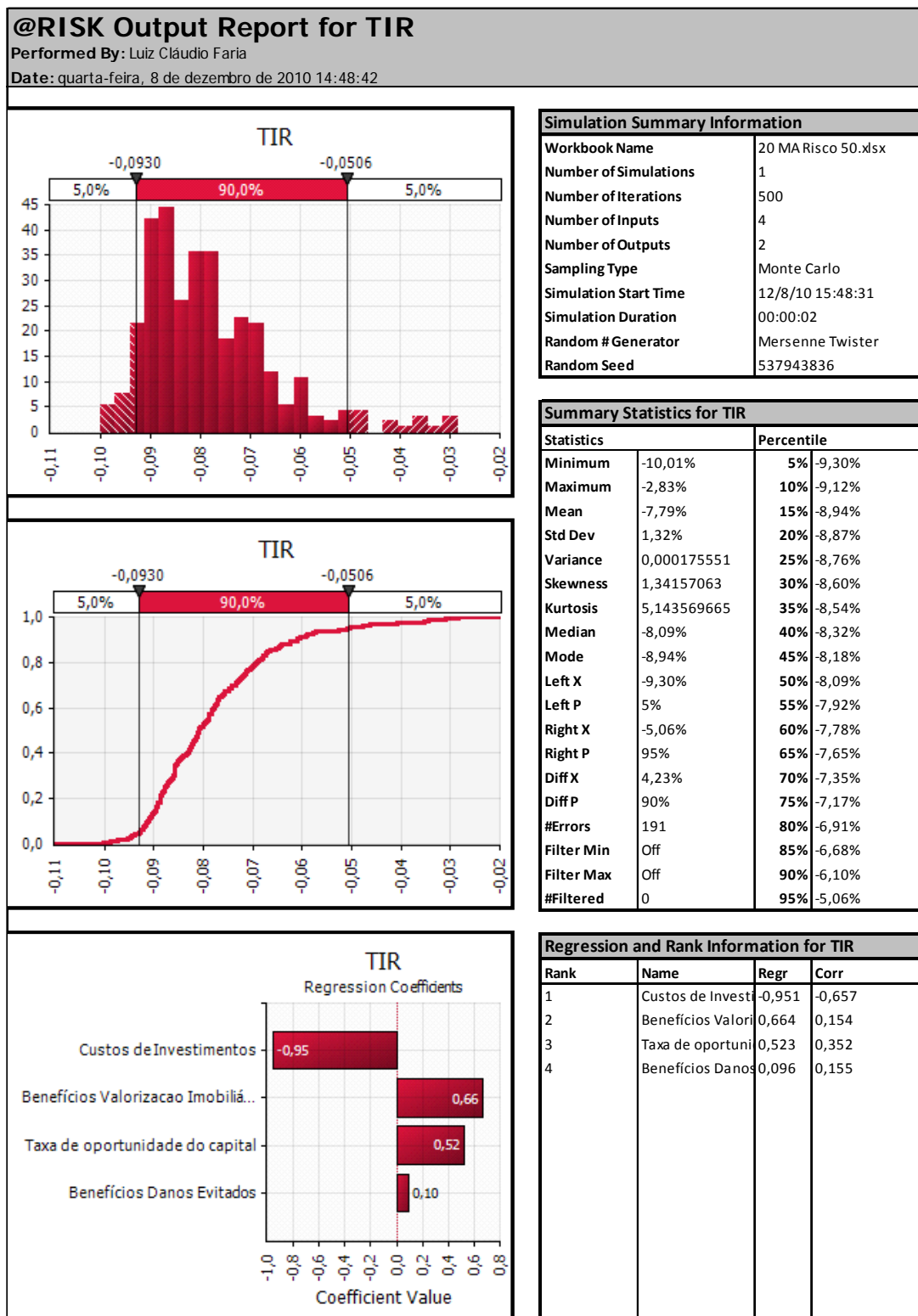
Os Quadros 5.4 e 5.5 indicam ainda que há uma probabilidade de 90% de que o VPL esteja no intervalo entre **-R\$3,980** milhões e **-R\$2,452** milhões. Conforme mencionado acima a TIR está situada entre **-12,96%** e **-7,59%**. A relação benefícios/custo da alternativa é de 0,33, ou seja, para cada unidade de custo a alternativa gera apenas 0,33 unidades de benefício, evidenciando que o projeto nestas condições deveria ser desconsiderado.

5.1.4 Análise de Risco para Período de Retorno de 50 Anos

O Quadro 5.6 e 5.7 apresentam os resultados das simulações da TIR e do VPL para o dimensionamento com período de retorno de 50 anos.

QUADRO 5.6

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



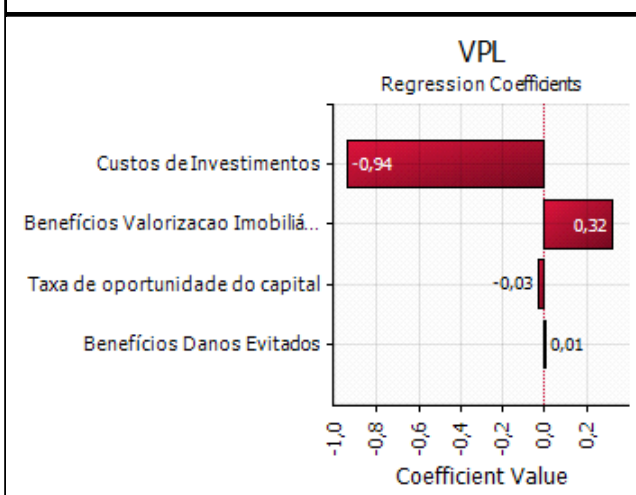
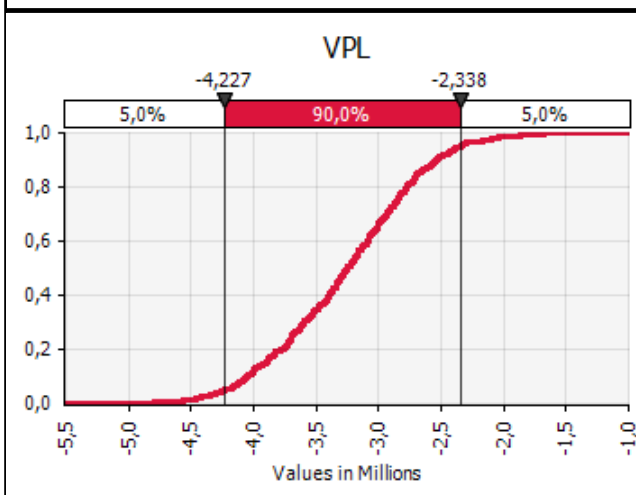
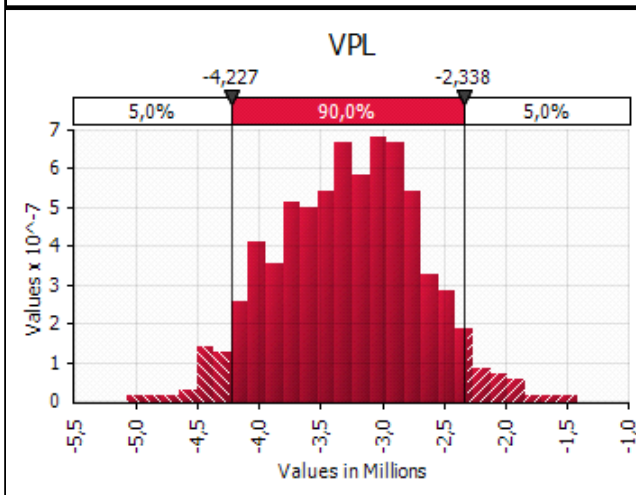
QUADRO 5.7

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

@RISK Output Report for VPL

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: quarta-feira, 8 de dezembro de 2010 14:48:44



Simulation Summary Information

Workbook Name	20 MA Risco 50.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	12/8/10 15:48:31
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	537943836

Summary Statistics for VPL

Statistics		Percentile	
Minimum	(5.071.242)	5%	(4.227.292)
Maximum	(1.416.636)	10%	(4.049.941)
Mean	(3.264.857)	15%	(3.903.906)
Std Dev	585.046	20%	(3.783.984)
Variance	3,42278E+11	25%	(3.697.675)
Skewness	-0,024627088	30%	(3.593.518)
Kurtosis	2,82699336	35%	(3.494.973)
Median	(3.252.975)	40%	(3.392.937)
Mode	(3.163.707)	45%	(3.323.733)
Left X	(4.227.292)	50%	(3.252.975)
Left P	5%	55%	(3.165.729)
Right X	(2.337.796)	60%	(3.084.481)
Right P	95%	65%	(3.009.871)
Diff X	1.889.497	70%	(2.932.251)
Diff P	90%	75%	(2.858.120)
#Errors	0	80%	(2.775.317)
Filter Min	Off	85%	(2.689.680)
Filter Max	Off	90%	(2.536.290)
#Filtered	0	95%	(2.337.796)

Regression and Rank Information for VPL

Rank	Name	Regr	Corr
1	Custos de Investi	-0,939	-0,940
2	Benefícios Valori	0,325	0,350
3	Taxa de oportuni	-0,027	-0,076
4	Benefícios Danos	0,009	-0,009

Com base nos quadros acima pode-se verificar que o comportamento do VPL nas simulações é idêntico ao já verificado na simulação para o TR de 05 anos, com as variações nos custos de investimentos sendo as únicas que apresentam relevância para os modelos simulados. As variações da TIR, calculada para o tempo de 25 anos estão sensivelmente atreladas aos Custos de Investimentos e em menor grau aos Benefícios por Valorização Imobiliária.

Os Quadros 5.6 e 5.7 indicam ainda que há uma probabilidade de 90% de que o VPL esteja no intervalo entre **-R\$4,227** milhões e **-R\$2,338** milhões. Conforme o quadro 34 acima, a TIR está situada entre **-9,3%** e **-5,06%**. A relação benefícios/custo da alternativa é extremamente baixa, atingindo o índice de 0,40, ou seja, para cada unidade de custo a alternativa gera apenas 0,40 unidades de benefício, evidenciando que o projeto nestas condições deveria ser desconsiderado.

5.1.5 Conclusões da Análise de Risco

O Quadro 5.8 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 5.8
SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TIR E VPL POR PERÍODO DE RETORNO

@RISK Output Results									
Performed By: Luiz Cláudio Faria									
Date: quarta-feira, 08 de dezembro de 2010 11:07:05									
	Name	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
TR 5 ANOS	TIR	N11		-21,26%	-18,57%	-16,29%	-21,26%	-16,29%	493
	VPL	N37		(4.041.753)	(2.918.171)	(1.803.779)	(3.488.191)	(2.371.811)	0
TR 10 ANOS	TIR	N11		-21,43%	-18,03%	-15,58%	-19,55%	-16,15%	477
	VPL	N37		(4.612.040)	(3.412.609)	(2.405.088)	(4.025.200)	(2.801.128)	0
TR 25 ANOS	TIR	N11		-13,17%	-9,48%	-7,07%	-12,96%	-7,60%	426
	VPL	N37		(4.515.899)	(3.188.339)	(1.936.986)	(3.979.731)	(2.451.527)	0
TR 50 ANOS	TIR	N11		-10,01%	-7,79%	-2,83%	-9,30%	-5,06%	191
	VPL	N37		(5.071.242)	(3.264.857)	(1.416.636)	(4.227.293)	(2.337.796)	0

Pode-se verificar que os resultados das análises de sensibilidade reforçam as fragilidades das alternativas com relação aos indicadores TIR e VPL. Conforme pode ser observado, as Alternativas TR 25 anos e TR 50 anos são equivalentes, com ligeira vantagem para a Alternativa TR 25 anos, justificando-se a escolha do Consórcio por esta alternativa de projeto.

6. DETALHAMENTO DA ALTERNATIVA SELECIONADA

6.1 DESCRIÇÃO DA ALTERNATIVA

Conforme apresentado nos itens 2.3.2 e 2.4.2 a alternativa B privilegiou a derivação da vazão através de galerias *By-Pass* com o intuito de minimizar os impactos nas desapropriações no entorno do canal natural.

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

O traçado da galeria *By-Pass* na alternativa B foi otimizado buscando diminuir sua extensão e conseqüentemente seu custo.

O desenho 951-PMJ-PDC-A3-P1070 apresenta as características das obras a serem implantadas na sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim, as quais estão resumidas no Quadros 6.1.

QUADRO 6.1

SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – RUA MATILDE AMIM – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS PROPOSTAS

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>
CA-MD-G01	Galeria <i>By-Pass</i> Matilde Amim	Galeria	3,00x2,00x447,34

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

6.2 DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO

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

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

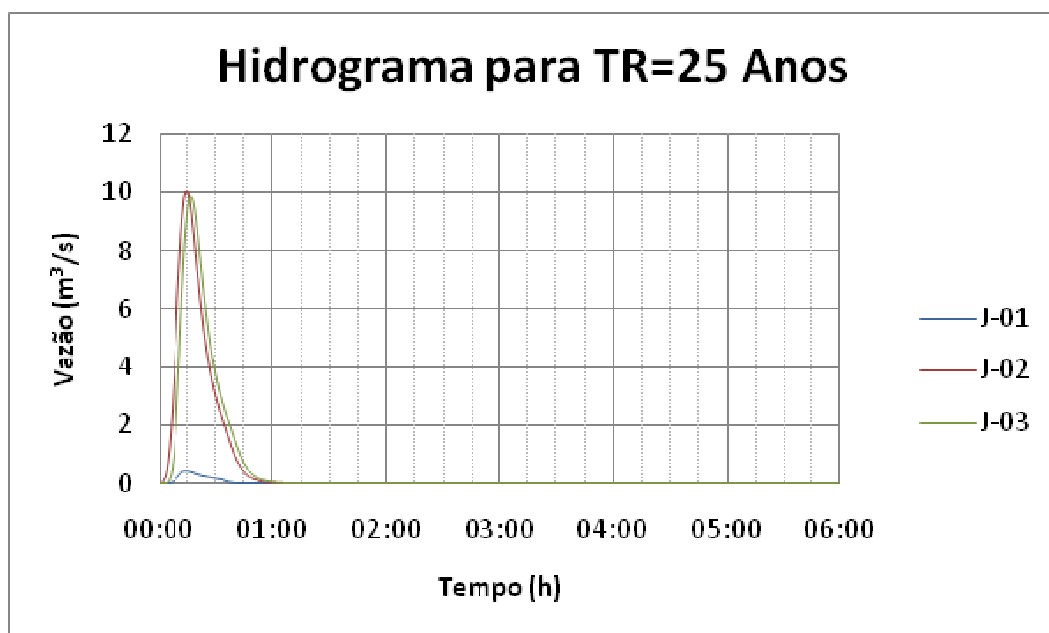


Figura 6.1 – Hidrograma das Junções para Período de Retorno de 25 Anos.

QUADRO 6.2

SUB-BACIA DA VERTENTE DO MORRO DO BOA VISTA – RUA MATILDE AMIM – VAZÕES DE PROJETO EM CADA TRECHO

Propagação/ Trecho	Junção	Área de Drenagem (km ²)	TR=25 Anos
			Vazão (m ³ /s)
P-01	J-01	0,08	0,42
P-02	J-02	0,34	10,06
Rio Cachoeira	J-03	0,34	9,91

6.3 DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

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

O Quadro 6.2 apresenta as vazões de pico ao longo da galeria existente da Vertente Matilde Amim e as vazões de dimensionamento do By-Pass.

QUADRO 6.3

VAZÕES DE PROJETO EM CADA TRECHO

Dispositivos de Drenagem	Vazão (m ³ /s)
Galeria Existente	3,52
Galeria By-Pass - CA-MD-G01	6,54

O dimensionamento do sistema de drenagem da alternativa selecionada foi realizado utilizando como condição de contorno o nível de maré de 1,60m (IBGE). As Figuras 6.2 e 6.4 apresentam os níveis da água para a simulação hidráulica, enquanto as Figuras 6.3 e 6.5 apresentam os perfis de velocidades ao longo da galeria existente e do *By-Pass*.

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 da Vertente Matilde Amim no nível de 0,12 m (IBGE) conforme apresentado no Volume 1 do Relatório R5/R6/R8.

As Figuras 6.6 e 6.8 apresentam os níveis da água para a simulação hidráulica, enquanto as Figuras 6.7 e 6.9 apresentam os perfis de velocidades ao longo da galeria existente e do *By-Pass* 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 da Vertente Matilde Amim no nível de 2,53 m (IBGE) conforme estabelecido no Volume 1 do Relatório R5/R6/R8).

As Figuras 6.10 e 6.12 apresentam os níveis da água para a simulação hidráulica, enquanto as Figuras 6.11 e 6.13 apresentam os perfis de velocidades ao longo da galeria existente e do *By-Pass* para a condição mencionada.

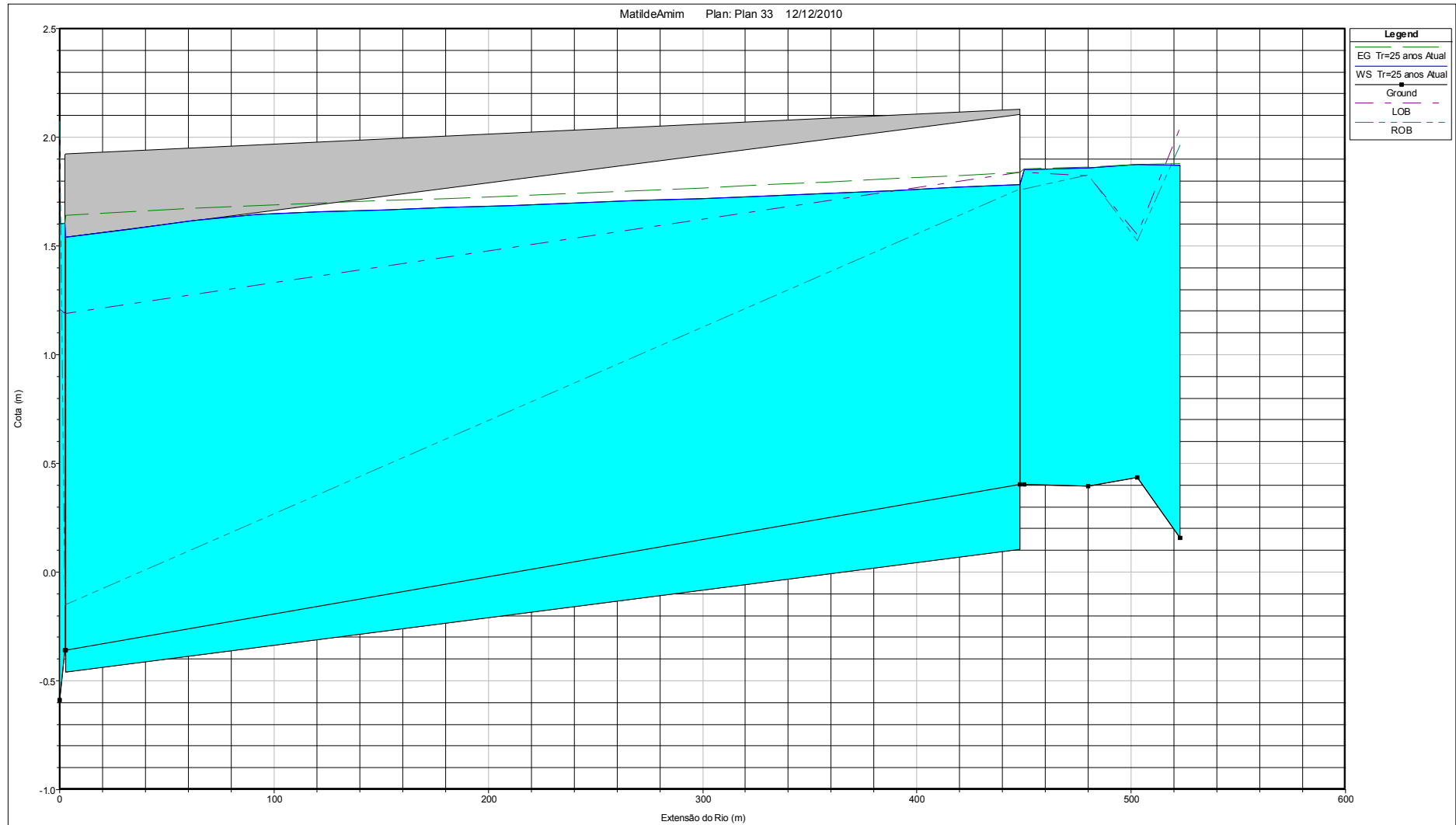


Figura 6.2 – Perfil do N.A. da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa escolhida – Nível de maré = 1,60 m (IBGE) – Galeria Existente.

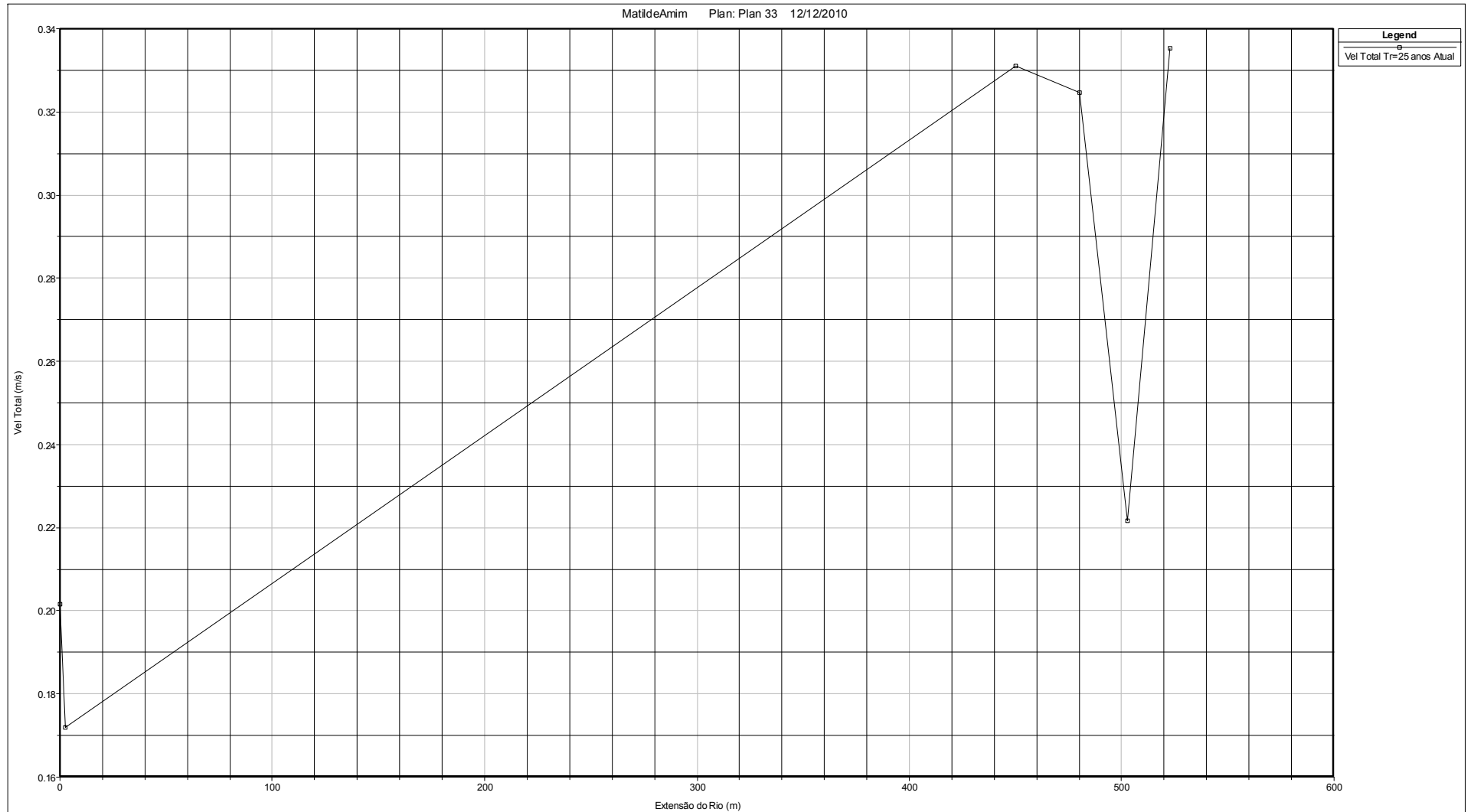


Figura 6.3 – Perfil de Velocidades da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa escolhida – Nível de maré = 1,60 m (IBGE) – Galeria Existente.

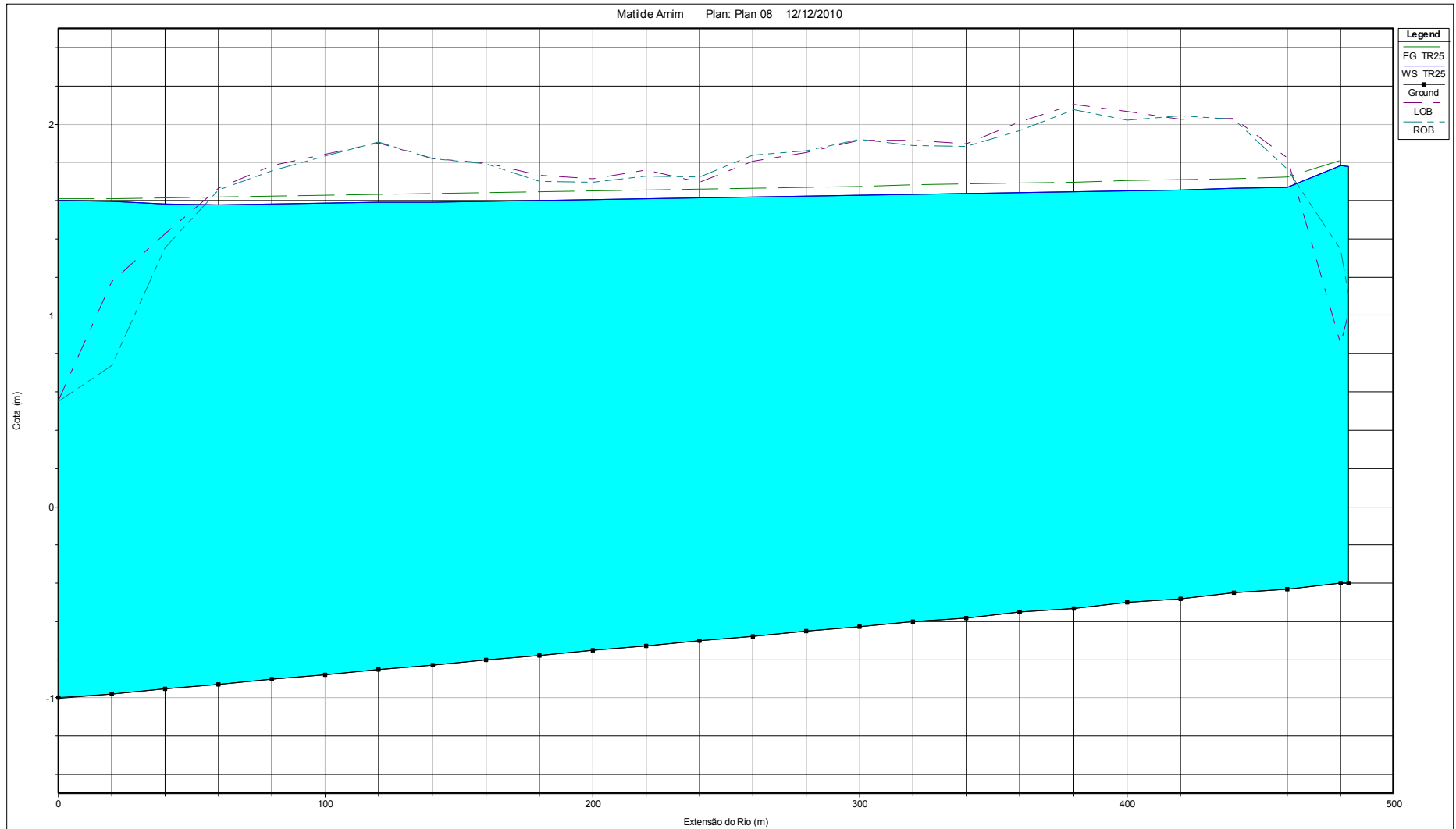


Figura 6.4 – Perfil do N.A. da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa escolhida – Nível de maré = 1,60 m (IBGE) – Galeria CA-MD-G01.

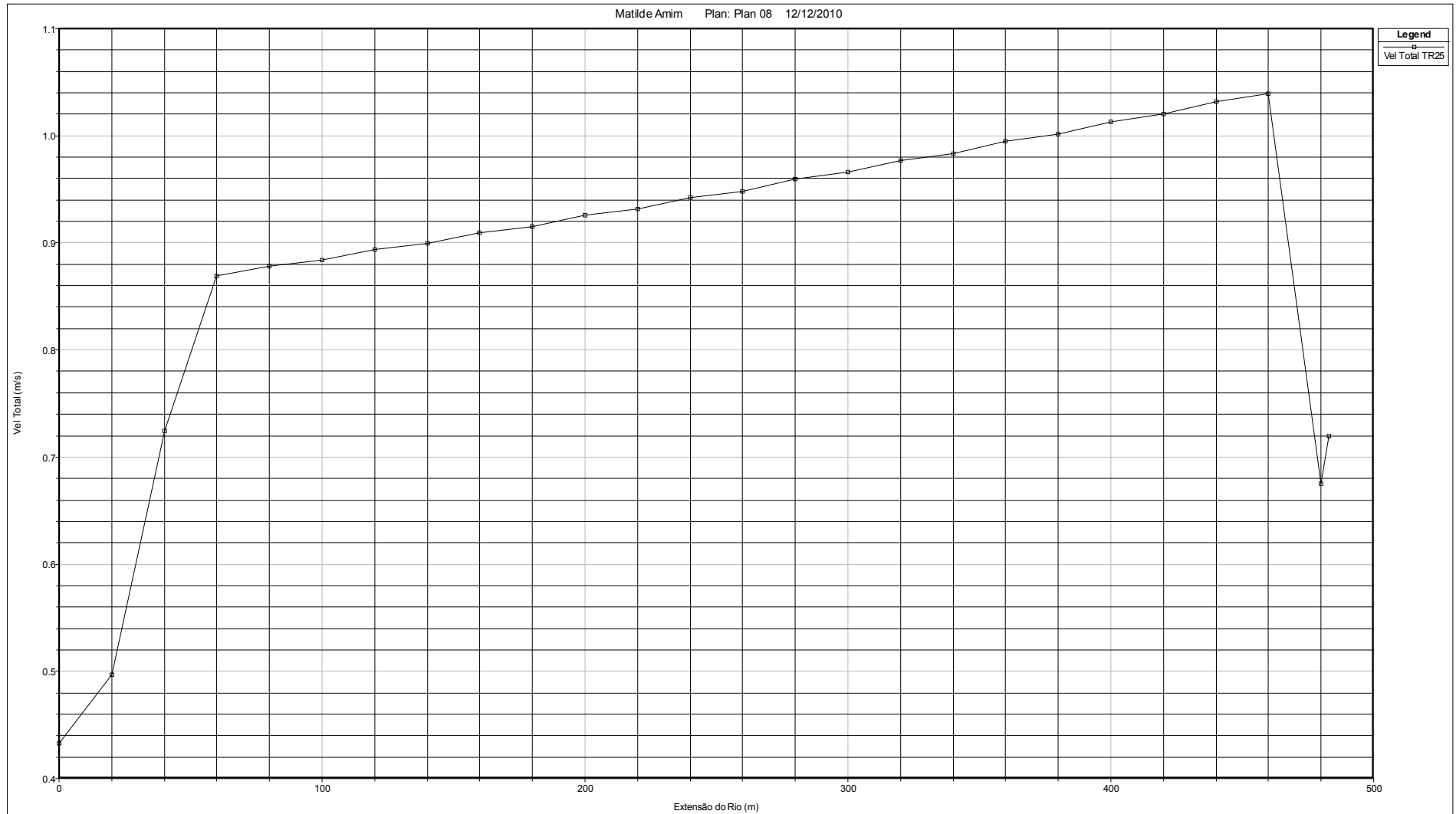


Figura 6.5 – Perfil de Velocidades da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa escolhida – Nível de maré = 1,60 m (IBGE) – Galeria CA-MD-G01.

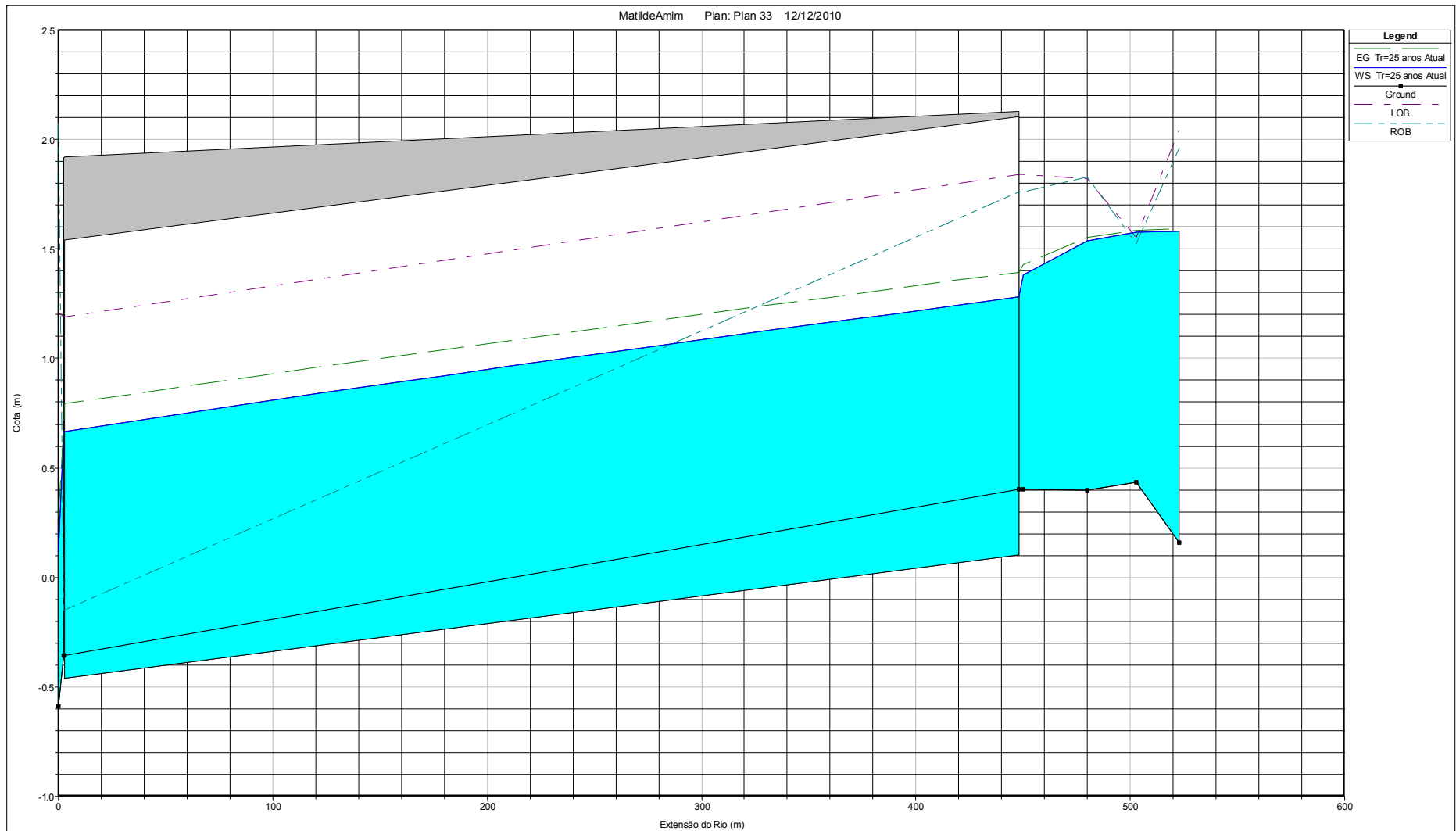


Figura 6.6 – Perfil do N.A. da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa escolhida – Nível de maré = 0,12 m (IBGE) – Galeria Existente.

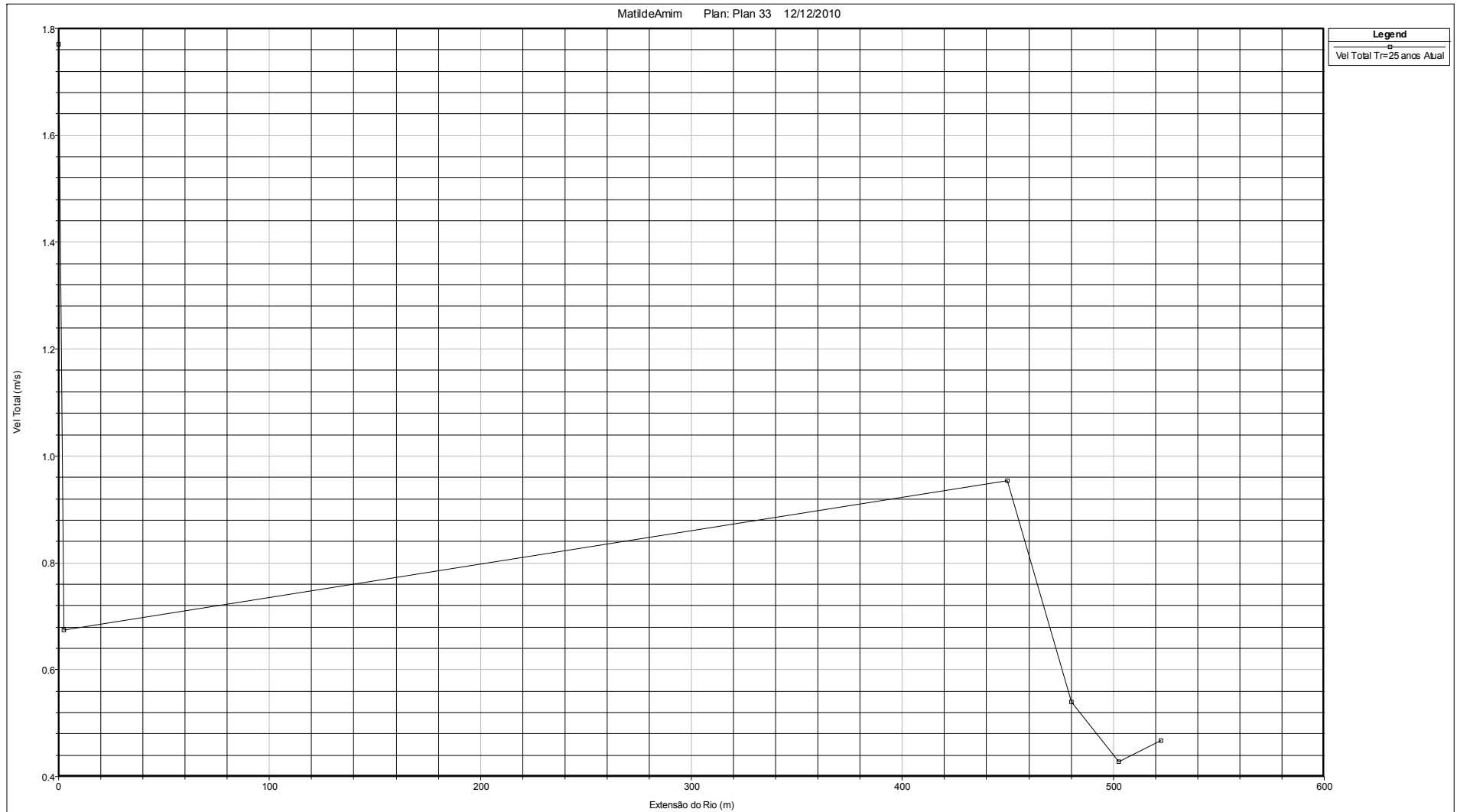


Figura 6.7 – Perfil de Velocidades da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa escolhida – Nível de maré = 0,12 m (IBGE) – Galeria Existente.

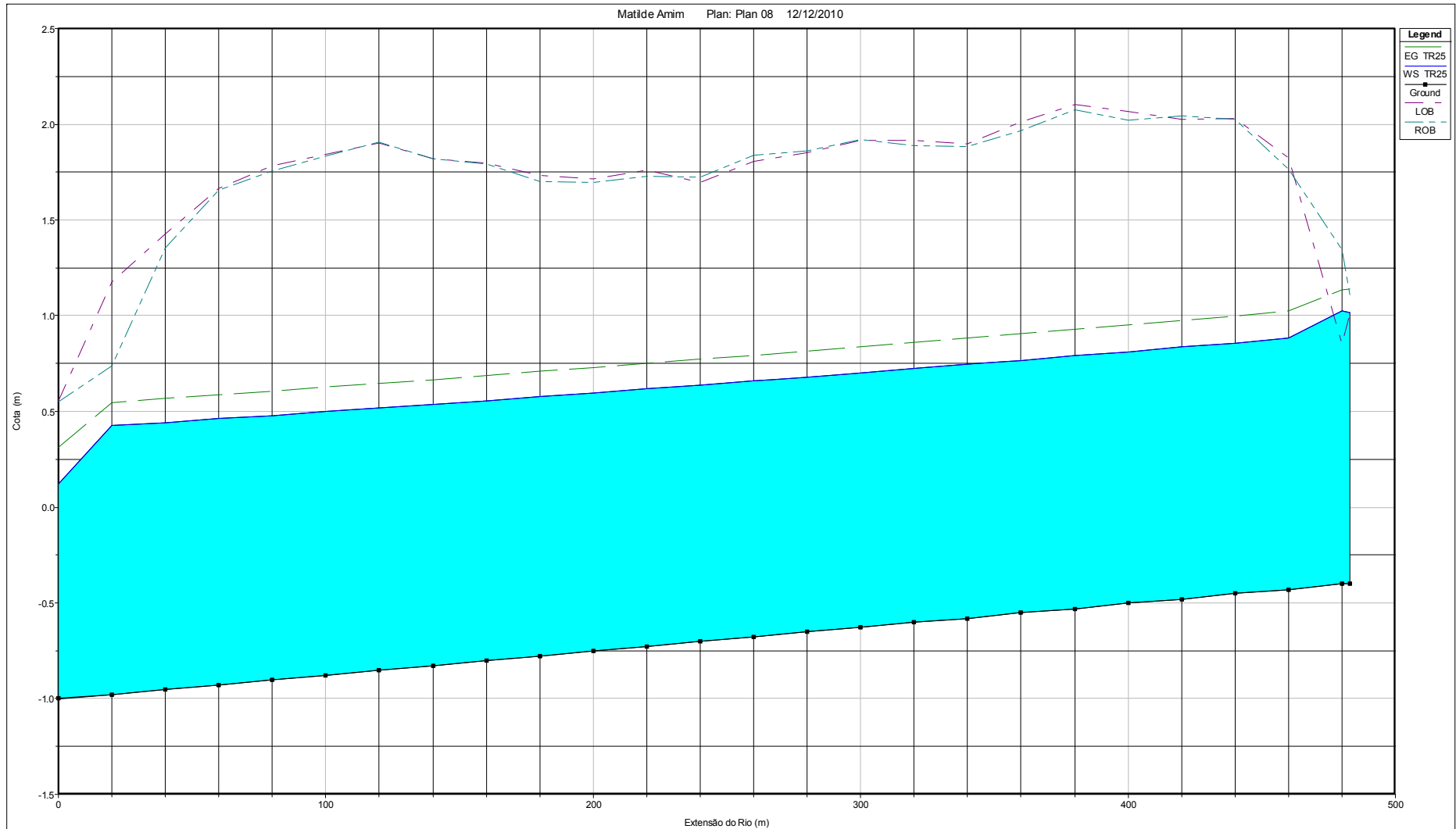


Figura 6.8 – Perfil do N.A. da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa escolhida – Nível de maré = 0,12 m (IBGE) – Galeria CA-MD-G01.

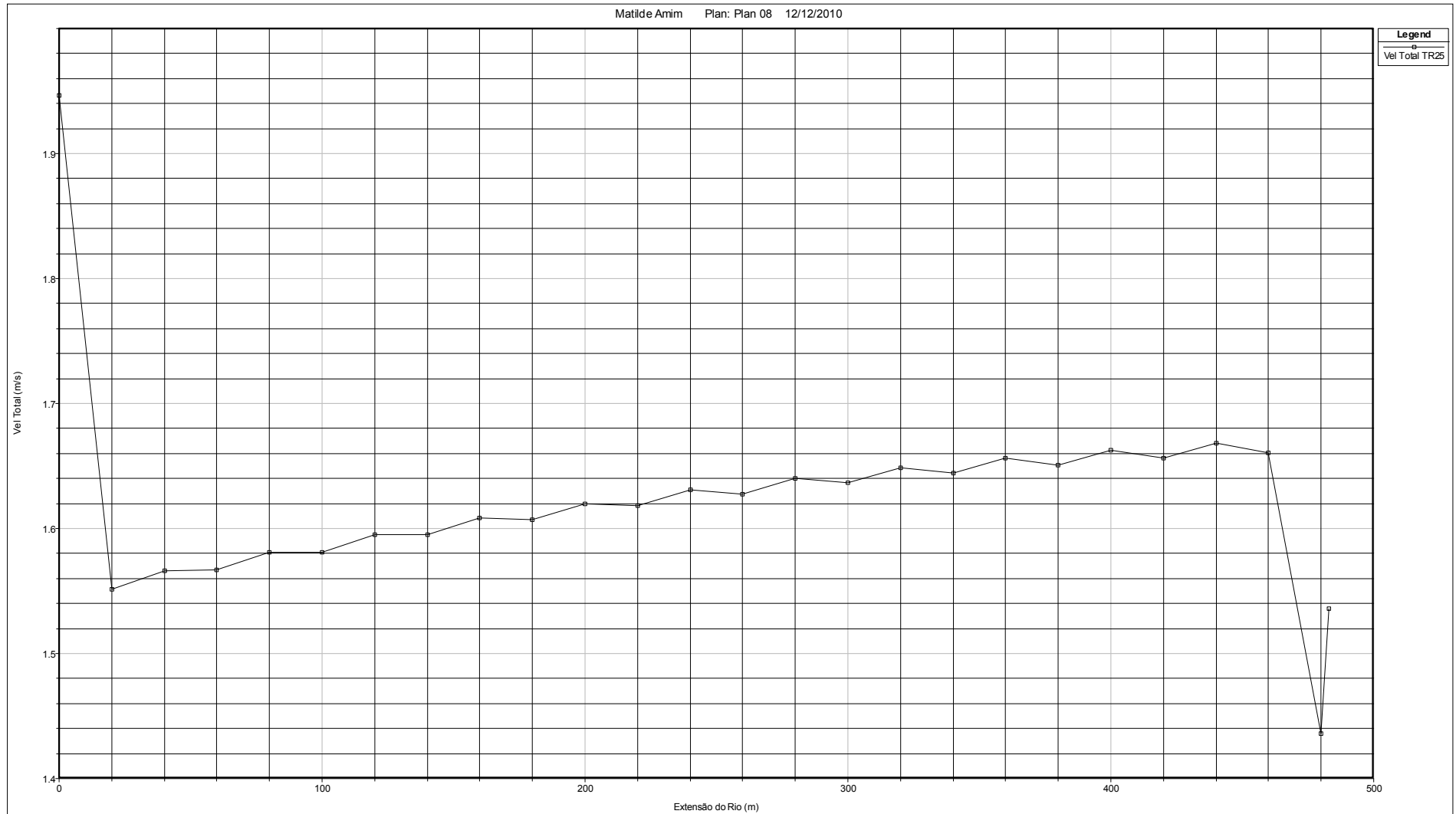


Figura 6.9 – Perfil de Velocidades da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa escolhida – Nível de maré = 0,12 m (IBGE) – Galeria CA-MD-G01.

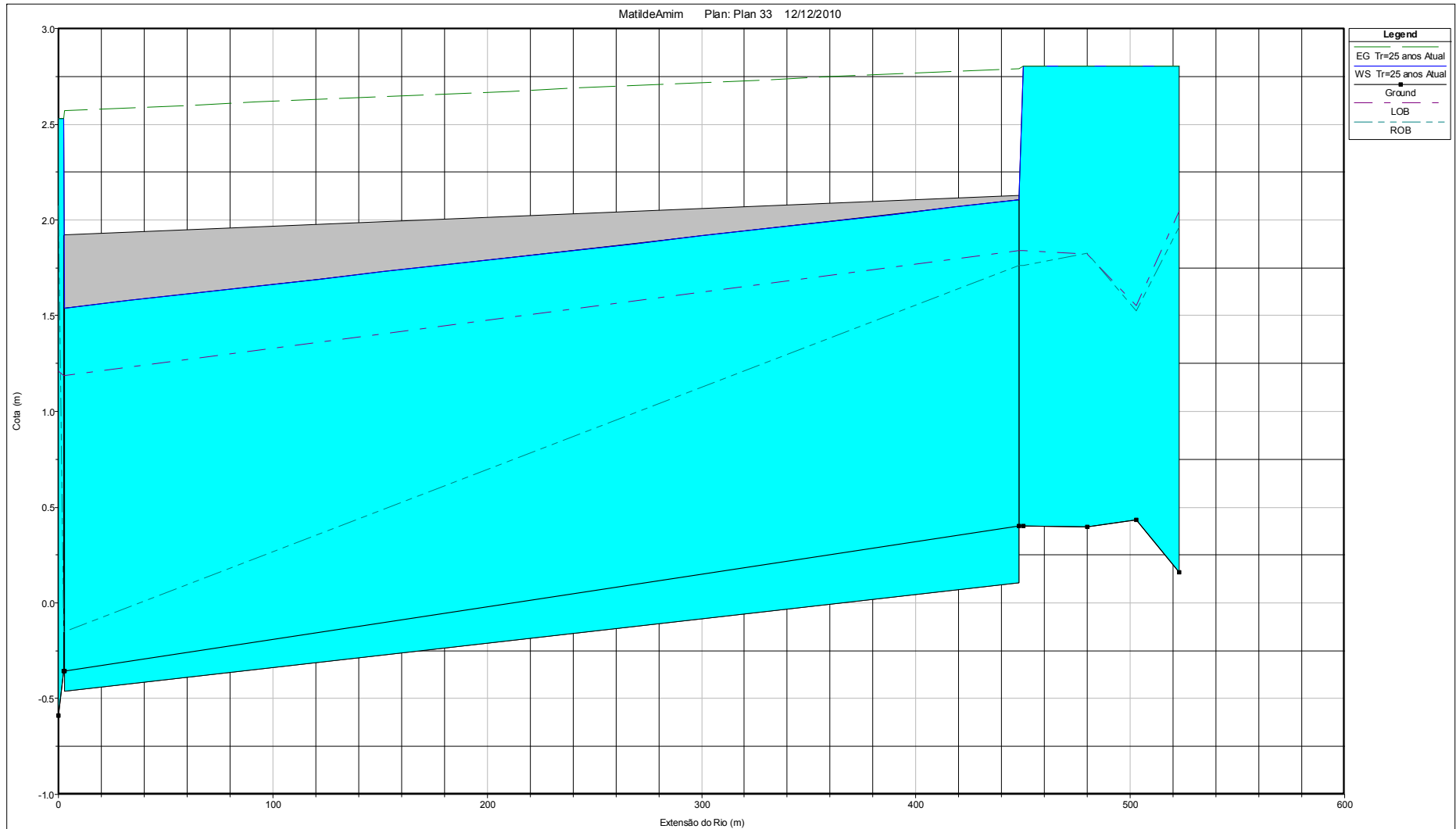


Figura 6.10 – Perfil do N.A. da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa escolhida – Nível de maré = 2,53 m (IBGE) – Galeria Existente.

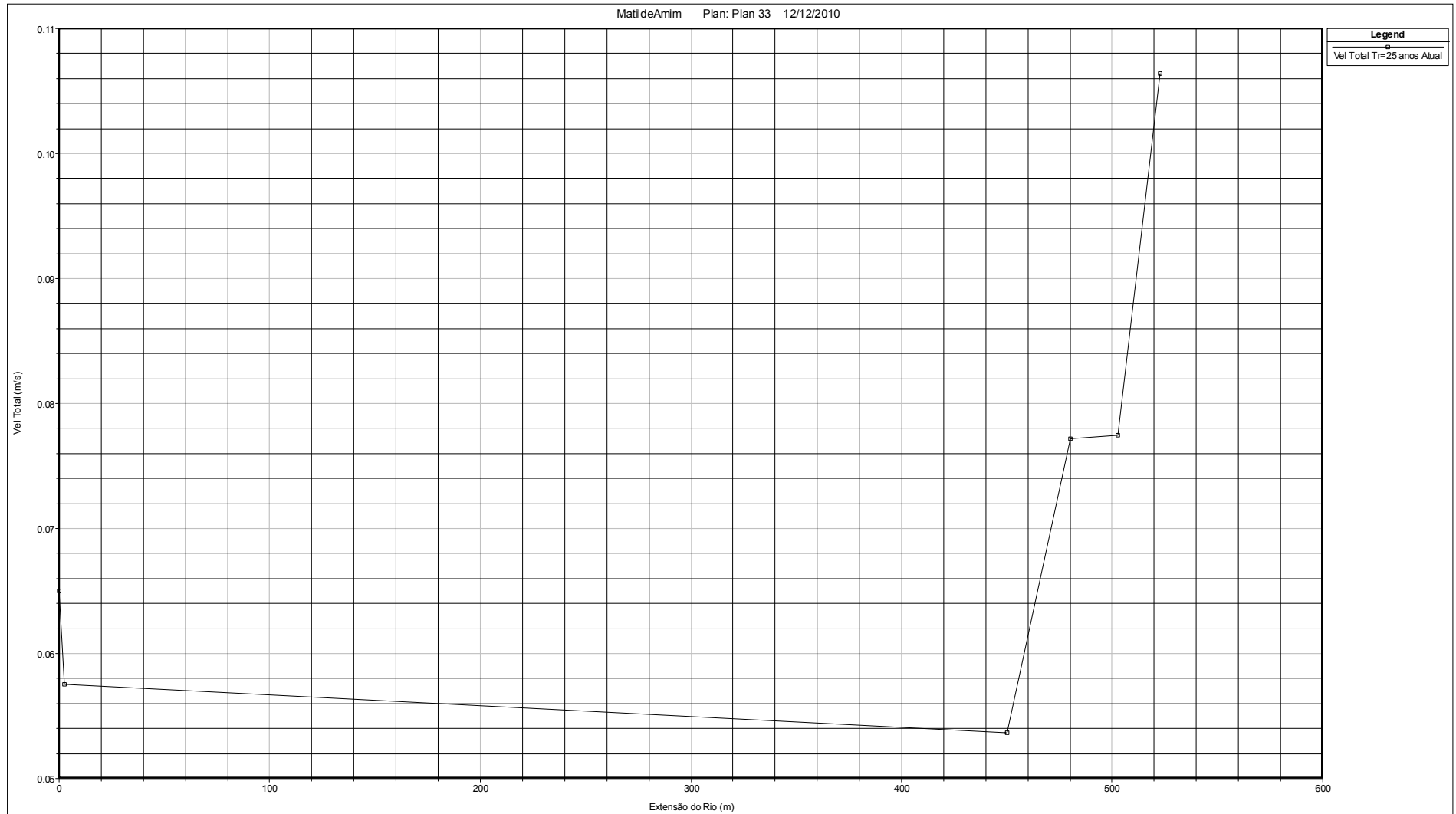


Figura 6.11 – Perfil de Velocidades da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa escolhida – Nível de maré = 2,53 m (IBGE) – Galeria Existente.

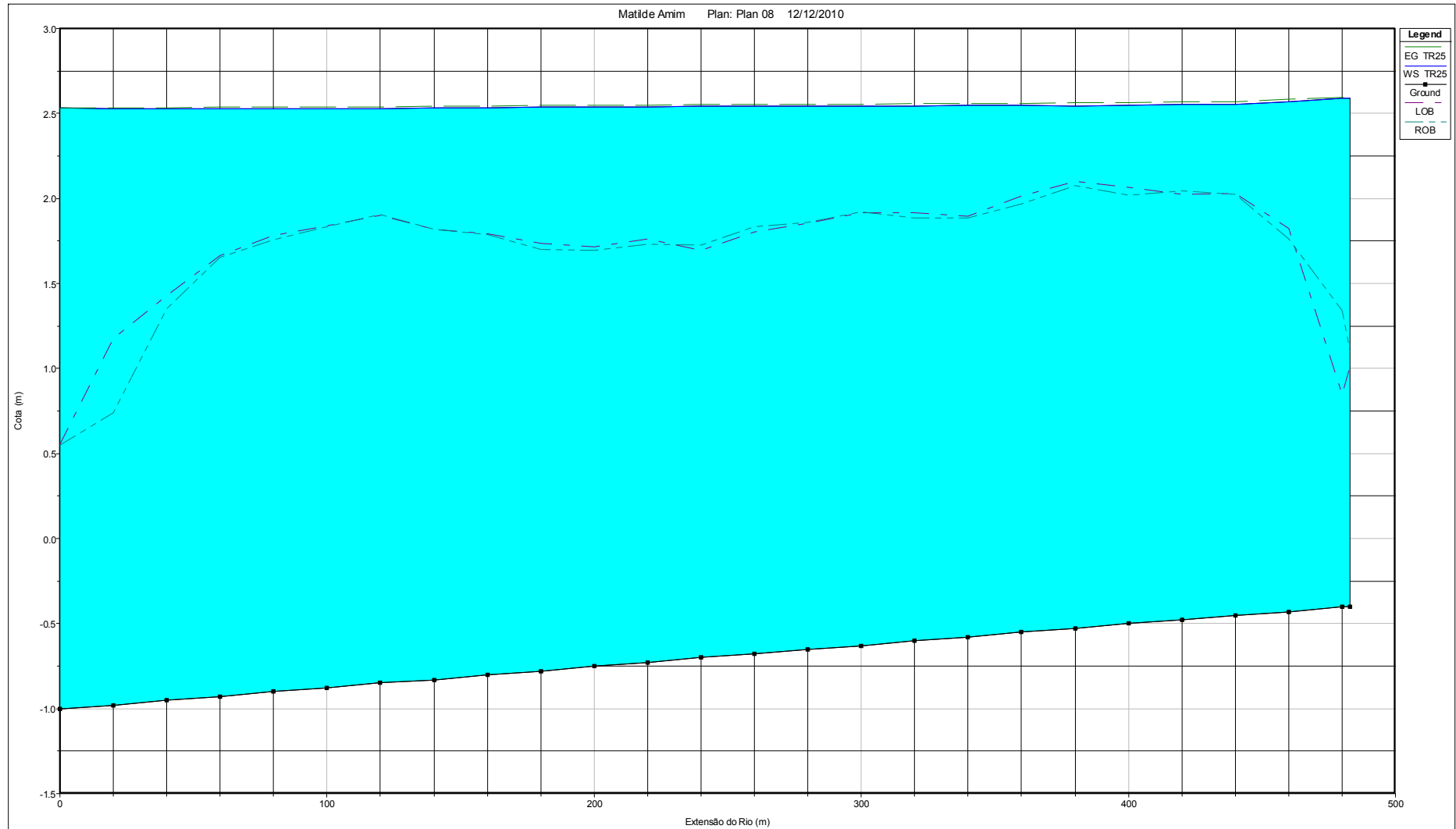


Figura 6.12 – Perfil do N.A. da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa escolhida – Nível de maré = 2,53 m (IBGE) – Galeria CA-MD-G01.

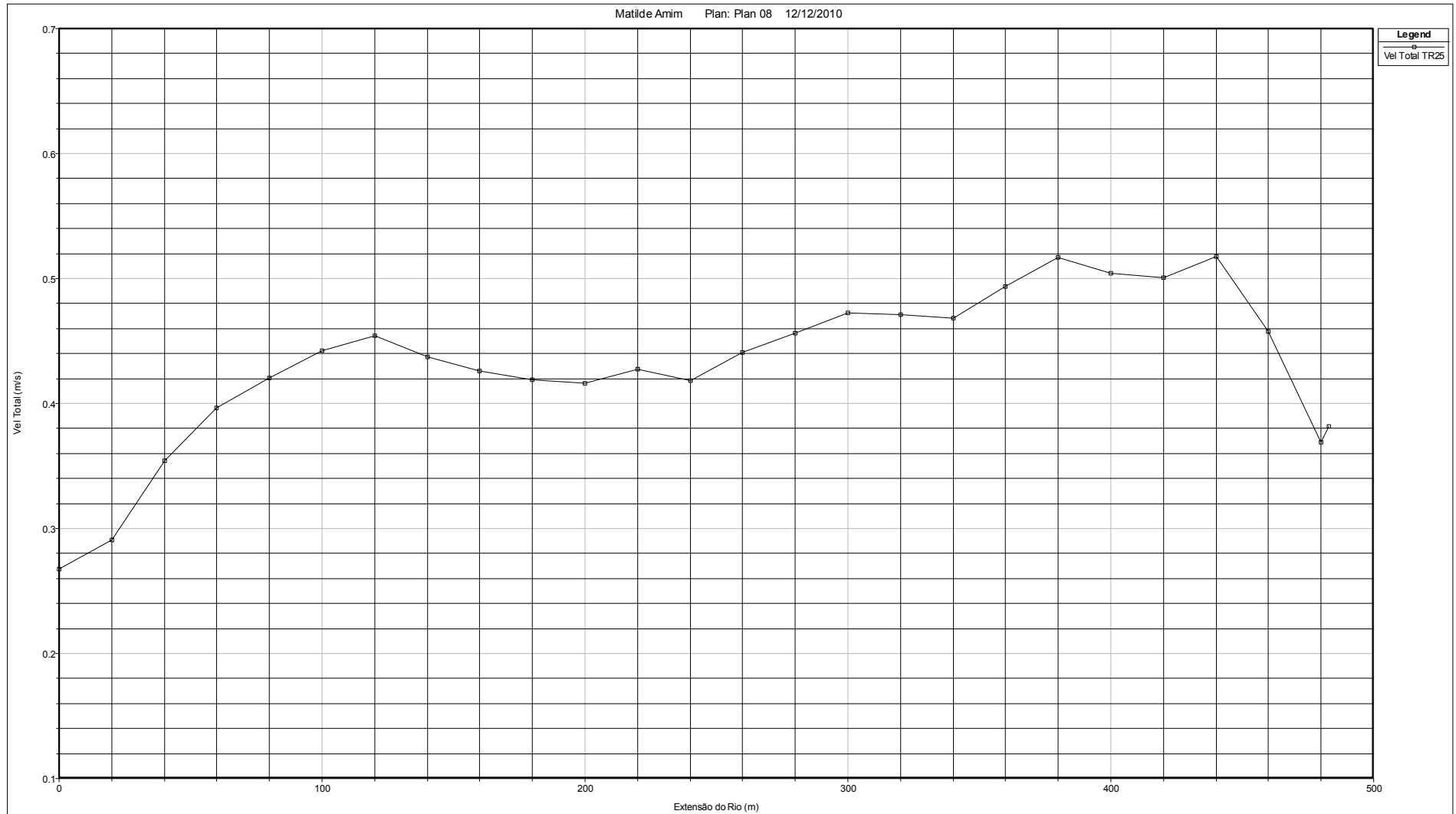


Figura 6.13 – Perfil de Velocidades da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim para a alternativa escolhida – Nível de maré = 2,53 m (IBGE) – Galeria CA-MD-G01.

6.4 DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS

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

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

- ✓ 951-PMJ-PDC-A1-P685 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P793 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Estudo de Alternativas - Alternativa A
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P794 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Estudo de Alternativas - Alternativa B
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P795 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Estudo de Alternativas - Alternativa C
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1064 - Sub-Bacias 11-CA-AM a 13-CA-LS - 15-CA-BL a 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Delimitação de Sub-Bacias
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1070 - Sub-Bacia 20-CA-MD - Vertente do Morro do Boa Vista - Rua Matilde Amim - Alternativa Seleccionada - Alternativa B – TR=25 Anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1071 - Sub-Bacia 20-CA-MD - Vertente do Morro do Boa Vista - Rua Matilde Amim - Galerias By-Pass - CA-MD-G01A e G01B - Seções Transversais
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1079 - Sub-Bacia 20-CA-MD - Vertente do Morro do Boa Vista - Rua Matilde Amim - Galeria By-Pass - CA-MD-G01 - Planta e Perfil

6.5 ORÇAMENTO

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

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

O Quadro 6.3 apresenta o resumo do orçamento para construção das obras de macrodrenagem da sub-bacia da Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Matilde Amim. As planilhas detalhadas estão apresentadas no Anexo 2 deste documento.

QUADRO 6.2
ORÇAMENTO

ORÇAMENTO RESUMO - BACIA 20 - RUA MATILDE AMIM - ALTERNATIVA B - TR 25 ANOS

CONSTRUÇÃO - RUA MATILDE AMIM

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão ((Bxh)xL)</i>	<i>Custo Direto com BDI</i>	<i>Custo Indireto</i>	<i>Custo Total</i>
20-CA-MD-G01A	Galeria By-Pass Matilde Amim 1A	Galeria By-Pass	3,00x2,00x427,341	R\$ 2.452.108,46	R\$ 882.759,04	R\$ 3.334.867,50
20-CA-MD-G01B	Galeria By-Pass Matilde Amim 1B	Galeria By-Pass	3,00x2,00x20,00	R\$ 175.294,19	R\$ 63.105,91	R\$ 238.400,09

Subtotal **R\$ 3.573.267,59**

Custo Total (Obras + Indiretos) **R\$ 3.573.267,59**

Custo Total de Desapropriações **R\$ 181.026,24**

TOTAL **R\$ 3.754.293,83**

Manutenção / ano **R\$ 10.614,09**

ANEXO I

DESENHOS DE PROJETO

Lista de Desenhos

Manchas de Inundação

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

Estudo de Alternativas

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

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P795 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Estudo de Alternativas - Alternativa C
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1070 - Sub-Bacia 20-CA-MD - Vertente do Morro do Boa Vista - Rua Matilde Amim - Alternativa Seleccionada - Alternativa B – TR=25 Anos

Obras Lineares – Planta e Perfil

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1079 - Sub-Bacia 20-CA-MD - Vertente do Morro do Boa Vista - Rua Matilde Amim - Galeria *By-Pass* - CA-MD-G01 - Planta e Perfil

Obras Lineares – Seções Transversais Típicas

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1071 - Sub-Bacia 20-CA-MD - Vertente do Morro do Boa Vista - Rua Matilde Amim - Galerias *By-Pass* - CA-MD-G01A e G01B - Seções Transversais

Identificação de Sub-Bacias

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1064 - Sub-Bacias 11-CA-AM a 13-CA-LS - 15-CA-BL a 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Delimitação de Sub-Bacias

MANCHAS DE INUNDAÇÃO

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



PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

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

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

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA		Alberto Lang Filho Resp. Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU
M.A.G.			
PROJETO		APROVADO	APROVADO
A.S.M.		 CREA 06003125/95	 CREA 0600180622

Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-PG05	JAN/2011	7.500	01/01

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



PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

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

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

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA	Alberto Lang Filho Resp. Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU
M.A.G.	APROVADO	APROVADO
PROJETO		
A.S.M.	CHBA 0600312570	CHBA 0600180622

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

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



PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

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

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

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA		Alberto Lang Filho Resp. Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU
M.A.G.			
PROJETO		APROVADO	APROVADO
A.S.M.			
		CREA 06003125/0	CREA 06001806/22
Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P607	JAN/2011	7.500	01/01

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





PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

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

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

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA	Alberto Lang Filho Resp. Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU
M.A.G.	APROVADO  CHBA 0600312570	APROVADO  CHBA 0600180622
PROJETO		
A.S.M.		

Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P608	JAN/2011	7.500	01/01

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





PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

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

TÍTULO: SUB-BACIAS 11-CA-AM A - 13-CA-LS - 15-CA-BLA - 21-CA-NO - VERTENTES DO
MORRO DO BOA VISTA - PROGNÓSTICO - MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=5 ANOS

ENGE CORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA	Alberto Lang Filho Resp. Técnico	Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Ces PDDU
M.A.G.	APROVADO 	APROVADO 
PROJETO		
A.S.M.	CHREA 0600312570	CHREA 0600185622

Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P682	JAN/2011	7.500	01/01

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



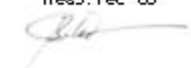
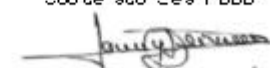
PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

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

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

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA	Alberto Lang Filho Resp. Técnico		Danny Dalberson de Oliveira Coordenador de PDDU	
M.A.G.	APROVADO  CREA 06003125/0		APROVADO  CREA 06001806/22	
PROJETO				
A.S.M.				
Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :	
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P683	JAN/2011	7.500	01/01	

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



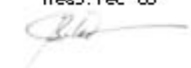
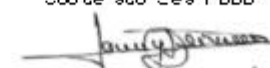
PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

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

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

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

DESENHISTA	Alberto Lang Filho Resp. Técnico		Danny Dalberson de Oliveira Coordenador de PDDU	
M.A.G.	APROVADO  CREA 06003125/0		APROVADO  CREA 06001806/22	
PROJETO				
A.S.M.				
Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :	
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P684	JAN/2011	7.500	01/01	

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



PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

PROJETO:

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

TTULO: SUB-BÁCIAS 11-CA-AM A - 13-CA-LS - 15-CA-BL A - 21-CA-NO - VERTENTES DO
MORRO DO BOA VISTA-PROGNÓSTICO-MANCHA DE INUNDAÇÃO - TR=50 ANOS

ENGEORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

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

Nº PMU	DATA :	ESCALA :	FOLHA :
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A1-P685	JAN/2011	7.500	01/01

ESTUDO DE ALTERNATIVAS

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P793 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Estudo de Alternativas - Alternativa A
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P794 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Estudo de Alternativas - Alternativa B
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P795 - Sub-Bacias 11-CA-AM - 12-CA-PF - 13-CA-LS - 15-CA-BL - 16-CA-UO - 17-CA-VI - 18-CA-PG - 19-CA-PE - 20-CA-MD - 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Estudo de Alternativas - Alternativa C
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1070 - Sub-Bacia 20-CA-MD - Vertente do Morro do Boa Vista - Rua Matilde Amim - Alternativa Seleccionada - Alternativa B – TR=25 Anos

OBRAS LINEARES – PLANTA E PERFIL

-
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1079 - Sub-Bacia 20-CA-MD - Vertente do Morro do Boa Vista - Rua Matilde Amim - Galeria *By-Pass* - CA-MD-G01 - Planta e Perfil

OBRAS LINEARES – SEÇÕES TRANSVERSAIS TÍPICAS

-
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1071 - Sub-Bacia 20-CA-MD - Vertente do Morro do Boa Vista - Rua Matilde Amim - Galerias By-Pass - CA-MD-G01A e G01B - Seções Transversais

IDENTIFICAÇÃO DE SUB-BACIAS

-
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P1064 - Sub-Bacias 11-CA-AM a 13-CA-LS - 15-CA-BL a 21-CA-NO - Vertentes do Morro do Boa Vista - Delimitação de Sub-Bacias

ANEXO II

ORÇAMENTO

ORÇAMENTO DE OBRA

Código da Obra: 20-CA-MD-G01A
 Obra: Galeria By-Pass 1A
 Comprimento (m): 427,341

Código IPPUJ	Descrição	Unid	Prego Unitário			Quantidade	
			Material	Mão de Obra	Prego Total		
C35.45.05.15.001	Escavação carga e transporte de mat. 1ª categoria com escavadeira hidráulica - 10 K m	M3	11,06	1,24	12,30	9.985,05	
						Total Material	R\$ 110.434,67
						Total M.O	R\$ 12.381,46
						Total	R\$ 122.816,14
C10.12.05.10.005	Fornecimento de argila para aterro, posto obra (sem regularização e compactação)	M3	11,50	0,00	11,50	4.889,43	
						Total Material	R\$ 56.228,44
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 56.228,44
C35.25.15.10.005	Aterro com saibro - compactado	M3	38,94	0,90	39,84	3.908,70	
						Total Material	R\$ 152.204,82
						Total M.O	R\$ 3.517,83
						Total	R\$ 155.722,65
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	170,94	
						Total Material	R\$ 43.130,67
						Total M.O	R\$ 1.099,12
						Total	R\$ 44.229,79
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	M2	1,61	0,19	1,80	2.179,44	
						Total Material	R\$ 3.508,90
						Total M.O	R\$ 414,09
						Total	R\$ 3.922,99
C35.10.05.17.005	Execução de base estabilizada granulom etricam ente	M3	65,97	1,59	67,56	544,86	
						Total Material	R\$ 35.944,40
						Total M.O	R\$ 866,33
						Total	R\$ 36.810,73
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	1.324,76	
						Total Material	R\$ 2.053,37
						Total M.O	R\$ 66,24
						Total	R\$ 2.119,61
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	23,50	
						Total Material	R\$ 8.104,80
						Total M.O	R\$ 164,29
						Total	R\$ 8.269,09
C10.84.15.25.010	Guia em concreto extrusado	M	11,64	1,47	13,11	854,68	
						Total Material	R\$ 9.948,50
						Total M.O	R\$ 1.256,38
						Total	R\$ 11.204,88
C35.12.05.05.020	Execução de passeio c/ fornecimento de paver conforme projeto do IPPUJ, sobre base de brita lastro e areia, incl. preparação de cx.	M2	30,14	16,63	46,77	0,00	
						Total Material	R\$ -
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ -
C35.25.35.05.005	Forma de madeira	M2	28,04	15,68	43,72	5.128,09	
						Total Material	R\$ 143.791,70
						Total M.O	R\$ 80.408,48
						Total	R\$ 224.200,18
C35.25.35.10.001	Concreto bombeável dosado em central fck 30,0 mpa - abatimento 10 ± 2cm, brita 0 e 1, com cimento resistente a sulfatos. (lançado e bombeado)	M3	289,19	28,54	317,73	1.242,53	
						Total Material	R\$ 359.327,55
						Total M.O	R\$ 35.461,84
						Total	R\$ 394.789,39
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	117.542,35	
						Total Material	R\$ 461.941,42
						Total M.O	R\$ 184.541,48
						Total	R\$ 646.482,90
C10.24.20.08.006	Escoramento de vala tipo contínuo empregando pranchas e longarinas de pinus - com reaproveitamento 2x	M2	3,90	30,95	34,85	3.888,80	
						Total Material	R\$ 15.166,33
						Total M.O	R\$ 120.358,46
						Total	R\$ 135.524,79
478	Escora de eucalipto de Ø 200 mm	M	7,75	0,00	7,75	5.666,54	
						Total Material	R\$ 43.915,70
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 43.915,70
C35.45.15.05.005	Escoramento metálico com perfil tipo H W150x22,5, contemplando: perfil tipo H, madeira de itaúba, cravação de estaca metálica e escavação manual	M2	204,70	39,63	244,34	0,00	
						Total Material	R\$ -
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ -
948	Perfil tipo H W150x22,5	M	93,76	0,00	93,76	0,00	
						Total Material	R\$ -
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ -
						Total M.O.	R\$ 440.536,00
						Total Material	R\$ 1.445.701,27
						Total	R\$ 1.886.237,27
Construção	BDI (Benefício e Despesas Indiretas)	%	30			BDI	R\$ 565.871,18
						Custo de Construção	R\$ 2.452.108,46
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8				R\$ 196.168,68
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3				R\$ 73.563,25
Indireto	Contingência	%	25				R\$ 613.027,11
						Custos Indiretos	R\$ 882.759,04
						Custo Total	R\$ 3.334.867,50

ORÇAMENTO DE OBRA

Código da Obra: 20-CA-MD-G01B
 Obra: Galeria By-Pass 1B
 Comprimento (m): 20

Código IPPUJ	Descrição	Unid	Preço Unitário			Quantidade	
			Material	Mão de Obra	Preço Total		
C35.45.05.15.001	Escavação carga e transporte de mat. 1ª categoria com escavadeira hidráulica - 10 K m	M3	11,06	1,24	12,30	1.632,67	
						Total Material	R\$ 18.057,35
						Total M.O	R\$ 2.024,51
						Total	R\$ 20.081,86
C10.12.05.10.005	Fornecimento de argila para aterro, posto obra (sem regularização e compactação)	M3	11,50	0,00	11,50	849,48	
						Total Material	R\$ 9.768,97
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ 9.768,97
C35.25.15.10.005	Aterro com saibro - compactado	M3	38,94	0,90	39,84	678,63	
						Total Material	R\$ 26.425,96
						Total M.O	R\$ 610,77
						Total	R\$ 27.036,73
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	8,00	
						Total Material	R\$ 2.018,56
						Total M.O	R\$ 51,44
						Total	R\$ 2.070,00
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	M2	1,61	0,19	1,80	242,00	
						Total Material	R\$ 389,62
						Total M.O	R\$ 45,98
						Total	R\$ 435,60
C35.10.05.17.005	Execução de base estabilizada granulom etricam ente	M3	65,97	1,59	67,56	60,50	
						Total Material	R\$ 3.991,19
						Total M.O	R\$ 96,20
						Total	R\$ 4.087,38
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	162,00	
						Total Material	R\$ 251,10
						Total M.O	R\$ 8,10
						Total	R\$ 259,20
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	4,10	
						Total Material	R\$ 1.413,80
						Total M.O	R\$ 28,66
						Total	R\$ 1.442,46
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	240,00	
						Total Material	R\$ 6.729,60
						Total M.O	R\$ 3.763,20
						Total	R\$ 10.492,80
C35.25.35.10.001	Concreto bombeável dosado em central fck 30,0 mpa - abatimento 10 ± 2cm, brita 0 e 1, com cimento resistente a sulfatos. (lançado e bombeado)	M3	289,19	28,54	317,73	77,45	
						Total Material	R\$ 22.397,12
						Total M.O	R\$ 2.210,36
						Total	R\$ 24.607,48
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	5.507,86	
						Total Material	R\$ 21.645,88
						Total M.O	R\$ 8.647,34
						Total	R\$ 30.293,21
C10.24.20.08.006	Escoramento de vala tipo contínuo empregando pranchas e longarinas de pinus - com reaproveitamento 2x	M2	3,90	30,95	34,85	0,00	
						Total Material	R\$ -
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ -
478	Escora de eucalipto de Ø 200 mm	M	7,75	0,00	7,75	0,00	
						Total Material	R\$ -
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ -
C35.45.15.05.005	Escoramento metálico com perfil tipo H W150x22,5, contemplando: perfil tipo H, madeira de itaúba, cravação de estaca metálica e escavação manual	M2	204,70	39,63	244,34	0,00	
						Total Material	R\$ -
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ -
948	Perfil tipo H W150x22,5	M	93,76	0,00	93,76	0,00	
						Total Material	R\$ -
						Total M.O	R\$ -
						Total	R\$ -
						Total M.O	R\$ 18.875,75
						Total Material	R\$ 115.965,93
						Total	R\$ 134.841,68
Construção	BDI (Benefício e Despesas Indiretas)	%	30			BDI	R\$ 40.452,50
						Custo de Construção	R\$ 175.294,19
Indireto	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8				14.023,53
Indireto	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3				5.258,83
Indireto	Contingência	%	25				43.823,55
						Custos Indiretos	R\$ 63.105,91
						Custo Total	R\$ 238.400,09