

Plano Diretor de Drenagem Urbana da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira

Estudo de Alternativas e Anteprojeto

Volume 2 | Estudos

Tomo XXV • Sub-Bacia 25 • Rio Itaum-Açú • Texto



BID



Fevereiro / 2011

951-PMJ-PDC-RT-P736 | REV.1

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



PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE

SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

ENGECORPS ♦ HIDROSTUDIO ♦ BRLi

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

RELATÓRIO PI - 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 XXV – SUB-BACIA SB-25 – RIO ITAUM-AÇÚ

ELABORADO:	ASM / FG / LDLF / MSTC	APROVADO:	Alberto Lang Filho
VERIFICADO	Alberto Lang Filho	COORDENADOR GERAL:	Danny Dalberson Oliveira
Nº PMJ:		DATA:	jan/11
Nº ENGECORPS:	951-PMJ-PDC-RT-P736	CREA:	0600495622
		FOLHA:	Rev. 1

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

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

***RELATÓRIO PI - 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 XXV – SUB-BACIA SB-25
RIO ITAUM-AÇÚ***

CONSÓRCIO ENGECORPS♦HIDROSTUDIO♦BRLi

951-PMJ-PDC-RT-P736

Rev. 1

Janeiro / 2011

APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

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

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

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

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

PRINCIPAIS SUB-BACIAS DO RIO CACHOEIRA

Número Bacia	Sigla da PMJ	Nome Sub-Bacia	Área (km²)
SB-01	CA-NC	Nascente Principal do rio Cachoeira	2,79
SB-02	CA-LA	Leito Antigo do rio Cachoeira	1,55
SB-03	CA-BR	Rio Bom Retiro	2,09
SB-04	CA-LT	Rio Luiz Tonnemann	1,93
SB-05	CA-WB	Rio Walter Brandt	1,79
SB-06	CA-AV	Rio Alvino Vöhl	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. Sub-bacia SB-10 – rio Morro Alto foi objeto de estudo anterior realizado pela PMJ e não integra o escopo do presente contrato.

SUMÁRIO GERAL

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

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

ÍNDICE

	PÁG.
APRESENTAÇÃO.....	II
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO.....	1
2.1 CONCEPÇÃO GERAL.....	1
2.2 ESTUDOS INICIAIS E REUNIÃO COM A COMUNIDADE	2
2.2.1 Estudos Iniciais.....	2
2.2.2 Reunião com a Comunidade	2
2.3 CONCEPÇÃO DAS ALTERNATIVAS.....	6
2.3.1 Alternativa A	6
2.3.2 Alternativa B	7
2.3.3 Alternativa C	7
2.3.4 Dimensionamento das Alternativas	8
2.4 DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS	12
2.4.1 Alternativa A	12
2.4.2 Alternativa B	20
2.4.3 Alternativa C	28
3. SELEÇÃO DA ALTERNATIVA PARA TR 25 ANOS.....	40
3.1 CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS.....	42
3.1.1 Alternativa A	42
3.1.2 Alternativa B	44
3.1.3 Alternativa C	46
3.2 CUSTOS.....	49
3.2.1 Custos da Alternativa A	49
3.2.2 Custos da Alternativa B.....	49
3.2.3 Custos da Alternativa C	50
3.2.4 Desagregação dos Preços Financeiros e Cálculo dos Preços Econômicos	51
3.3 BENEFÍCIOS ECONÔMICOS	52
3.3.1 Danos Evitados.....	52
3.3.2 Benefícios por Valorização Imobiliária.....	54
3.3.3 Benefícios de Tráfego.....	57
3.3.4 Benefícios Indiretos	57
3.4 ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO DAS ALTERNATIVAS	57

4.	<i>ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO POR PERÍODO DE RETORNO</i>	63
4.1	DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS	63
4.2	CUSTOS POR PERÍODO DE RETORNO	65
4.3	BENEFÍCIOS POR PERÍODO DE RETORNO	67
4.3.1	<i>Benefícios por Danos Evitados</i>	67
4.3.2	<i>Benefícios de Valorização Imobiliária por Período de retorno</i>	68
4.3.3	<i>Benefícios de Tráfego</i>	68
4.3.4	<i>Benefícios Indiretos</i>	68
4.4	RESULTADOS DA ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO.....	69
5.	<i>ANÁLISE DE SENSIBILIDADE</i>	77
5.1	MODELAGEM DAS SIMULAÇÕES	77
5.1.1	<i>Análise de Risco para Período de retorno de 5 anos</i>	79
5.1.2	<i>Análise de Risco para Período de retorno de 10 anos</i>	82
5.1.3	<i>Análise de Risco para Período de retorno de 25 anos</i>	85
5.1.4	<i>Análise de Risco para Período de retorno de 50 anos</i>	88
5.1.5	<i>Conclusões da Análise de Risco</i>	90
6.	<i>DETALHAMENTO DA ALTERNATIVA SELECIONADA</i>	90
6.1	DESCRIÇÃO DA ALTERNATIVA	90
6.2	DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO	92
6.3	DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO	93
6.4	DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS	109
6.5	ORÇAMENTO.....	114

ANEXO I - DESENHOS DE PROJETO

ANEXO II - ORÇAMENTO

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁG.
<i>Ilustração 2.1 – Sub-Bacia do Rio Itaum-Açú – Alternativa A – Concepção Geral.</i>	3
<i>Ilustração 2.2 – Sub-Bacia do Rio Itaum-Açú – Alternativa B – Concepção Geral.</i>	4
<i>Ilustração 2.3 – Sub-Bacia do Rio Itaum-Açú – Alternativa C – Concepção Geral.</i>	5
<i>Figura 2.1 – Vazões no Rio Itaum-Açú – Alternativa A.</i>	15
<i>Figura 2.2 – Vazões no Rio Itaum-Mirim – Alternativa A.</i>	15
<i>Figura 2.3 – Vazões na Foz do Rio Itaum-Açú – Alternativa A.</i>	16
<i>Figura 2.4 – Velocidades no Rio Itaum-Açú – Alternativa A.</i>	16
<i>Figura 2.5 – Velocidades no Rio Itaum-Mirim – Alternativa A.</i>	17
<i>Figura 2.6 – Velocidades na Foz do Rio Itaum-Açú – Alternativa A.</i>	17
<i>Figura 2.7 – Níveis d’água no Rio Itaum-Açú – Alternativa A.</i>	18
<i>Figura 2.8 – Níveis d’água no Rio Itaum-Mirim – Alternativa A.</i>	18
<i>Figura 2.9 – Níveis d’água na Foz do Rio Itaum-Açú – Alternativa A.</i>	19
<i>Figura 2.10 – Vazões no Rio Itaum-Açú – Alternativa B.</i>	23
<i>Figura 2.11 – Vazões no Rio Itaum-Mirim – Alternativa B.</i>	23
<i>Figura 2.12 – Vazões na Foz do Rio Itaum-Açú – Alternativa B.</i>	24
<i>Figura 2.13 – Velocidades no Rio Itaum-Açú – Alternativa B.</i>	24
<i>Figura 2.14 – Velocidades no Rio Itaum-Mirim – Alternativa B.</i>	25
<i>Figura 2.15 – Velocidades na Foz do Rio Itaum-Açú – Alternativa B.</i>	25
<i>Figura 2.16 – Níveis d’água no Rio Itaum-Açú – Alternativa B.</i>	26
<i>Figura 2.17 – Níveis d’água no Rio Itaum-Mirim – Alternativa B.</i>	26
<i>Figura 2.18 – Níveis d’água na Foz do Rio Itaum-Açú – Alternativa B.</i>	27
<i>Figura 2.19 – Níveis d’água na Foz do Rio Itaum-Açú – Alternativa B.</i>	29
<i>Figura 2.20 – Localização do Reservatório R25.2.</i>	30
<i>Figura 2.21 – Localização do Reservatório R25.3.</i>	31
<i>Figura 2.22 – Localização do Reservatório R25.4.</i>	32
<i>Figura 2.23 – Vazões no Rio Itaum-Açú – Alternativa C.</i>	35
<i>Figura 2.24 – Vazões no Rio Itaum-Mirim – Alternativa C.</i>	35
<i>Figura 2.25 – Vazões na Foz do Rio Itaum-Mirim – Alternativa C.</i>	36
<i>Figura 2.26 – Velocidades no Rio Itaum-Açú – Alternativa C.</i>	36
<i>Figura 2.27 – Velocidades no Rio Itaum-Mirim – Alternativa C.</i>	37
<i>Figura 2.28 – Velocidades na Foz do Rio Itaum-Açú – Alternativa C.</i>	37
<i>Figura 2.29 – Níveis d’água no Rio Itaum-Açú – Alternativa C.</i>	38

Figura 2.30 – Níveis d'água no Rio Itaum-Mirim – Alternativa C.....	38
Figura 2.31 – Níveis d'água na Foz do Rio Itaum-Açú – Alternativa C.....	39
Figura 4.1 – Comportamento VPL.	70
Figura 4.2 – Comportamento TIR.	70
Figura 6.1 – Hidrograma das Junções para Período de Retorno de 25 Anos.....	92
Figura 6.2 – Perfil das Vazões de Dimensionamento do Rio Itaum-Açú para o esquema de obras com TR=25 anos.	95
Figura 6.3 – Perfil das Vazões de Dimensionamento do Rio Itaum-Mirim para o esquema de obras com TR=25 anos.	96
Figura 6.4 – Perfil do N.A. do Rio Itaum-Açú para o esquema de obras com TR=25 anos – Nível de Maré = 1,60m (IBGE).	97
Figura 6.5 – Perfil de Velocidades do Rio Itaum-Açú para o esquema de obras com TR=25 anos – Nível de Maré = 1,60m (IBGE).	98
Figura 6.6 – Perfil do N.A. do Rio Itaum-Mirim para o esquema de obras com TR=25 anos – Nível de Maré = 1,60m (IBGE).	99
Figura 6.7 – Perfil de Velocidades do Rio Itaum-Mirim para o esquema de obras com TR=25 anos – Nível de Maré = 1,60m (IBGE).	100
Figura 6.8 – Perfil do N.A. do Rio Itaum-Açú para o esquema de obras com TR=25 anos – Nível de Maré = 0,12m (IBGE).	101
Figura 6.9 – Perfil de Velocidades do Rio Itaum-Açú para o esquema de obras com TR=25 anos – Nível de Maré = 0,12m (IBGE).	102
Figura 6.10 – Perfil do N.A. do Rio Itaum-Mirim para o esquema de obras com TR=25 anos – Nível de Maré = 0,12m (IBGE).	103
Figura 6.11 – Perfil de Velocidades do Rio Itaum-Mirim para o esquema de obras com TR=25 anos – Nível de Maré = 0,12m (IBGE).	104
Figura 6.12 – Perfil do N.A. do Rio Itaum-Açú para o esquema de obras com TR=25 anos – Nível de Maré = 2,53m (IBGE).	105
Figura 6.13 – Perfil de Velocidade do Rio Itaum-Açú para o esquema de obras com TR=25 anos – Nível de Maré = 2,53m (IBGE).	106
Figura 6.14 – Perfil do N.A. do Rio Itaum-Mirim para o esquema de obras com TR=25 anos – Nível de Maré = 2,53m (IBGE).	107
Figura 6.15 – Perfil de Velocidades do Rio Itaum-Mirim para o esquema de obras com TR=25 anos – Nível de Maré = 2,53m (IBGE).	108

ÍNDICE DE QUADROS

	PÁG.
Quadro 2.1 - Resumo de Alternativas e Custos.....	2
Quadro 2.2 - Prioridade de Estudos	6
Quadro 2.3 - Sub-Bacia do Rio Itaum-Açú – Precipitação de Projeto (Duração de 2 Horas).....	8
Quadro 2.4 - Rio Itaum-Açú – Dispositivos Atuais	9
Quadro 2.5 - Rio Itaum-Mirim – Dispositivos Atuais	10
Quadro 2.6 - Dados da Estação Fluviométrica 5.....	11
Quadro 2.7 - Taxa Média de Produção de Sedimentos Em Arraste e Suspensão (Estação 5).....	11
Quadro 2.8 - Produção de Sedimentos Nos Canais Fluviais (Alternativas A e B).....	12
Quadro 2.9 - Produção e Retenção de Sedimentos Nos Dispositivos e Canais Fluviais (Alternativa C).....	12
Quadro 2.10 - Rio Itaum-Açú – Obras – Alternativa A.....	13
Quadro 2.11 - Rio Itaum-Mirim – Obras – Alternativa A.....	14
Quadro 2.12 - Sub-Bacia do Rio Itaum-Açú – Produção de Sedimentos – Alternativa A	20
Quadro 2.13 - Sub-Bacia do Rio Itaum-Açú – Custos de Manutenção – Alternativa A	20
Quadro 2.14 - Rio Itaum-Açú – Obras – Alternativa B.....	21
Quadro 2.15 - Rio Itaum-Mirim – Obras – Alternativa B.....	22
Quadro 2.16 - Sub-Bacia do Rio Itaum-Açú – Produção de Sedimentos – Alternativa B.....	27
Quadro 2.17 - Sub-Bacia do Rio Itaum-Açú – Custos de Manutenção – Alternativa B	28
Quadro 2.18 - Rio Itaum-Açú – Obras – Alternativa C.....	33
Quadro 2.19 - Rio Itaum-Mirim – Obras – Alternativa C.....	34
Quadro 2.20 - Rios Itaum-Açú e Itaum-Mirim – Reservatórios – Alternativa C.....	34
Quadro 2.21 - Sub-Bacia do Rio Itaum-Açú – Produção de Sedimentos – Alternativa C	40
Quadro 2.22 - Sub-Bacia do Rio Itaum-Açú – Custos de Manutenção – Alternativa C	40
Quadro 3.1 - Rio Itaum-Açú – Características das Obras – Alternativa A.....	42
Quadro 3.2 - Rio Itaum-Mirim – Características das Obras – Alternativa A.....	43
Quadro 3.2 - Rio Itaum-Mirim – Características das Obras – Alternativa A.....	44
Quadro 3.3 - Rio Itaum-Açú – Características das Obras – Alternativa B	44
Quadro 3.4 - Rio Itaum-Mirim – Características das Obras – Alternativa B	45
Quadro 3.5 - Rio Itaum-Açú – Características das Obras – Alternativa C.....	46
Quadro 3.6 - Rio Itaum-Mirim – Características das Obras – Alternativa C.....	48
Quadro 3.7 - Rios Itaum-Açú e Itaum-Mirim – Características das Obras de Reservação - Alternativa C..	48
Quadro 3.8 - Rio Itaum-Açú – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa A.....	49
Quadro 3.9 - Rio Itaum-Mirim – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa A.....	49

Quadro 3.10 - Rio Itaum-Açú – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa B.....	50
Quadro 3.11 - Rio Itaum-Mirim – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa B.....	50
Quadro 3.12 - Rio Itaum-Açú – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa C.....	51
Quadro 3.13 - Rio Itaum-Mirim – Custos de Investimentos – Preços Financeiros – Alternativa C	51
Quadro 3.14 - Fatores de Conversão	52
Quadro 3.15 - Custos de Investimentos e Manutenção – Preços Econômicos – Alternativas de Projeto .	52
Quadro 3.16 - Parâmetros para Estimação do Prejuízo Direto	53
Quadro 3.17 - Benefícios Econômicos para Alternativa A – Tr 25 Anos	53
Quadro 3.18 - Benefícios Econômicos para Alternativa B – Tr 25 Anos	53
Quadro 3.19 - Benefícios Econômicos para Alternativa C – Tr 25 Anos	53
Quadro 3.20 - Coeficientes para Estimava do Modelo de Valorização Imobiliária.....	55
Quadro 3.21 - Estatísticas Descritivas.....	55
Quadro 3.22 - Anova	56
Quadro 3.23 - Coeficientes	56
Quadro 3.24 - R Ajustado.....	56
Quadro 3.25 - Análise Benefício Custo – Alternativa A	58
Quadro 3.26 - Análise Benefício Custo – Alternativa B	59
Quadro 3.27 - Análise Benefício Custo – Alternativa C	60
Quadro 3.28 - Síntese dos Resultados.....	62
Quadro 4.1 - Rio Itaum-Açú – Características dos Dispositivos Existentes e Projetados	63
Quadro 4.2 - Rio Itaum-Mirim – Características dos Dispositivos Existentes e Projetados	65
Quadro 4.3 - Rio Itaum-Açú – Custos por Período de Retorno – Preços Financeiros.....	66
Quadro 4.4 - Rio Itaum-Mirim – Custos por Período de Retorno	66
Quadro 4.5 - Parâmetros para Estimação do Prejuízo Direto por Período de Retorno.....	67
Quadro 4.6 - Benefícios Econômicos para Alternativa A	67
Quadro 4.7 - Benefícios Econômicos por Valorização Imobiliária por Tempo de Retorno – Valores Econômicos.....	68
Quadro 4.8 - Benefícios de Tráfego por Período de Retorno	68
Quadro 4.9 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 5 Anos.....	72
Quadro 4.10 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 10 Anos.....	73
Quadro 4.11 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 25 Anos.....	74
Quadro 4.12 - Análise Benefício-Custo para Período de Retorno de 50 Anos.....	75
Quadro 4.13 - Síntese dos Resultados.....	76
Quadro 5.1 - Síntese de Parâmetros da Simulação para Trs 5, 10, 25 e 50 Anos.....	78

Quadro 5.2 - Tir – Síntese da Análise de Risco para Tr 5 Anos	79
Quadro 5.3 - Vpl – Síntese da Análise de Risco para Tr de 5 Anos	80
Quadro 5.4 - Tir – Síntese da Análise de Risco para Tr 10 Anos	81
Quadro 5.5 - Vpl – Síntese da Análise de Risco para Tr de 10 Anos	82
Quadro 5.6 - Tir – Síntese da Análise de Risco para Tr 25 Anos	85
Quadro 5.7 - Vpl – Síntese da Análise de Risco para Tr de 25 Anos	86
Quadro 5.8 - Tir – Síntese da Análise de Risco para Tr 50 Anos	88
Quadro 5.9 - Vpl – Síntese da Análise de Risco para Tr de 50 Anos	89
Quadro 5.10 - Síntese da Análise de Risco para Tir e Vpl por Período de Retorno	90
Quadro 6.1 - Rio Itaum-Açú – Dispositivos de Drenagem.....	91
Quadro 6.2 - Rio Itaum-Mirim – Dispositivos de Drenagem.....	91
Quadro 6.3 - Vazões de Projeto em Cada Trecho	92
Quadro 6.4 - Orçamento	115

1. INTRODUÇÃO

O presente Tomo XXV do Volume 2 do Relatório PI - 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 do rio Itaum-Açú, bem como o detalhamento da alternativa selecionada para integrar o Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) da bacia do rio Cachoeira.

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

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

- ✓ 951-PMJ-PDC-RT-P130 – R3 – Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico – Volume 3 – Diagnóstico – Tomo XXV – Sub-bacia 25 – Rio Itaum-Açú;
- ✓ 951-PMJ-PDC-RT-P156 – R3 – Formulação de Cenários, Diagnóstico e Prognóstico – Volume 4 – Prognóstico – Tomo XXV – Sub-bacia 25 – Rio Itaum-Açú.

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 três alternativas, buscando privilegiar, em cada uma delas, as seguintes diretrizes básicas: (i) ampliar a capacidade de vazão do curso d'água com obras de baixo custo, porém, com maior comprometimento dos terrenos lindeiros; (ii) implantar obras de maior custo visando minimizar as desapropriações; ou (iii) implantar obras de retenção procurando manter as vazões de cheia em valores inferiores à capacidade da rede de drenagem existente.

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

2.2 ESTUDOS INICIAIS E REUNIÃO COM A COMUNIDADE

2.2.1 Estudos Iniciais

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

QUADRO 2.1
RESUMO DE ALTERNATIVAS E CUSTOS

<i>Alternativas</i>	<i>Custos (R\$)</i>
Alternativa A: Alargamento, Adequação Hidráulica do Canal, Substituição dos Dispositivos Ineficientes e Desapropriação/Remoção de Construções.	116,146 milhões
Alternativa B: Alargamento, Adequação Hidráulica do Canal, Remoção de Dispositivos Desnecessários e Dispositivos para Complementação de Vazão (By-Pass).	106,099 milhões
Alternativa C: Alargamento, Adequação Hidráulica do Canal, Substituição de Dispositivos e Reservatório de Detenção.	112,651 milhões

2.2.2 Reunião com a Comunidade

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

A reunião com a comunidade abrangida pela sub-bacia do rio Itaum-Açú foi realizada na data de 15 de Outubro de 2009, às 19h30min no Centro Social Urbano do Itaum.

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

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

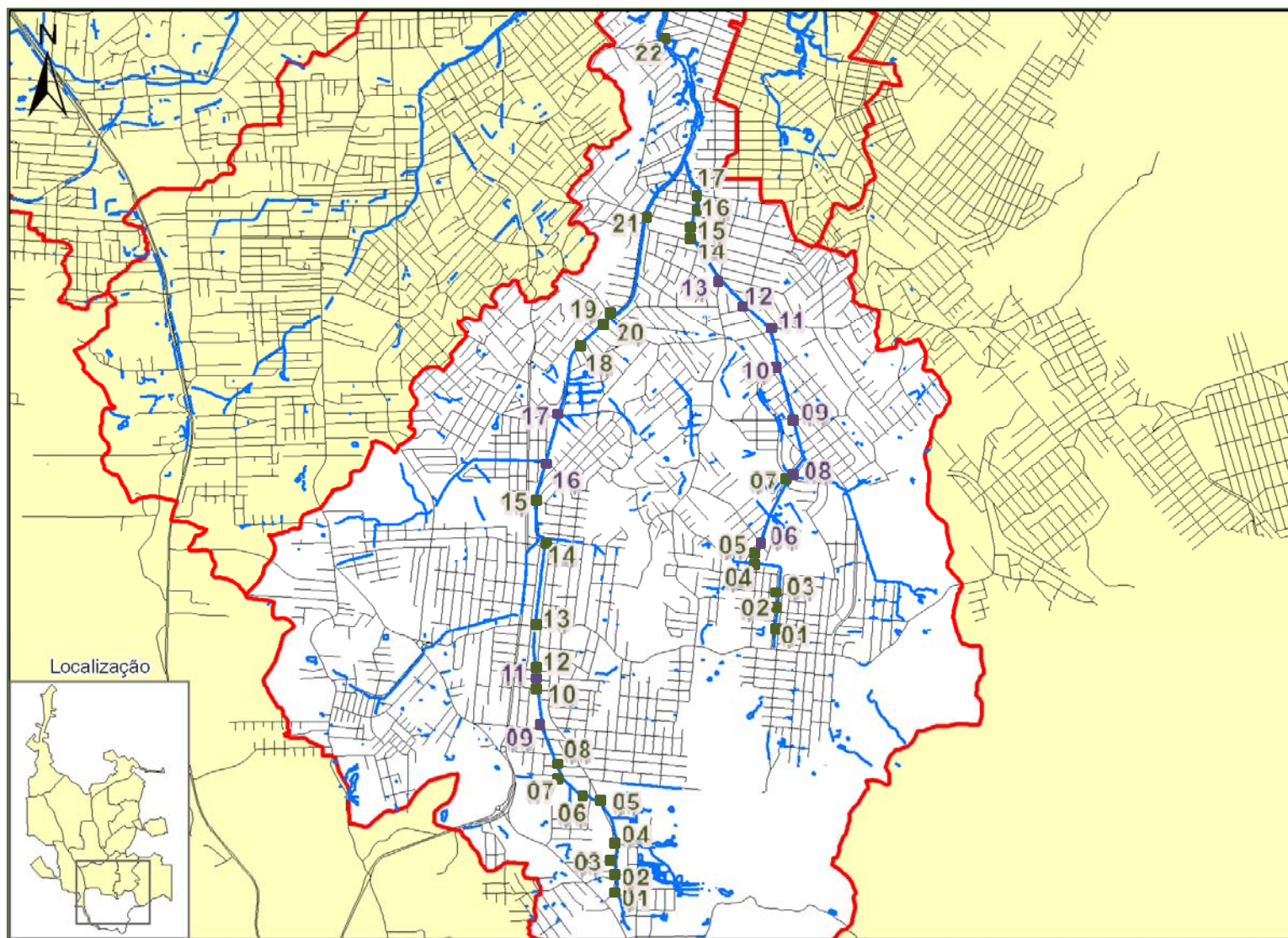


Ilustração 2.1 – Sub-Bacia do Rio Itaum-Açú – Alternativa A – Concepção Geral.

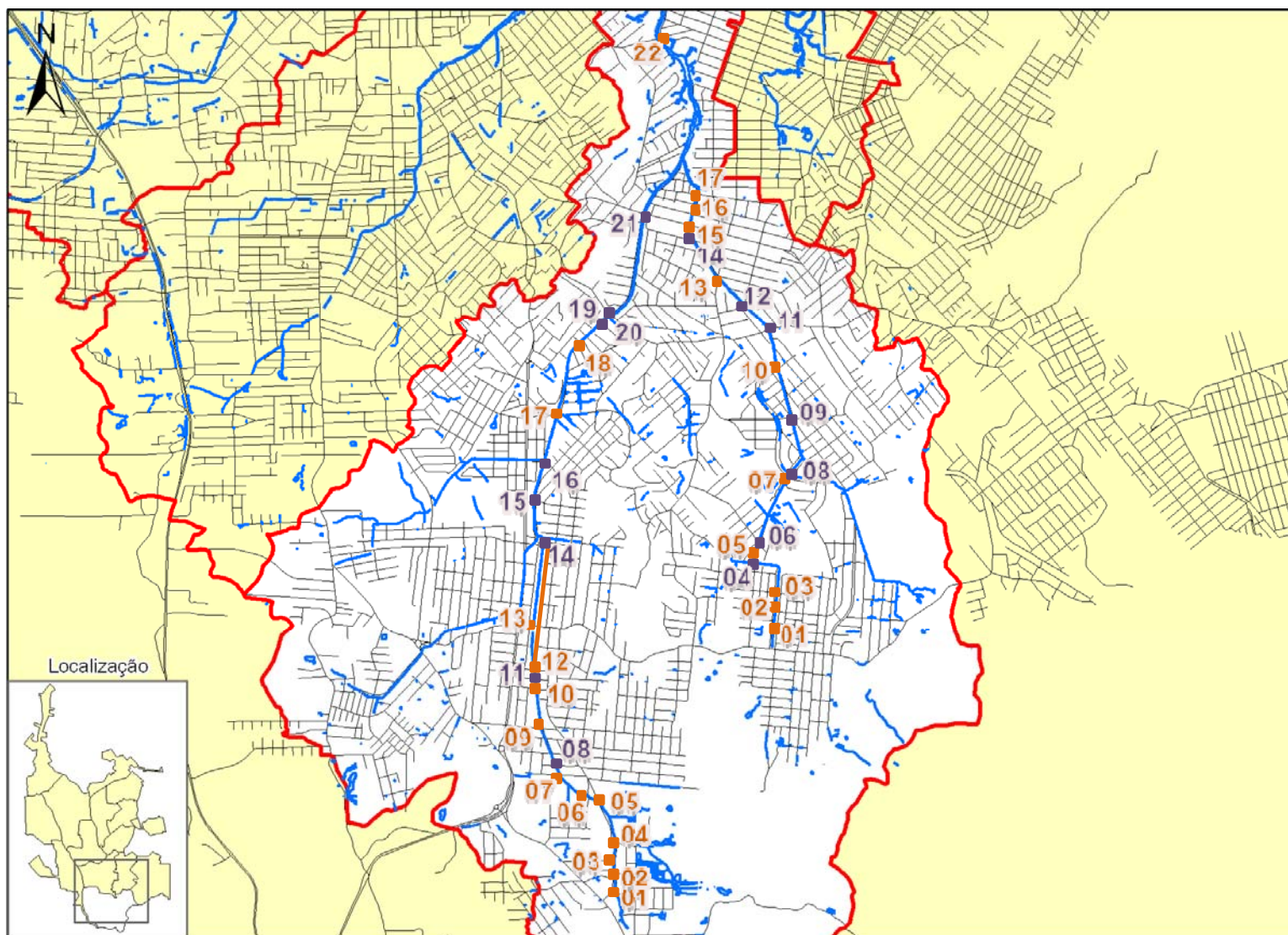


Ilustração 2.2 – Sub-Bacia do Rio Itaum-Açú – Alternativa B – Concepção Geral.

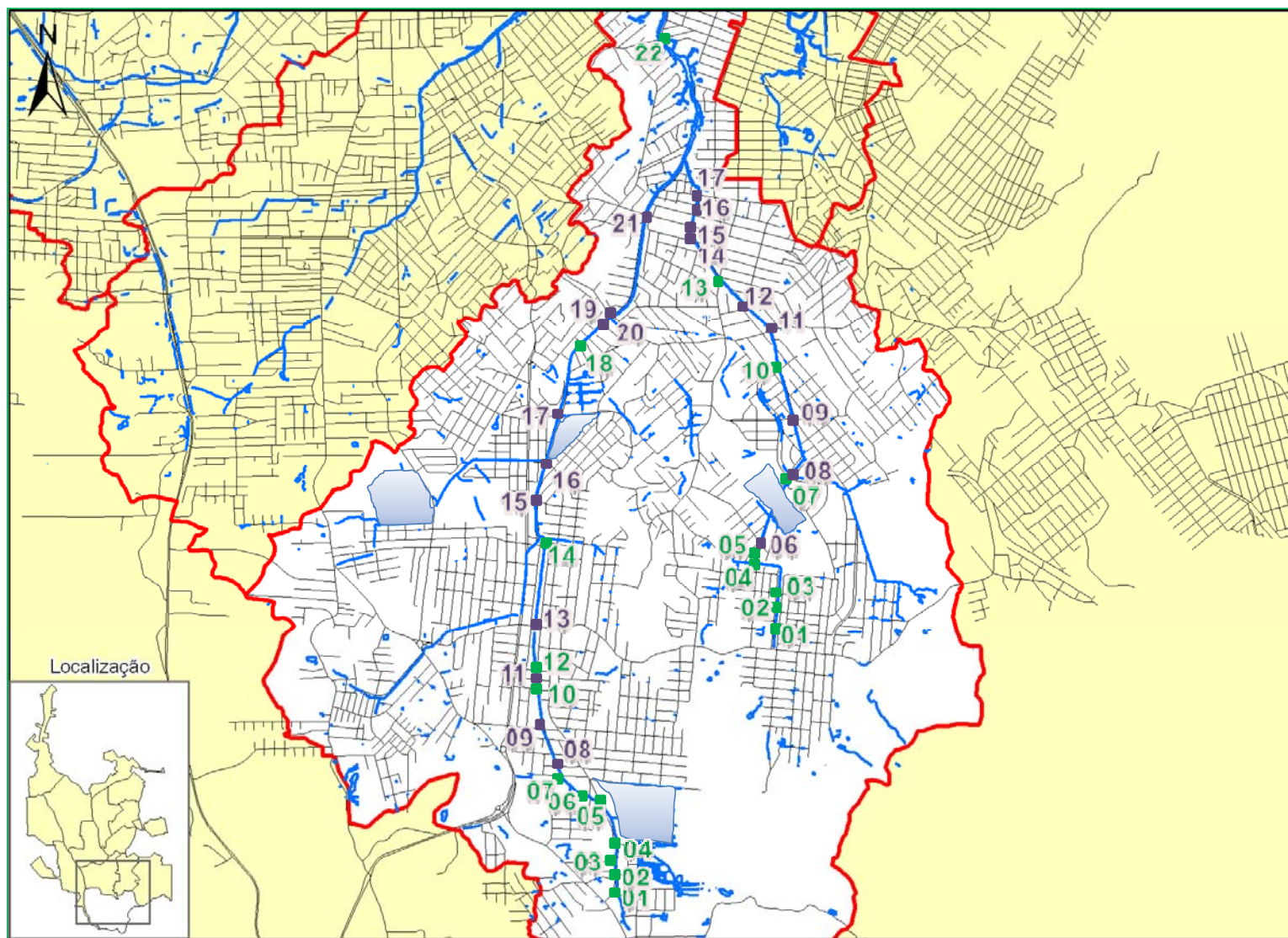


Ilustração 2.3 – Sub-Bacia do Rio Itaum-Açú – Alternativa C – Concepção Geral.

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

Através de uma reunião com participação de 110 pessoas, a população tomou conhecimento das alternativas e através de manifestação e votação aberta, conforme consta no regimento da reunião, decidiu-se como prioridade para os estudos a classificação indicada no Quadro 2.2.

QUADRO 2.2
PRIORIDADE DE ESTUDOS

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

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

2.3 CONCEPÇÃO DAS ALTERNATIVAS

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

2.3.1 Alternativa A

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

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

Salienta-se que, para efeito de orçamento para desapropriação, inicialmente adotou-se como critério geral a identificação dos lotes a serem atingidos por obras, considerando-se na fase inicial dos estudos a totalidade da área do lote, independentemente da área necessária às obras. Posteriormente, na fase de detalhamento dos projetos, os orçamentos seriam ajustados de acordo com a área necessária para a implantação das obras. Entretanto, diferentemente de outras sub-bacias do rio Cachoeira, a sub-bacia do rio Itaum-Açú apresenta uma

particularidade na sua forma de ocupação que consiste na presença de grandes áreas remanescentes ainda não loteadas ou desmembradas em lotes de menor área.

Desta forma, tendo em conta que as estimativas de desapropriações para a alternativa A, caso se adotasse a área integral dos lotes para efeito de indenização equivaleriam a aproximadamente 70% dos custos totais da alternativa, excepcionalmente foi adotada, para efeito de estimativa de custos por desapropriação, apenas a área necessária dos lotes à implantação dos projetos, permitindo com isso uma redução nos custos de indenizações e desapropriações, de modo que não ocorresse distorção na análise de viabilidade econômica, em favor de outras alternativas.

2.3.2 Alternativa B

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

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

2.3.3 Alternativa C

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

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

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

2.3.4 Dimensionamento das Alternativas

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

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

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

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

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

QUADRO 2.3

SUB-BACIA DO RIO ITAUM-AÇÚ – PRECIPITAÇÃO DE PROJETO (DURAÇÃO DE 2 HORAS)

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

Nos Quadros 2.4 e 2.5 apresenta-se a relação de dispositivos existentes com suas dimensões atuais, respectivamente, para os rios Itaum-Açú e Itaum-Mirim, 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.

Em todas as alternativas de solução avaliadas foi previsto o desassoreamento e regularização da seção do canal existente.

QUADRO 2.4
RIO ITAUM-AÇÚ – DISPOSITIVOS ATUAIS

Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (m)	Comprimento (m)
1	Rua Oscar A. Pinheiro	Tubulação	1,20	8,50
2	Rua Leon Hirszmänn	Tubulação Dupla	1,20/1,20	15,65
3	Rua Carlos Emílio Alexandre Schwartz	Tubulação	1,50	18,22
4	Rua Adolfo da Veiga com Rua Arthur Carlos	Tubulação Dupla	1,20/1,50	21,37
5	Rua Adolfo da Veiga	Galeria	M: 3,45x2, 26 J: 3,44x1,96	30,03
6	Rua Elza Gomes	Tubulação Dupla	1,00/1,50	21,57
7	Rua Tenente Ayres Zacarias	Passarela de Madeira	9,58x2,50	1,05
8	Rua Victor Mateus Texeira	Passarela de Madeira	8,00x2,54	1,27
9	Rua Afonso Moreira	Ponte	M: 5,04x2,40 J: 5,01x2,44	12,30
10	Rua a Montante da Constantino Caetano	Ponte de Madeira	M: 6,25x2,59 J: 6,30x2,77	3,40
11	Rua Constantino Caetano	Ponte de Madeira	12,01x3,25	0,99
12	Rua Esmaelita Frida Miranda	Ponte de Madeira	M: 7,44x2,87 J: 7,35x3,00	4,31
13	Rua Chico Mendes	Passarela de Madeira	8,24x2,38	1,24
14	Rua Boehmerwald	Galeria	M: 5,70x2,43 J: 4,90x2,66	59,88
15	Edificação após Rua Boehmerwald	Ponte	M: 6,56x2,51 J: 6,82x2,41	13,30
16	Rua Alfredo Colin	Galeria Dupla	3,50x2,22/3,50x2,22	14,29
17	Rua das Telefonistas	Galeria Dupla	M: 3,50x2,51/3,50x2,51 J: 3,50x2,46/3,50x2,46	18,20
18	Rua Bertholdo Corrêa	Passarela de Madeira	13,25x2,84	1,20
19	Rua dos Aimorés	Ponte	11,80x3,33	41,42
20	Rua Bélgica	Ponte	M: 11,88x2,78 J: 11,87x2,75	12,42
21	Rua Campina Grande	Ponte	M: 11,69x3,28 J: 11,71x3,20	12,56
22	Estrada de Ferro + Rua Monsenhor Gercino	Ponte	M: 4,57x3,41 e 5,38x3,41 J: 4,77x3,96 e 5,47x3,93	16,77
23	Rua Florianópolis	Ponte	M: 13,50x3,54 J: 13,70x3,41	15,66
24	Rua Guanabara	Ponte	M: 29,03x5,09 J: 28,90x4,67	7,66

QUADRO 2.5
RIO ITAUM-MIRIM – DISPOSITIVOS ATUAIS

Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (m)	Comprimento (m)
1	Rua Lourival Leite Palhares	Tubulação Tripla	1,00/1,20/1,20	5,56
2	Rua dos Baobas	Ponte	M: 4,50x2,11 J: 4,55x1,98	14,19
3	Rua Lourenço Dias Inácio	Tubulação Dupla	1,50/1,50	12,11
4	Rua Niralci de Oliveira Santana	Galeria Dupla	3,50x2,00/2,60 x1,92	18,28
5	Passarela Próxima à Rua Niralci de Oliveira	Passarela de Madeira	5,92x2,52	1,23
6	Rua Constantino Oliveira Borges	Galeria Dupla	2,60x2,45	23,09
7	Estrada de Ferro	Ponte	5,88x3,57	4,04
8	Travessia após Estrada de Ferro	Ponte de Madeira	M: 5,20x2,82 J: 5,32x2,79	1,03
9	Avenida Francisco Alves	Galeria Tripla	2,60x2,90/3,50 x2,90 /2,60x2,90	35,21
10	Rua Luiz Ceratti	Ponte de Madeira	M: 6,29x3,11 J:6,19x2,98	5,92
11	Rua Monsenhor Gercino	Ponte	M: 9,21x2,44 J:9,28x3,10	16,80
12	Rua Agulhas Negras	Ponte	M: 10,74x2,82 J:10,76x2,72	14,06
13	Rua Fátima	Ponte	M: 6,48x3,00 J:6,59x3,01	20,48
14	Rua Suburbana	Ponte de Madeira	M: 10,13x2,61 J:10,12x2,47	5,41
15	Rua Florianópolis	Ponte	M: 10,78x3,09 J:10,70x3,26	16,62
16	Rua Comandante Alberto Lepper	Ponte de Madeira	M: 9,90x2,68 J:10,16x2,17	4,13
17	Rua Passo Fundo	Ponte de Madeira	11,99x1,90 e 1,98x2,21	4,39

Para estimar a produção de sedimentos na bacia do rio Itaum e seu afluente, Itaum-Mirim, 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 2.6) para obtenção da taxa de sedimentos carregados no rio Cachoeira.

QUADRO 2.6
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 2.7) para todos os seus afluentes.

QUADRO 2.7
TAXA MÉDIA DE PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS EM ARRASTE E SUSPENSÃO (ESTAÇÃO 5)

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

Para avaliar a questão de sedimentos na alternativa C, que contempla reservatórios de detenção das águas do rio, a sub-bacia do rio Itaum foi subdividida em setores, obtendo as áreas a montante de cada reservatório. A taxa adotada de 57.82 t/ano/km² para os sedimentos em arraste e 364.73 t/ano/km² para os em suspensão foi multiplicada pelas áreas em km² desses setores, obtendo-se assim, a estimativa de sedimentos produzidos no período de um ano. Em nenhum momento houve a distinção das fontes dos suprimentos de sedimentos, ou seja, se são das cabeceiras ou do próprio leito.

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

a decantar. Por isso, adotou-se a taxa de 50% dos sedimentos em suspensão retidos nos reservatórios.

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

Os Quadros 2.8 e 2.9 apresentam, respectivamente, a produção de sedimentos nos canais fluviais para as alternativas A e B e a produção e retenção de sedimentos nos dispositivos e canais para a alternativa C.

QUADRO 2.8

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

Trecho do Rio	Área da Bacia (km ²)	Taxa Média (t/ano/km ²)		Produção de Sedimentos (t/ano)		Total (t/ano)
		Arraste	Suspensão	Arraste	Suspensão	
Itaum-Açú	15,06	57,82	364,73	453,86	5.494,29	776,36
Itaum-Mirim	7,85	57,82	364,73	99,39	2.863,13	336,01
Foz	1,72	57,82	364,73	-	626,97	62,70

QUADRO 2.9

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

Trecho do Rio	Área da Bacia (km ²)	Taxa Média (t/ano/km ²)		Produção de Sedimentos (t/ano)		Total (t/ano)
		Arraste	Suspensão	Arraste	Suspensão	
Itaum-Açú	15,06	57,82	364,73	453,86	5.494,29	776,36
Itaum-Mirim	7,85	57,82	364,73	99,39	2.863,13	336,01
Foz	1,72	57,82	364,73	-	626,97	62,70
Reservatórios	15,06	57,82	364,73	870,95	5.494,29	1.333,28

2.4 DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS

2.4.1 Alternativa A

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

Os Quadros 2.10 e 2.11 apresentam 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 2.10
RIO ITAUM-AÇÚ – OBRAS – ALTERNATIVA A

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>	<i>Situação</i>
1	Rua Oscar A. Pinheiro	Galeria	4,00x2,50x12,00	Implantação
2	Rua Leon Hirszmänn	Galeria	4,00x2,50x15,00	Implantação
3	Rua Carlos Emilio Alexandre Schwartz	Galeria	4,00x2,50x18,00	Implantação
4	Rua Adolfo da Veiga com Rua Arthur Carlos	Galeria	5,00x2,50x21,00	Implantação
5	Rua Adolfo da Veiga	Galeria	6,00x3,00x30,00	Implantação
6	Rua Elza Gomes	Galeria	6,00x3,00x21,50	Implantação
7	Rua Tenente Ayres Zacarias	Passarela de Madeira	9,58x2,50x2,00	Remoção
8	Rua Victor Mateus Teixeira	Passarela de Madeira	8,00x2,54x2,00	Remoção
9	Rua Afonso Moreira	Ponte	10,00x3,23x12,30	Implantação
10	Rua a Montante da Constantino Caetano	Ponte	10,00x3,74x12,00	Implantação
11	Rua Constantino Caetano	Ponte de Madeira	12,01x3,25x4,00	Remoção
12	Rua Esmaelita Frida Miranda André	Ponte	10,00x4,10x12,00	Implantação
13	Rua Chico Mendes	Passarela de Madeira	8,24x2,38x4,00	Remoção
14	Rua Boehmerwald	Ponte	10,00x3,75x16,00	Implantação
15	Edificação após Rua Boehmerwald	Ponte	10,00x3,52x13,30	Implantação
16	Rua Alfredo Colin	Ponte	10,00x3,67x14,29	Implantação
17	Rua das Telefonistas	Ponte	14,00x3,78x18,20	Implantação
18	Rua Bertholdo Corrêa	Passarela de Madeira	13,25x2,84x2,00	Remoção
19	Rua dos Aimorés	Ponte	16,45x3,99x41,42	Reforço de Fundação
20	Rua Bélgica	Ponte	20,00x4,04x12,42	Implantação
21	Rua Campina Grande	Ponte	20,00x4,64x12,56	Implantação
22	Rua Monsenhor Gercino	Ponte	20,00x4,79x16,77	Implantação
23	Rua Florianópolis	Ponte	24,00x3,73x15,66	Implantação
24	Rua Guanabara	Ponte	29,03x5,09x20,00	Reforço de Fundação
Implantação do Canal				
	Canal Itaum-Açú Trecho 1	Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x2.431,4	Implantação
	Canal Itaum-Açú Trecho 2	Canal Trapezoidal	6,00x(var.)x291,80	Implantação
	Canal Itaum-Açú Trecho 3	Canal Trapezoidal	10,00x(var.)x1719,1	Implantação
	Canal Itaum-Açú Trecho 4	Canal Trapezoidal	14,00x(var.)x590,78	Implantação
	Canal Itaum-Açú Trecho 5	Canal Trapezoidal	16,00x(var.)x372,06	Implantação
	Canal Itaum-Açú Trecho 6	Canal Trapezoidal	18,00x(var.)x421,36	Implantação
	Canal Itaum-Açú Trecho 7	Canal Trapezoidal	20,00x(var.)x491,94	Implantação
	Canal Itaum-Açú Trecho 8	Canal Trapezoidal	24,00x(var.)x1360,5	Implantação
	Canal Itaum-Açú Trecho 9	Canal Trapezoidal	28,00x(var.)2.221,1	Implantação

QUADRO 2.11
RIO ITAUM-MIRIM – OBRAS – ALTERNATIVA A

Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)	Situação
1	Rua Lourival Leite Palhares	Galeria	4,00x3,00x12,00	Implantação
2	Rua dos Baobás	Galeria	4,00x3,00x14,29	Implantação
3	Rua Lourenço Dias Inácio	Galeria	4,00x3,00x12,00	Implantação
4	Rua Niralci de Oliveira	Galeria	4,00x3,00x18,28	Implantação
5	Passarela Próxima à Rua Niralci de Oliveira	Passarela de Madeira	9,16x2,52x2,00	Remoção
6	Rua Constantino Oliveira Borges	Galeria	6,00x3,50x23,09	Implantação
7	Estrada de Ferro	Galeria	6,00x4,00x12,00	Implantação
8	Travessia após Estrada de Ferro	Galeria	8,00x4,10x12,00	Implantação
9	Avenida Francisco Alves	Galeria	8,00x3,95x35,21	Implantação
10	Rua Luiz Ceratti	Galeria	8,00x4,35x12,00	Implantação
11	Rua Monsenhor Gercino	Galeria	8,00x4,50x16,80	Implantação
12	Rua Agulhas Negras	Ponte	14,00x3,80x14,06	Implantação
13	Rua Fátima	Ponte	14,00x4,00x20,48	Implantação
14	Rua Suburbana	Ponte	18,00x3,82x16,00	Implantação
15	Rua Florianópolis	Ponte	18,00x3,52x16,00	Implantação
16	Rua Comandante Alberto Lepper	Ponte	18,00x3,66x16,00	Implantação
17	Rua Passo Fundo	Ponte	18,00x3,38x16,00	Implantação
Implantação do Canal				
	Canal Itaum-Mirim Trecho 1	Canal Trapezoidal	3,00x(var.)x820,48	Implantação
	Canal Itaum-Mirim Trecho 2	Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x901,33	Implantação
	Canal Itaum-Mirim Trecho 3	Canal Trapezoidal	8,00x(var.)x1002,90	Implantação
	Canal Itaum-Mirim Trecho 4	Canal Trapezoidal	14,00x(var.)x581,09	Implantação
	Canal Itaum-Mirim Trecho 5	Canal Trapezoidal	18,00x(var.)x1053,3	Implantação

O desenho 951-PMJ-PDC-A0-P752 (vide Anexo 1) apresenta as obras previstas na sub-bacia do rio Itaum-Açú para a alternativa A.

As Figuras 2.1, 2.2 e 2.3 apresentam, respectivamente, as vazões ao longo dos rios Itaum-Açú e Itaum-Mirim e junto a foz do rio Itaum, enquanto as Figuras 2.4, 2.5 e 2.6 apresentam, respectivamente, as velocidades do escoamento nos rios Itaum-Açú, Itaum-Mirim e na foz do rio Itaum para a alternativa A.

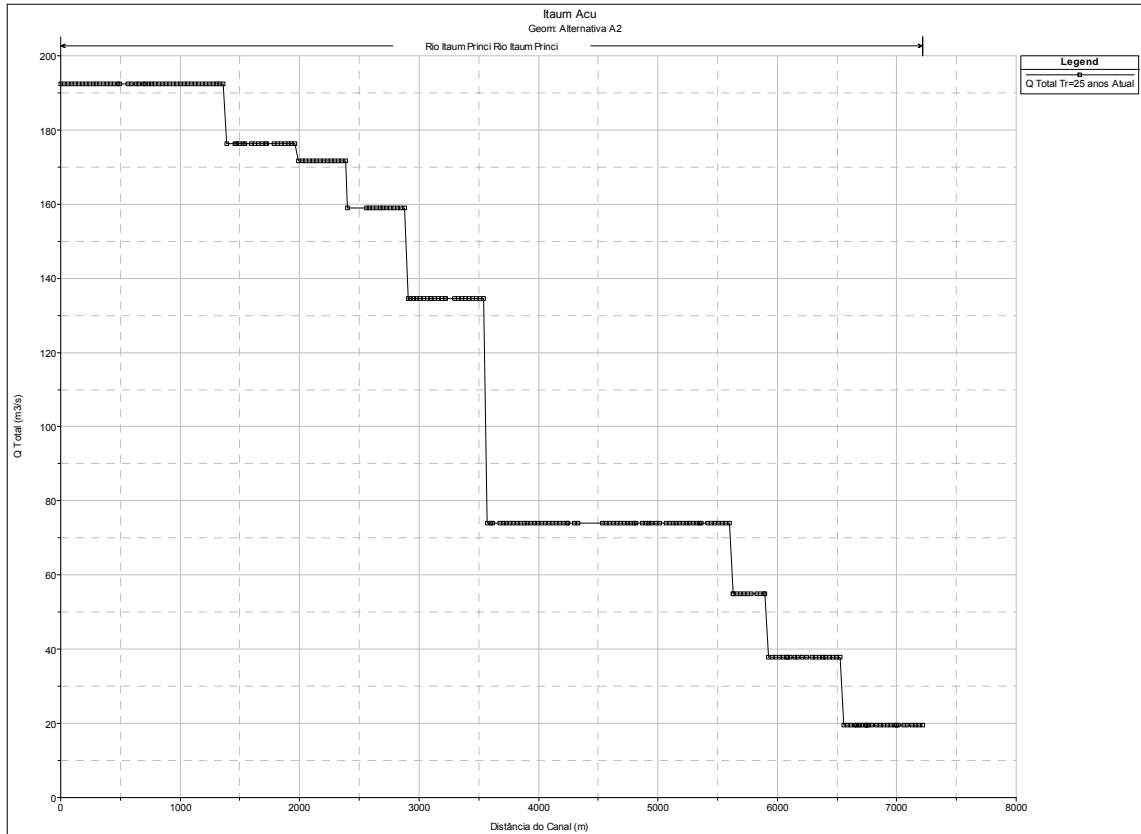


Figura 2.1 – Vazões no Rio Itaum-Açú – Alternativa A.

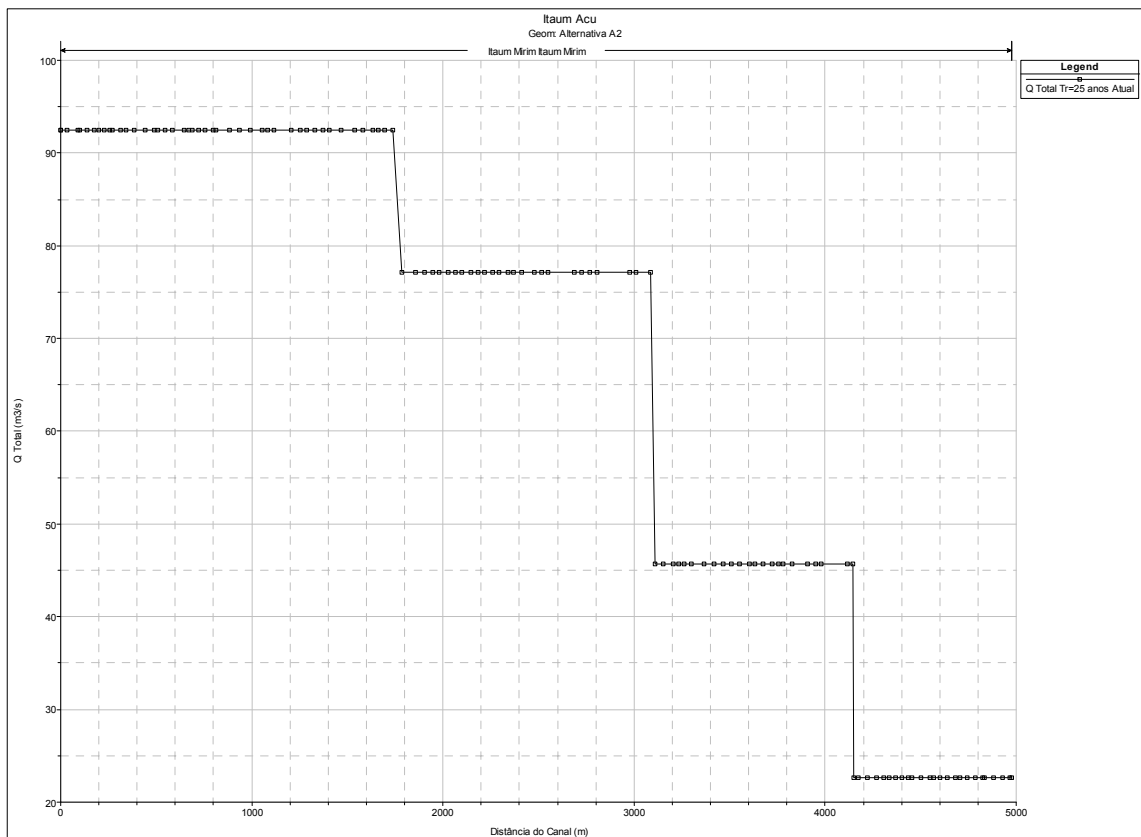


Figura 2.2 – Vazões no Rio Itaum-Mirim – Alternativa A.

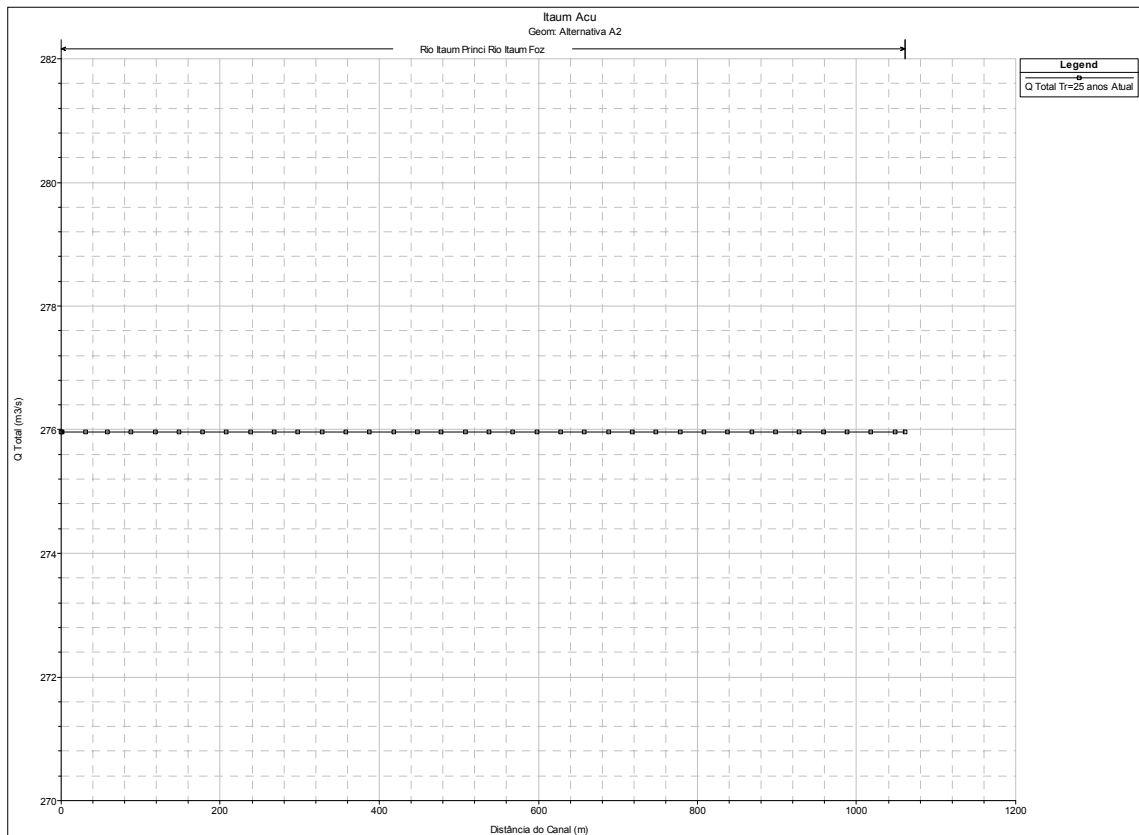


Figura 2.3 – Vazões na Foz do Rio Itaum-Açú – Alternativa A.

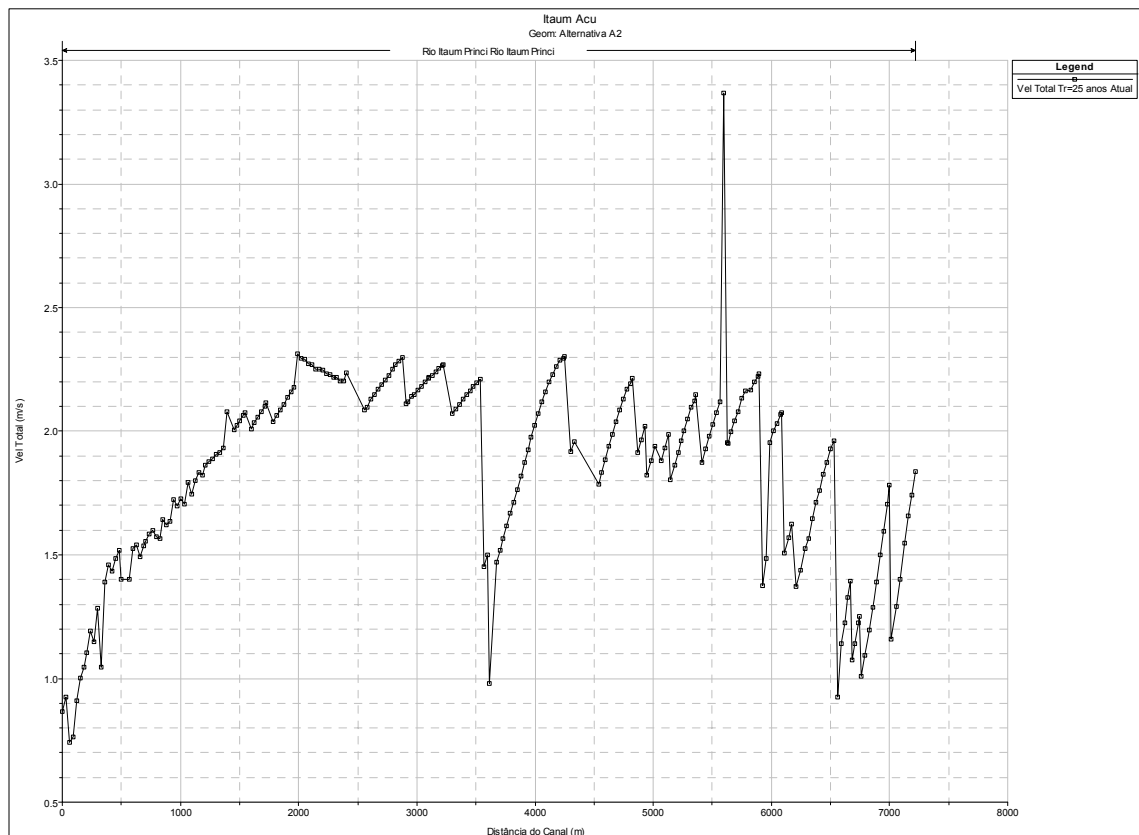


Figura 2.4 – Velocidades no Rio Itaum-Açú – Alternativa A.

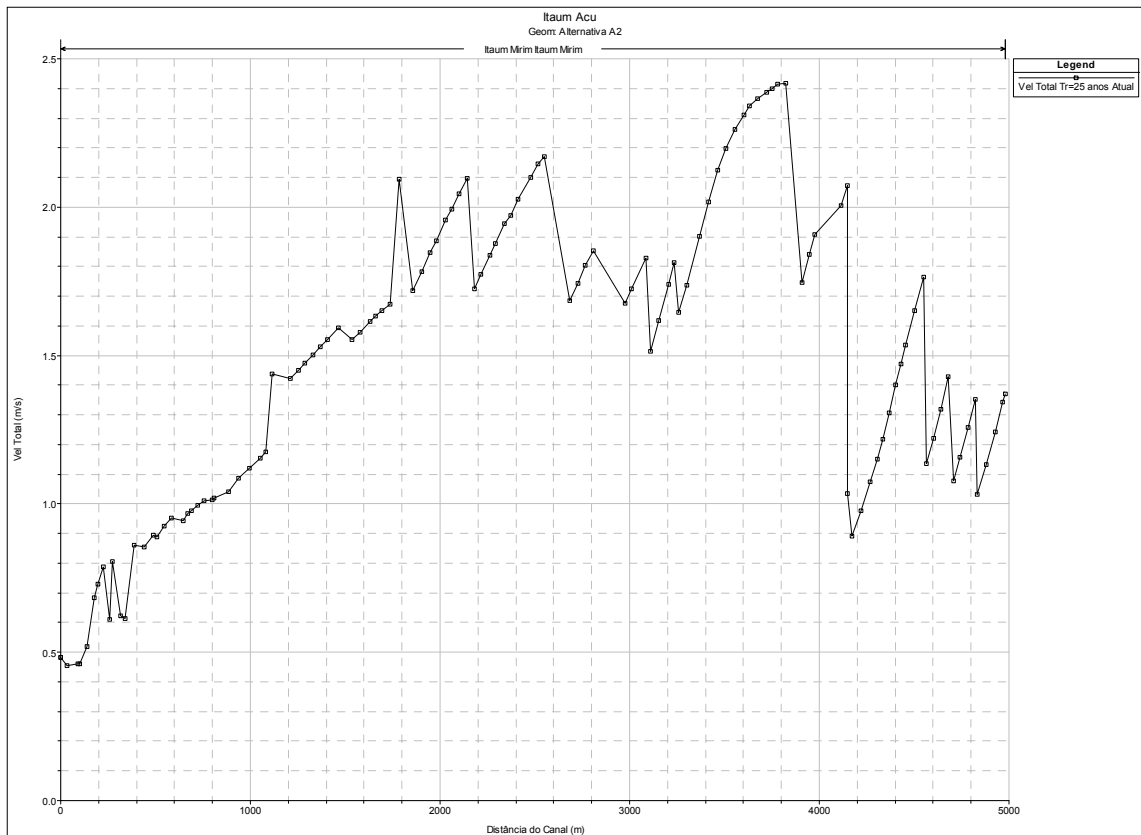


Figura 2.5 – Velocidades no Rio Itaum-Mirim – Alternativa A.

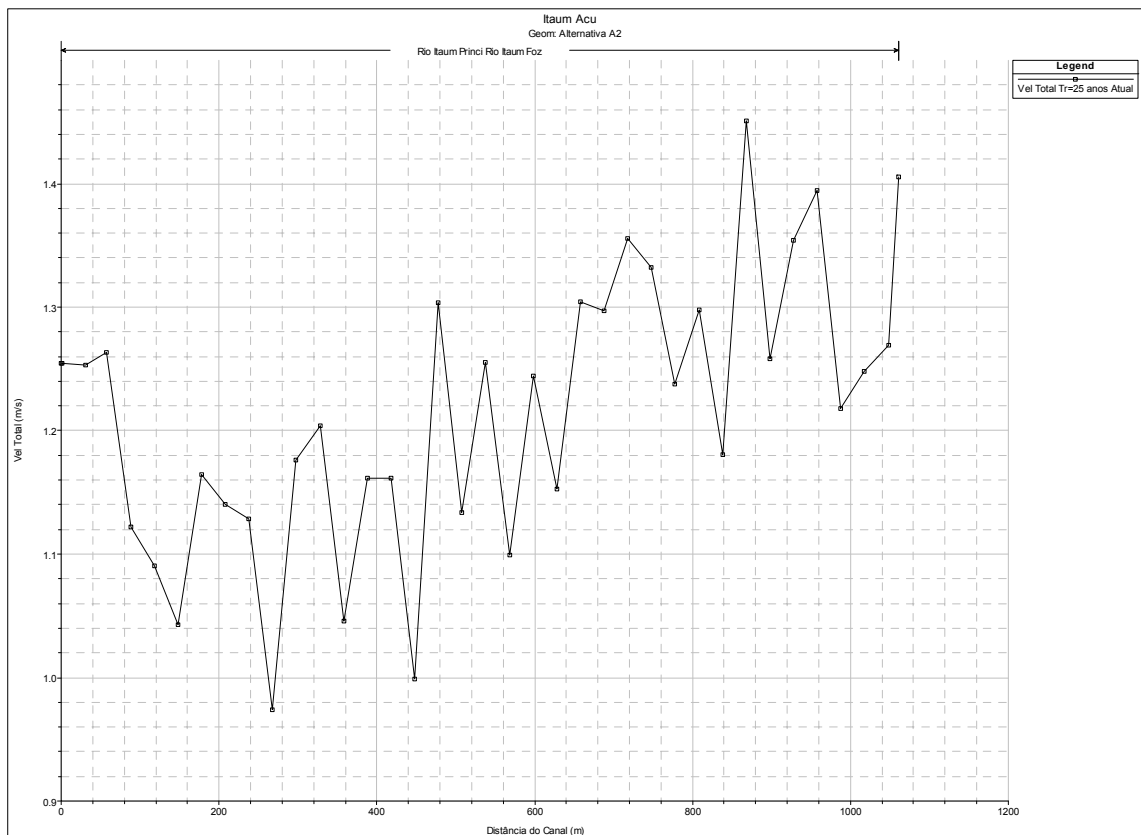


Figura 2.6 – Velocidades na Foz do Rio Itaum-Açu – Alternativa A.

As Figuras 2.7, 2.8 e 2.9 ilustram, respectivamente, os níveis d'água ao longo do perfil dos rios Itaum-Açú, Itaum-Mirim e na foz do rio Itaum com os dispositivos propostos na alternativa A.

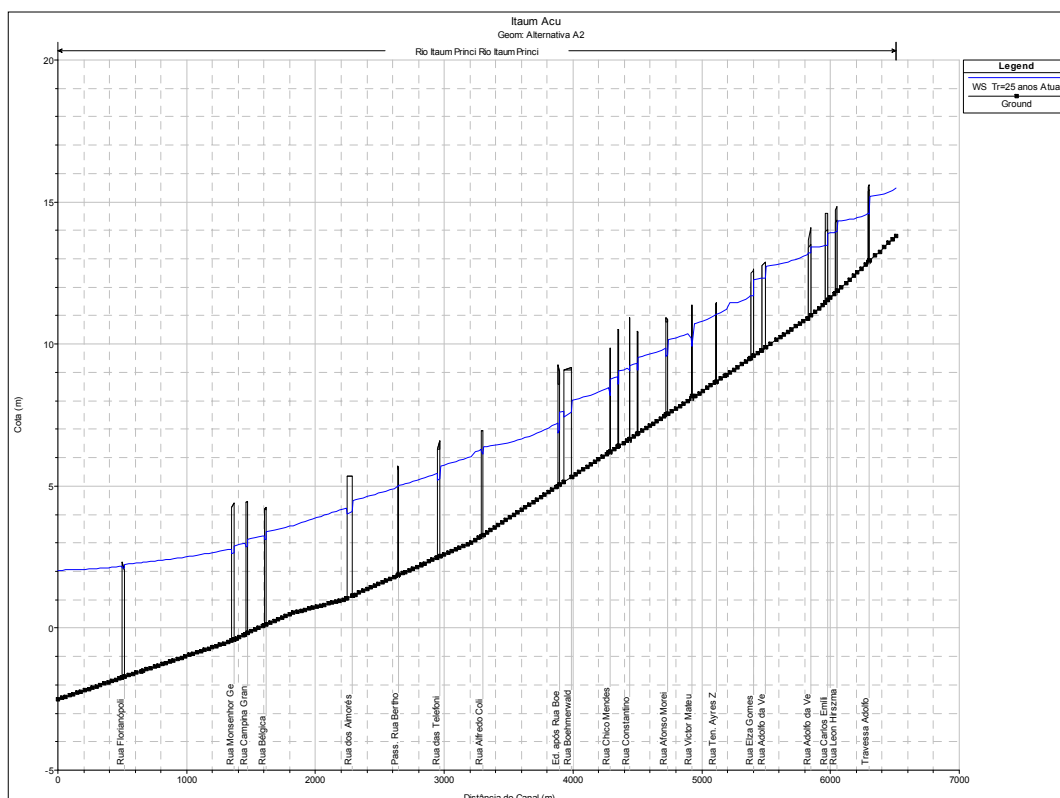


Figura 2.7 – Níveis d'água no Rio Itaum-Açú – Alternativa A.

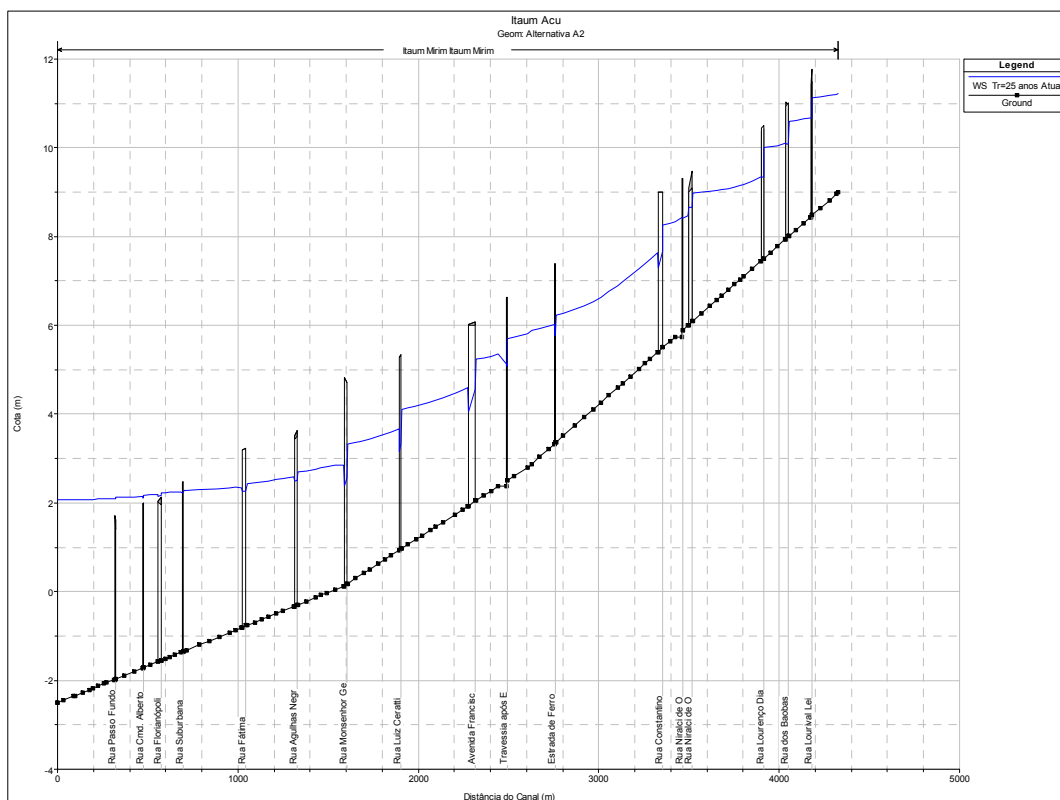


Figura 2.8 – Níveis d'água no Rio Itaum-Mirim – Alternativa A.

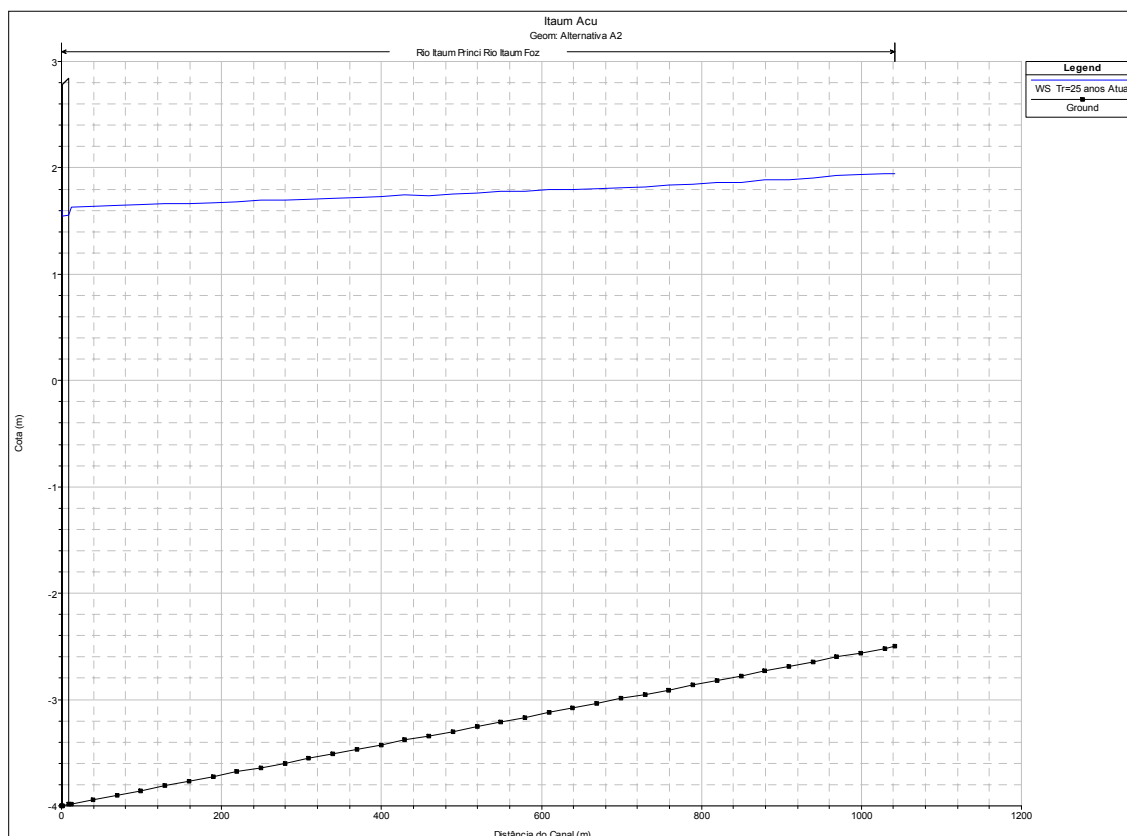


Figura 2.9 – Níveis d'água na Foz do Rio Itaum-Açú – Alternativa A.

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. Para esta avaliação, a bacia foi subdividida em três áreas: rio Itaum-Mirim, rio Itaum-Açú até a confluência com o rio Itaum-Mirim e sub-bacia a jusante deste ponto até a foz (Foz).

Utilizando a metodologia apresentada no Volume 1 deste relatório e nos aspectos descritos no item 2.3.4 deste documento, a bacia do rio Itaum-Açú foi subdividida em setores obtendo suas áreas a montante de cada dispositivo de reservatório. A taxa adotada de 57,82 t/ano para os sedimentos em arraste e 364,73 t/ano 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 2.12. No Quadro 2.13 estão apresentados os custos de manutenção dos canais da alternativa A.

QUADRO 2.12

SUB-BACIA DO RIO ITAUM-AÇÚ – 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)
Itaum-Açú	15,06	57,82	364,73	453,86	5.494,29	776,36	517,57
Itaum-Mirim	7,85	57,82	364,73	99,39	2.863,13	336,01	224,00
Foz	1,72	57,82	364,73	-	626,97	62,70	41,80

QUADRO 2.13

SUB-BACIA DO RIO ITAUM-AÇÚ – 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	11.325,37	95	746,80	333,19	248.826,90
Pontes e Galerias	554,63	5	36,57	695,75	25.445,42
				Total (R\$/ano)	274.272,32

2.4.2 Alternativa B

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

Os Quadros 2.14 e 2.15 apresentam 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 2.14
RIO ITAUM-AÇÚ – OBRAS – ALTERNATIVA B

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>	<i>Situação</i>
1	Rua Oscar A. Pinheiro	Galeria	4,00x2,50x12,00	Implantação
2	Rua Leon Hirszmman	Galeria	4,00x2,50x15,00	Implantação
3	Rua Carlos Emilio Alexandre Schwartz	Galeria	4,00x2,50x18,00	Implantação
4	Rua Adolfo da Veiga com Rua Arthur Carlos	Galeria	5,00x2,50x21,00	Implantação
5	Rua Adolfo da Veiga	Galeria	6,00x3,00x30,00	Implantação
6	Rua Elza Gomes	Galeria	6,00x3,00x21,50	Implantação
7	Rua Tenente Ayres Zacarias	Passarela de Madeira	9,58x2,50x12,00	Remoção
8	Rua Victor Mateus Teixeira	Passarela de Madeira	8,00x2,54x12,00	Remoção
9	Rua Afonso Moreira	Ponte	5,00x2,44x12,30	Permanece
10	Rua a Montante da Constantino Caetano	Ponte de Madeira	6,30x2,57x4,00	Remoção
11	Rua Costantino Caetano	Ponte de Madeira	12,01x3,25x2,00	Remoção
12	Rua Esmaelita Frida Miranda André	Ponte de Madeira	7,44x2,87x4,00	Remoção
13	Rua Chico Mendes	Passarela de Madeira	8,24x2,38x2,00	Remoção
14	Rua Boehmerwald	Galeria	5,70x2,43x60,00	Permanece
15	Edificação após Rua Boehmerwald	Ponte	6,82x2,41x13,30	Permanece
16	Rua Alfredo Colin	Ponte	10,00x3,67x14,29	Implantação
17	Rua das Telefonistas	Ponte	14,00x3,78x18,20	Implantação
18	Rua Bertholdo Corrêa	Passarela de Madeira	13,25x2,84x2,00	Remoção
19	Rua dos Aimorés	Ponte	16,45x3,99x41,42	Reforço de Fundação
20	Rua Bélgica	Ponte	20,00x4,04x12,42	Implantação
21	Rua Campina Grande	Ponte	20,00x4,64x12,56	Implantação
22	Rua Monsenhor Gercino	Ponte	10,24x3,93x16,77	Remoção
23	Rua Florianópolis	Ponte	24,00x3,73x15,66	Implantação
24	Rua Guanabara	Ponte	29,03x5,09x20,00	Reforço de Fundação
25	Galeria Leito Rio	Galeria	(8,00x3,50/8,00x3,50) x843,00	Implantação
Galerias By-Pass				
26	Galeria By-Pass Itaum-Açú 1	Galeria	6,00x2,50x1620,00	Implantação
27	Galeria By-Pass Itaum-Açú 2	Galeria	7,00x2,50x600,00	Implantação
Implantação do Canal				
	Canal Itaum-Açú Trecho 1	Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x2431,45	Implantação
	Canal Itaum-Açú Trecho 2	Canal Trapezoidal	16,00x(var.)x621,59	Implantação
	Canal Itaum-Açú Trecho 3	Canal Trapezoidal	18,00x(var.)x372,06	Implantação
	Canal Itaum-Açú Trecho 4	Canal Trapezoidal	20,00x(var.)x421,36	Implantação
	Canal Itaum-Açú Trecho 5	Canal Trapezoidal	22,00x(var.)x491,94	Implantação
	Canal Itaum-Açú Trecho 6	Canal Trapezoidal	26,00x(var.)x520,22	Implantação
	Canal Itaum-Açú Trecho 7	Canal Trapezoidal	28,00x(var.)x2221,1	Implantação

QUADRO 2.15
RIO ITAUM-MIRIM – OBRAS – ALTERNATIVA B

Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)	Situação
1	Rua Lourival Leite Palhares	Galeria	4,00x3,00x12,00	Implantação
2	Rua dos Baobás	Galeria	4,00x3,00x14,29	Implantação
3	Rua Lourenço Dias Inácio	Galeria	4,00x3,00x12,00	Implantação
4	Rua Niralci de Oliveira	Galeria	4,00x3,00x18,28	Implantação
5	Passarela Próxima à Rua Niralci de Oliveira	Passarela de Madeira	9,16x2,52x2,00	Remoção
6	Rua Constantino Oliveira Borges	Galeria	6,00x3,50x23,09	Implantação
7	Estrada de Ferro	Galeria	6,00x4,00x12,00	Implantação
8	Travessia após Estrada de Ferro	Galeria	8,00x4,10x12,00	Implantação
9	Avenida Francisco Alves	Galeria	2,60x2,90/3,5x2,90/ 2,60x2,90x35,21	Permanece
10	Rua Luiz Ceratti	Ponte de Madeira	6,29x3,11x2,00	Remoção
11	Rua Monsenhor Gercino	Ponte	9,28x3,10x16,80	Permanece
12	Rua Agulhas Negras	Ponte	10,76x2,72x14,06	Remoção
13	Rua Fátima	Ponte	6,59x3,01x20,48	Remoção
14	Rua Suburbana	Ponte de Madeira	10,13x2,61x4,00	Remoção
15	Rua Florianópolis	Ponte	18,00x3,52x16,00	Implantação
16	Rua Comandante Alberto Lepper	Ponte	18,00x3,66x16,00	Implantação
17	Rua Passo Fundo	Ponte	18,00x3,38x16,00	Implantação
18	Itaum Mirim Leito Rio	Galeria	5,00x3,00x675,00	Implantação
Galerias By-Pass				
19	Galeria By-Pass Itaum-Mirim	Galeria	8,00x2,50x2244,00	Implantação
Implantação do Canal				
	Canal Itaum-Mirim Trecho 1	Canal Trapezoidal	3,00x(var.)x820,48	Implantação
	Canal Itaum-Mirim Trecho 2	Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x1013,51	Implantação
	Canal Itaum-Mirim Trecho 3	Canal Trapezoidal	18,00x(var.)x694,03	Implantação

O desenho 951-PMJ-PDC-A0-P753 (vide Anexo 1) apresenta as obras previstas na sub-bacia do rio Itaum-Açú para a alternativa B.

As Figuras 2.10, 2.11 e 2.12 apresentam, respectivamente, as vazões ao longo dos rios Itaum-Açú e Itaum-Mirim e na foz do rio Itaum, enquanto as Figuras 2.13, 2.14 e 2.15 apresentam, respectivamente, as velocidades do escoamento nos rios Itaum-Açú e Itaum-Mirim e na foz do rio Itaum para a alternativa B. As galerias By-Pass propostas para os rios Itaum-Açú e Itaum-Mirim foram dimensionadas para vazões de 51,65 m³/s e 55,00 m³/s, respectivamente.

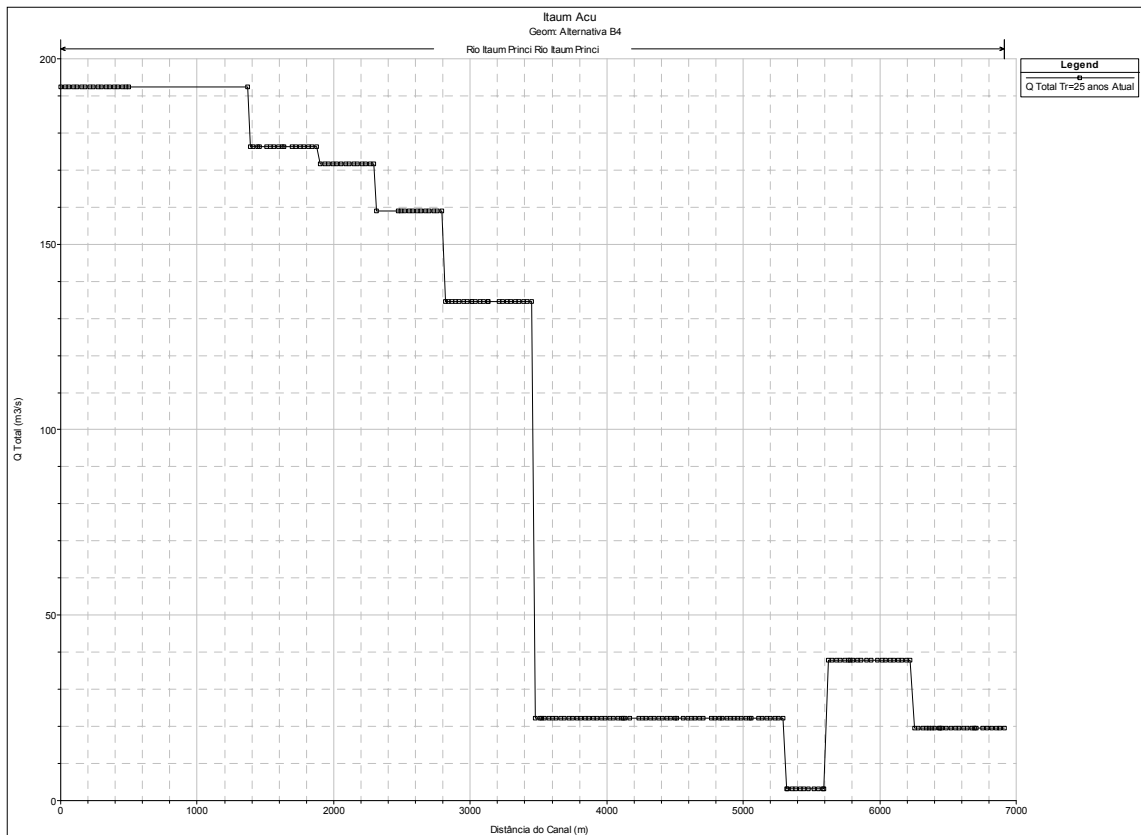


Figura 2.10 – Vazões no Rio Itaum-Açú – Alternativa B.

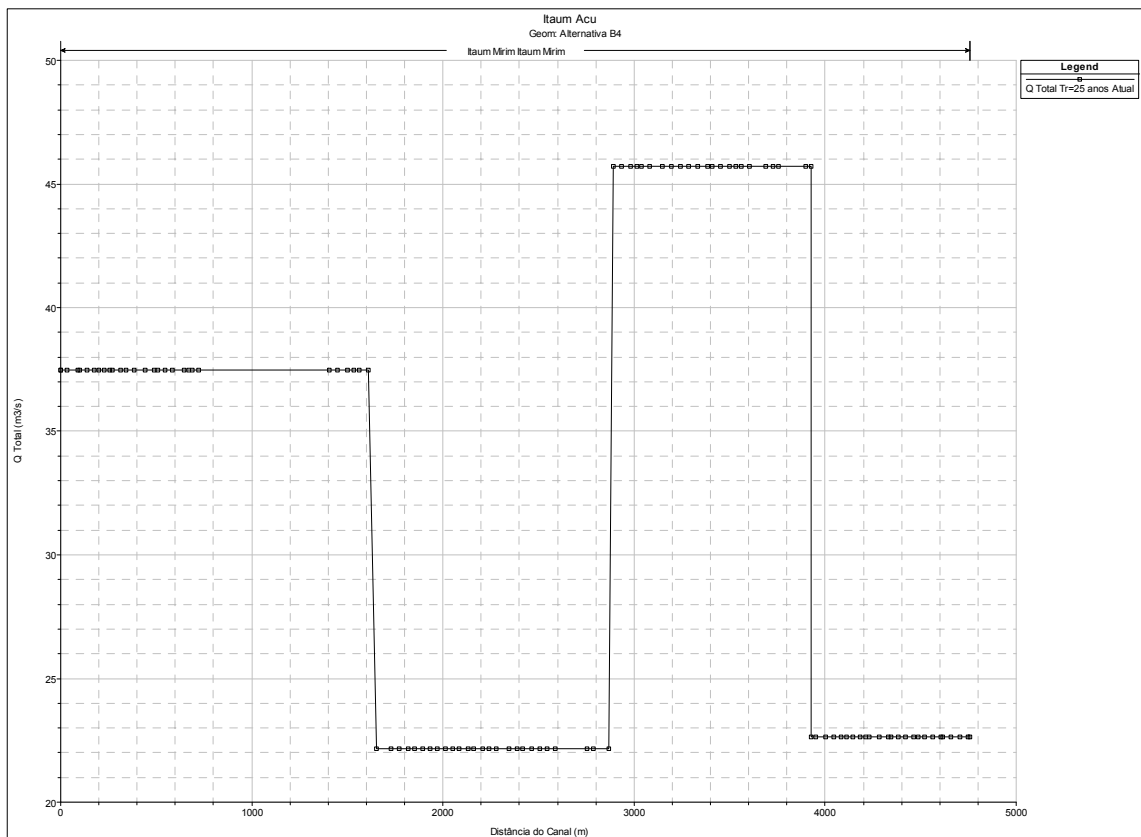


Figura 2.11 – Vazões no Rio Itaum-Mirim – Alternativa B.

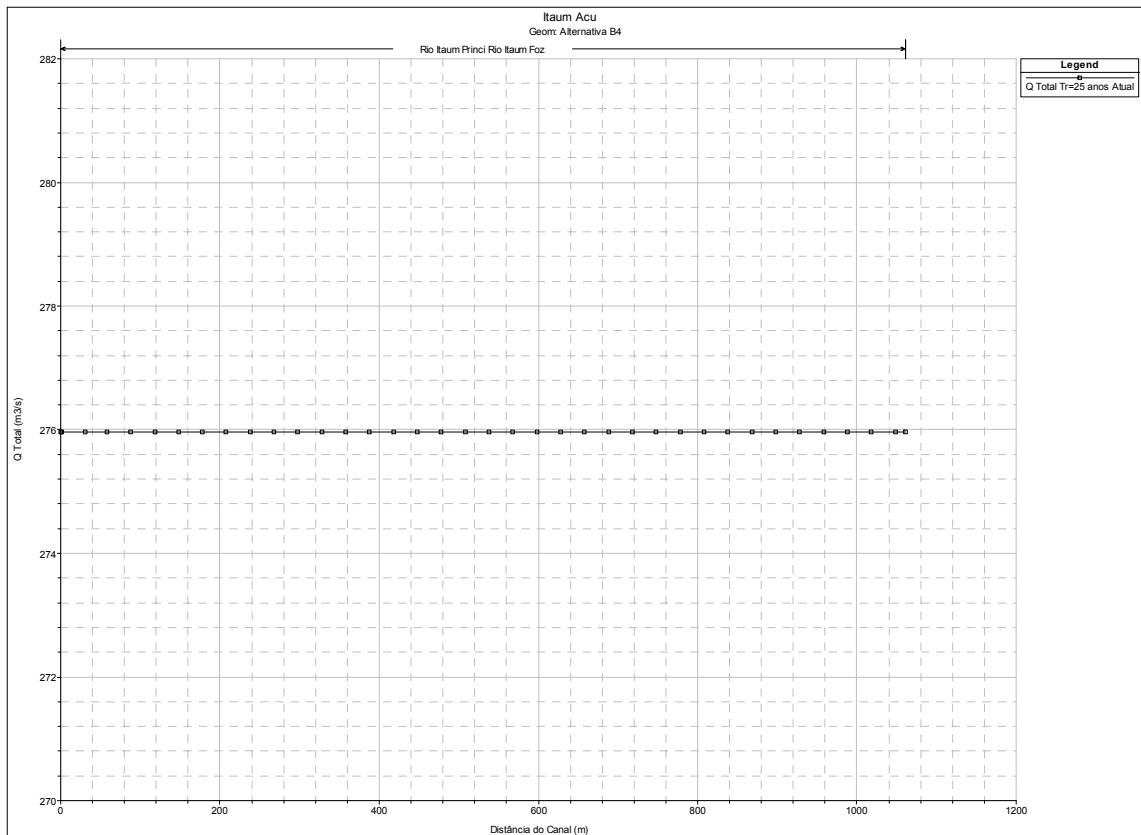


Figura 2.12 – Vazões na Foz do Rio Itaum-Açú – Alternativa B.

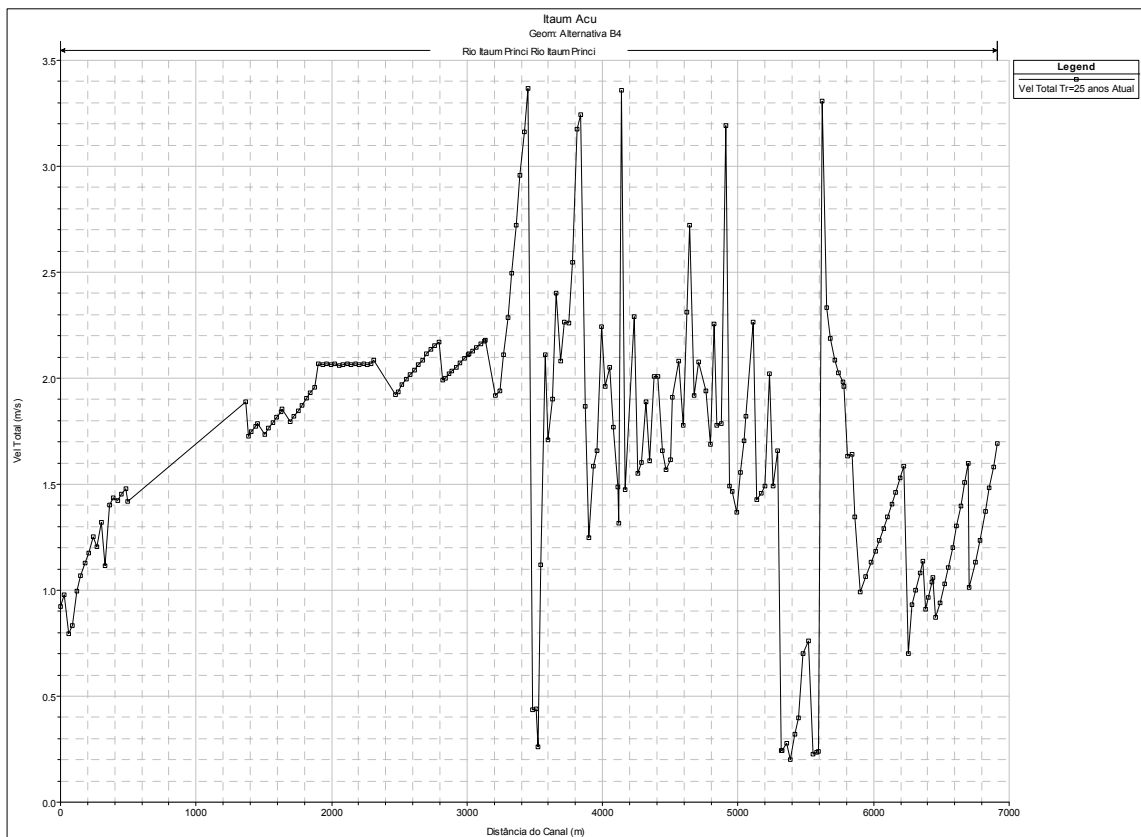


Figura 2.13 – Velocidades no Rio Itaum-Açú – Alternativa B.

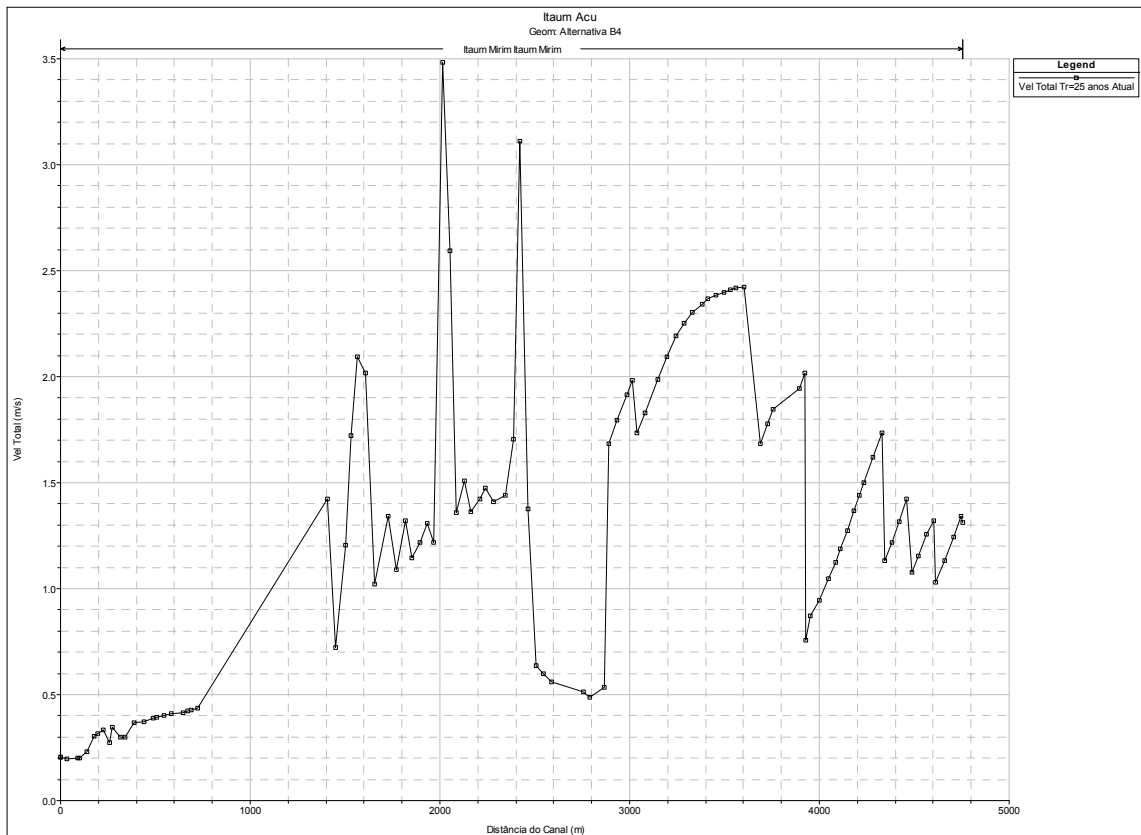


Figura 2.14 – Velocidades no Rio Itaum-Mirim – Alternativa B.

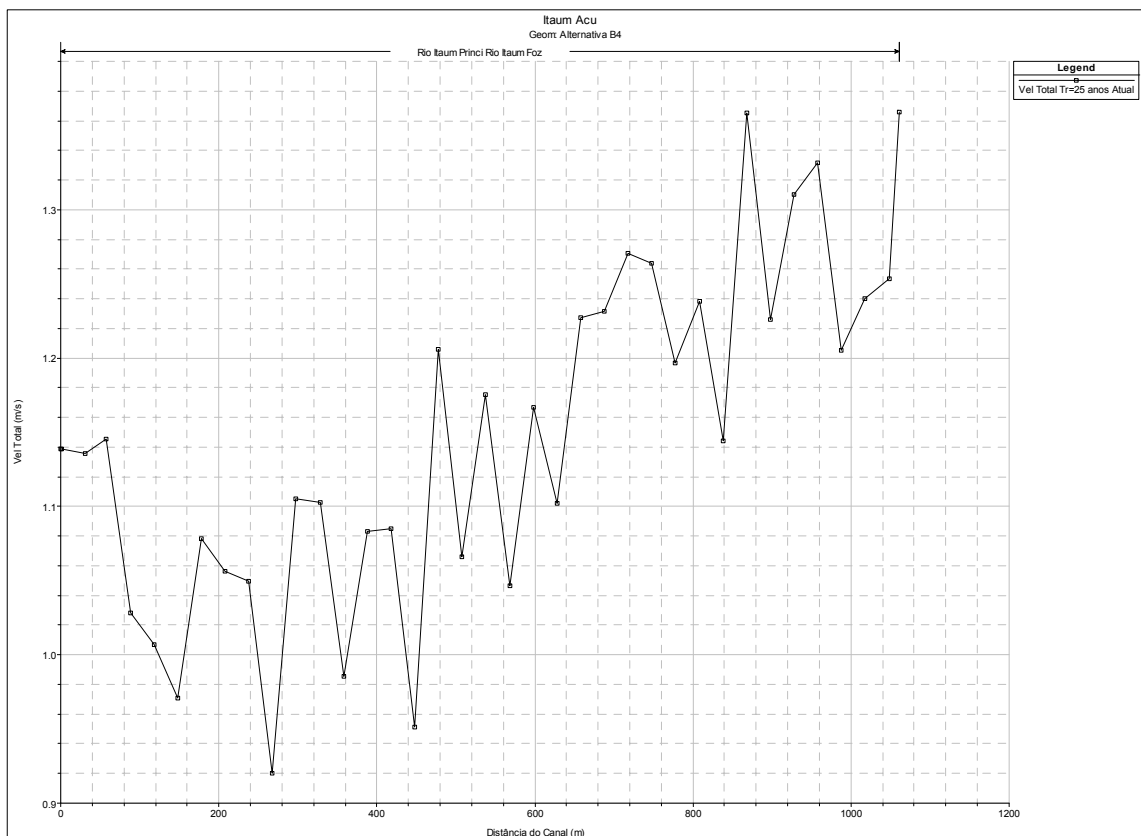


Figura 2.15 – Velocidades na Foz do Rio Itaum-Açú – Alternativa B.

As Figuras 2.16, 2.17 e 2.18 ilustram, respectivamente, os níveis d'água ao longo do perfil dos rios Itaum-Açú, Itaum-Mirim e na foz do rio Itaum com os dispositivos propostos na alternativa B.

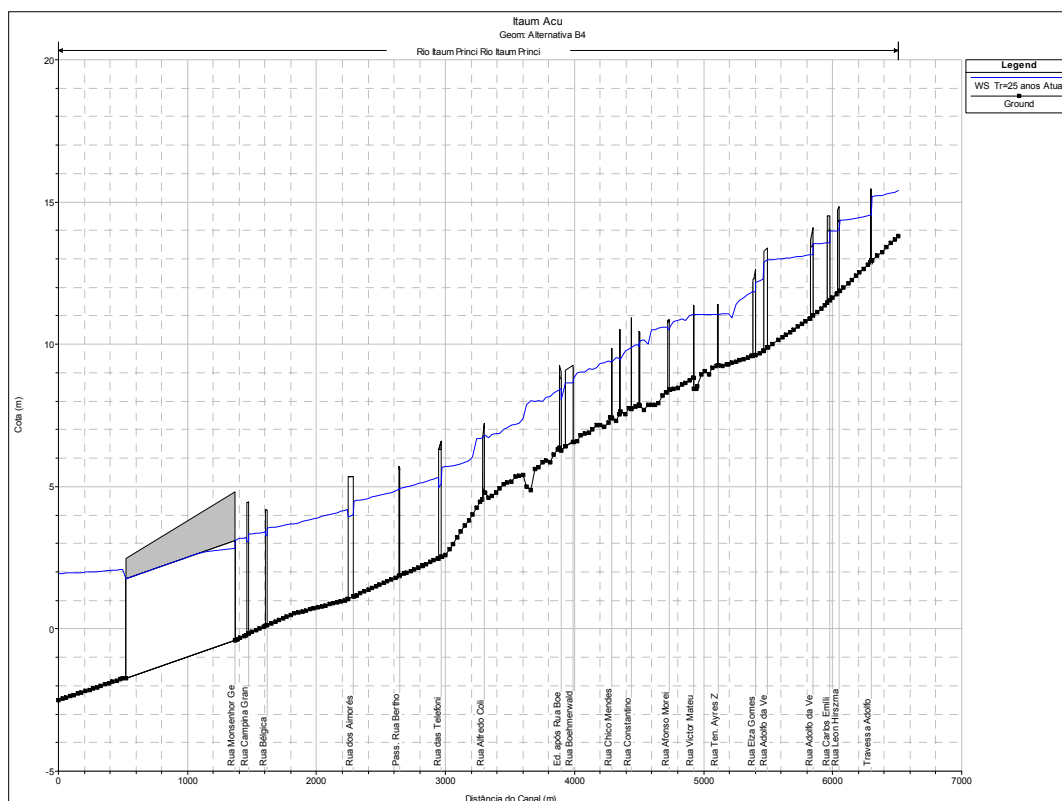


Figura 2.16 – Níveis d'água no Rio Itaum-Açú – Alternativa B.

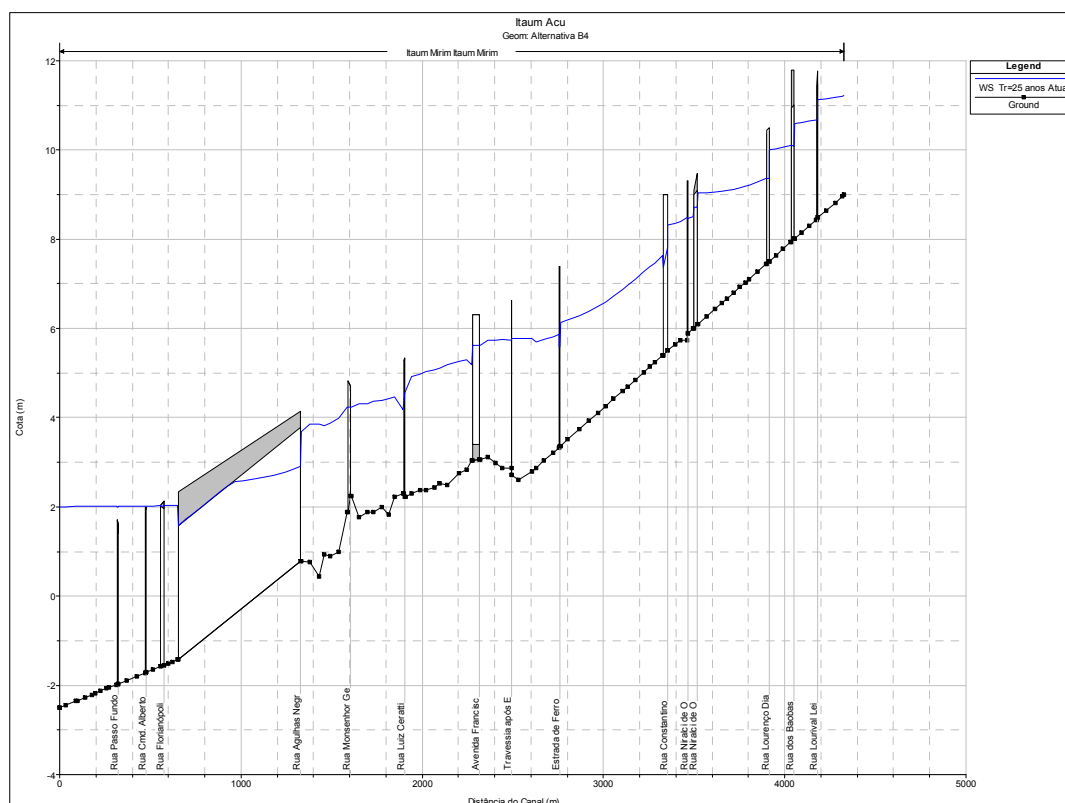


Figura 2.17 – Níveis d'água no Rio Itaum-Mirim – Alternativa B.

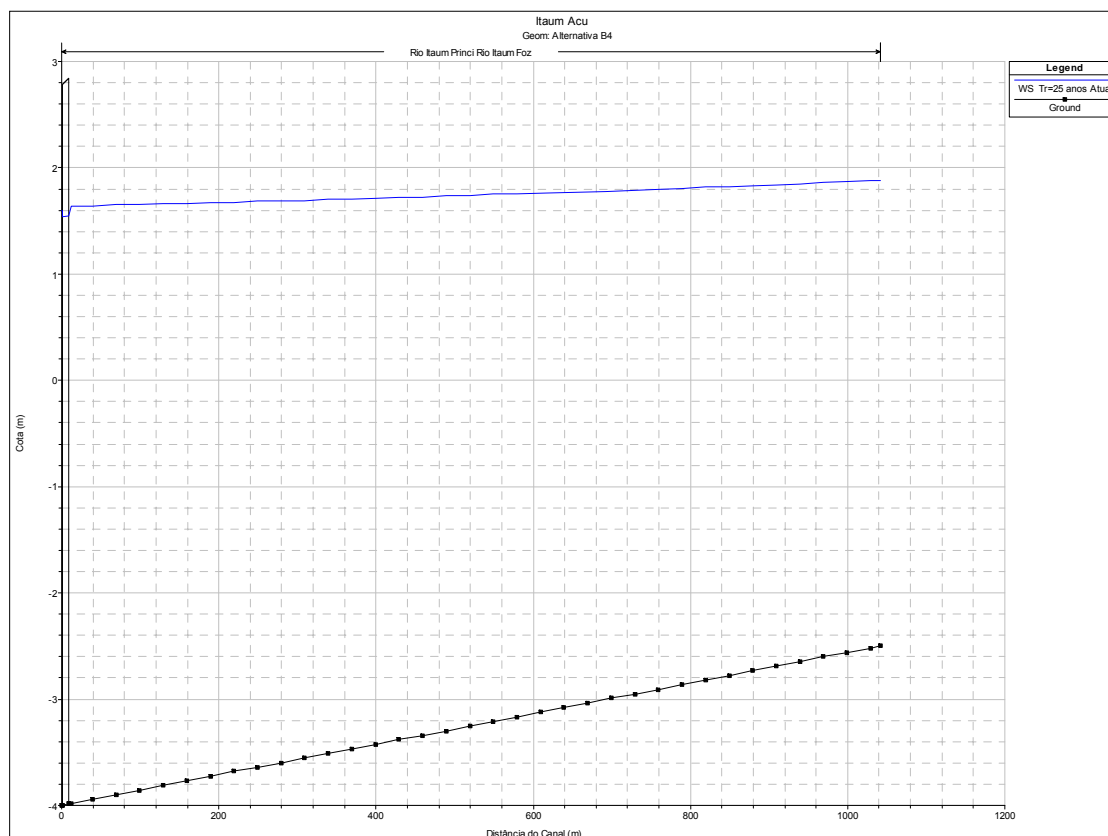


Figura 2.18 – Níveis d'água na Foz do Rio Itaum-Açú – Alternativa B.

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 2.16 e 2.17.

QUADRO 2.16

SUB-BACIA DO RIO ITAUM-AÇÚ – 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)
Itaum-Açú	15,06	57,82	364,73	453,86	5.494,29	776,36	517,57
Itaum-Mirim	7,85	57,82	364,73	99,39	2.863,13	336,01	224,00
Foz	1,72	57,82	364,73	-	626,97	62,70	41,80

QUADRO 2.17
SUB-BACIA DO RIO ITAUM-AÇÚ – 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	9.745,91	60	467,13	333,19	155.641,50
Pontes e Galerias	6.598,09	40	316,25	695,75	220.030,31
				Total (R\$/ano)	375.671,81

2.4.3 Alternativa C

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

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

As Figuras 2.19 e 2.22 apresentam detalhes da localização dos reservatórios de retenção para a sub-bacia hidrográfica do rio Itaum-Açú, bem como suas curvas características Cota-Área-Volume.



Figura 2.19 – Níveis d'água na Foz do Rio Itaum-Açú – Alternativa B.

O primeiro reservatório foi denominado R25.1 e está localizado na rua Adolfo da Veiga entre as ruas Juliano Busarello e Arthur Carlos Klug. Conforme ilustrado na Figura 2.19, o reservatório foi dividido em duas partes pela rua Adolfo Veiga sob a qual está prevista uma interligação sem restrição de vazão.

A Figura 2.20 apresenta o reservatório de detenção R25.2 da sub-bacia do rio Itaum-Açú, localizado na rua São Paulo entre as ruas dos Radialistas e Jonecir Jose Baierski. O reservatório foi dividido em duas partes pela rua São Paulo sob a qual está prevista uma interligação sem restrição de vazão.

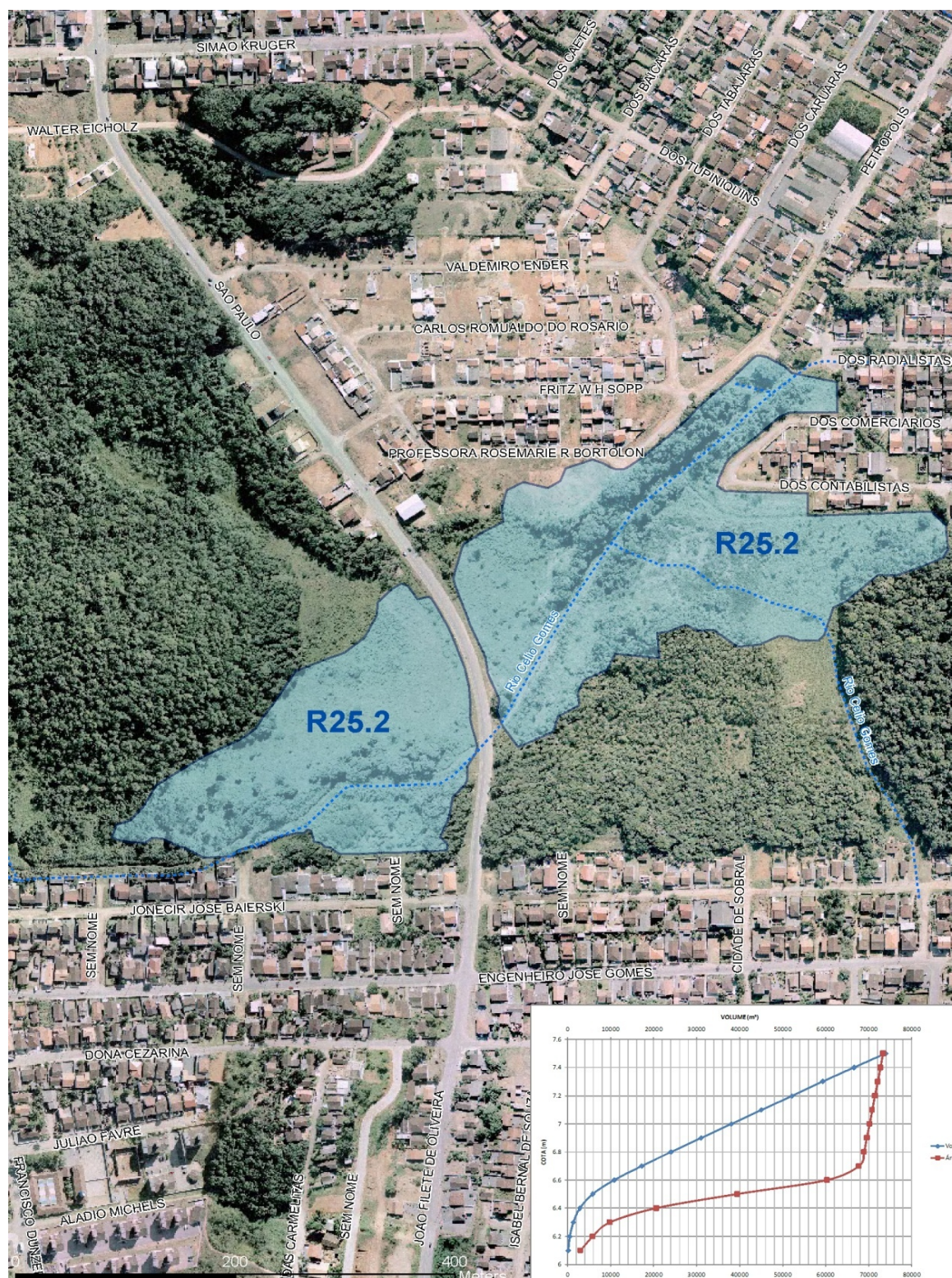


Figura 2.20 – Localização do Reservatório R25.2.

A Figura 2.21 apresenta o reservatório de detenção R25.3 da sub-bacia do rio Itaum-Açú, localizado numa área entre as ruas Niralci de Oliveira Sant'ana e Valdemir Fernandes.

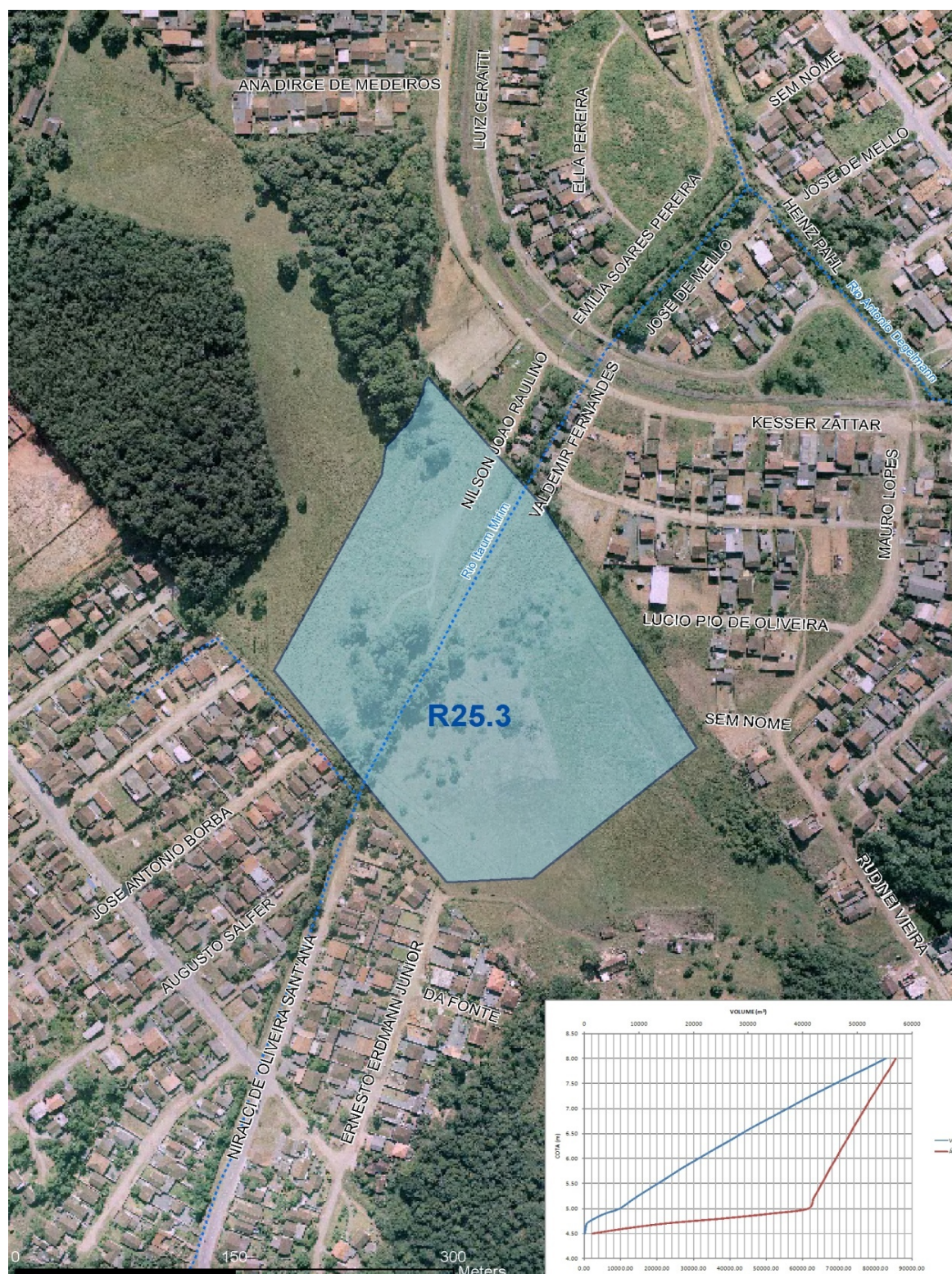


Figura 2.21 – Localização do Reservatório R25.3.

A Figura 2.22 apresenta o reservatório de detenção R25.4 da sub-bacia do rio Itaum-Açú, localizado na servidão Dyna Moreira entre as ruas Rolf Gern e Eduviges de Miranda Correa.

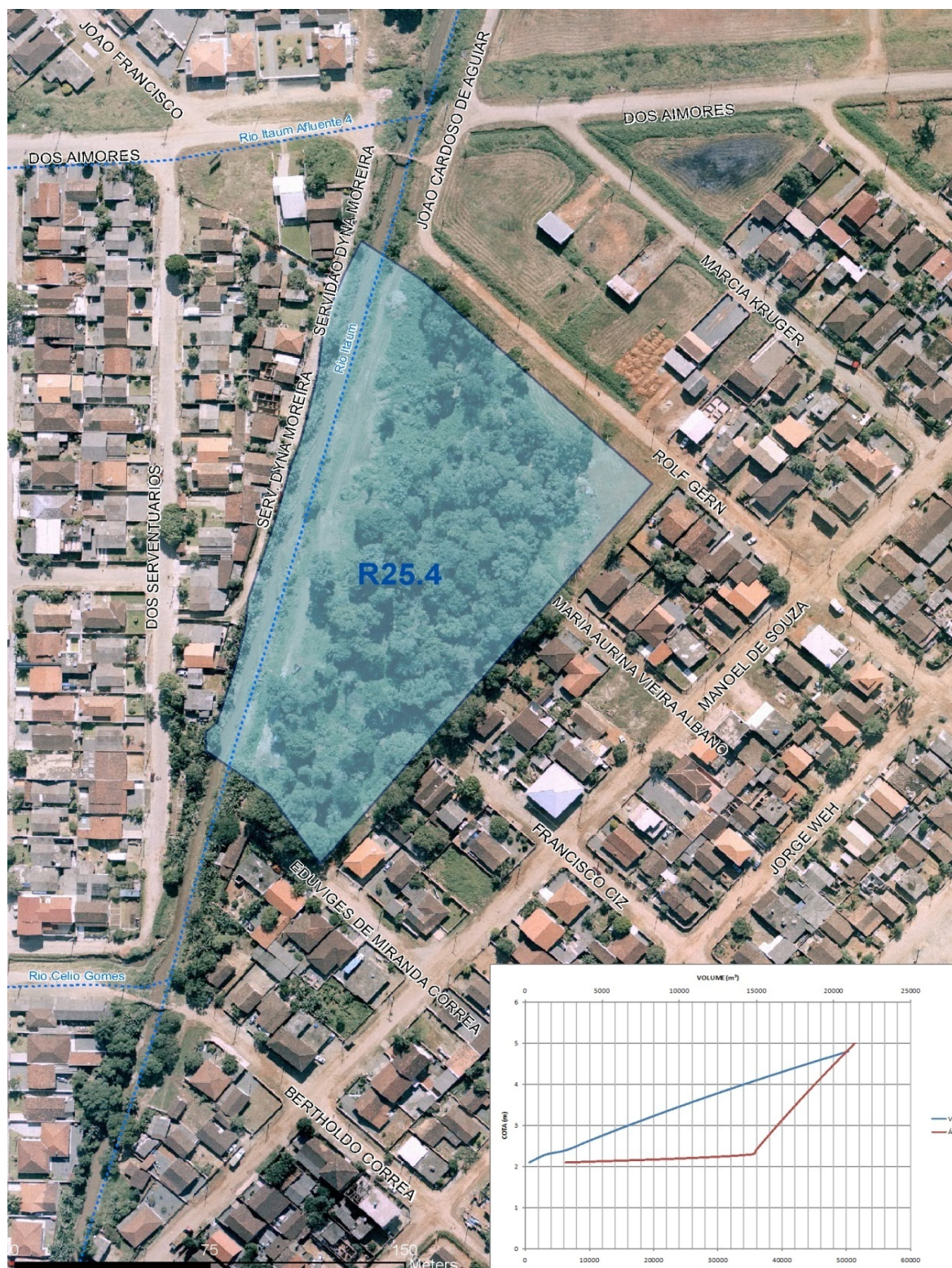


Figura 2.22 – Localização do Reservatório R25.4.

Os Quadros 2.18, 2.19 e 2.20 apresentam as obras propostas para a alternativa C, indicando os locais onde devem ocorrer as intervenções, assim como aqueles que apresentam capacidade hidráulica satisfatória, não exigindo, portanto, intervenções complementares.

QUADRO 2.18
RIO ITAUM-AÇÚ – OBRAS – ALTERNATIVA C

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>	<i>Situação</i>
1	Rua Oscar A. Pinheiro	Galeria	4,00x2,50x12,00	Implantação
2	Rua Leon Hirszmman	Galeria	4,00x2,50x15,00	Implantação
3	Rua Carlos Emilio Alexandre Schwartz	Galeria	4,00x2,50x18,00	Implantação
4	Rua Adolfo da Veiga com Rua Arthur Carlos	Galeria	5,00x2,50x21,00	Implantação
5	Rua Adolfo da Veiga	Galeria	6,00x3,00x30,00	Implantação
6	Rua Elza Gomes	Tubulação Dupla	1,00/1,50	Remoção
7	Rua Tenente Ayres Zacarias	Passarela de Madeira	9,58x2,50x2,00	Remoção
8	Rua Victor Mateus Teixeira	Passarela de Madeira	8,00x2,54x2,00	Remoção
9	Rua Afonso Moreira	Ponte	5,00x2,44x12,30	Permanece
10	Rua a Montante da Constantino Caetano	Passarela de Madeira	6,30x2,57x2,00	Remoção
11	Rua Constantino Caetano	Ponte de Madeira	12,01x3,25x4,00	Remoção
12	Rua Esmaelita Frida Miranda André	Ponte de Madeira	7,44x2,87x4,00	Remoção
13	Rua Chico Mendes	Passarela de Madeira	8,24x2,38x2,00	Remoção
14	Rua Boehmerwald	Galeria	5,70x2,43x60,00	Permanece
15	Edificação após Rua Boehmerwald	Ponte	6,82x2,41x13,30	Permanece
16	Rua Alfredo Colin	Galeria	3,50x2,22/3,50x2,22x14,29	Permanece
17	Rua das Telefonistas	Ponte	12,00x3,50x18,20	Implantação
18	Rua Bertholdo Corrêa	Passarela de Madeira	13,25x2,84x2,00	Remoção
19	Rua dos Aimorés	Ponte	16,45x3,99x41,42	Reforço de Fundação
20	Rua Bélgica	Ponte	18,00x4,04x12,42	Implantação
21	Rua Campina Grande	Ponte	18,00x4,64x12,56	Implantação
22	Rua Monsenhor Gercino	Ponte	18,00x4,79x16,77	Implantação
23	Rua Florianópolis	Ponte	22,00x3,73x15,66	Implantação
24	Rua Guanabara	Ponte	29,03x5,09x20,00	Reforço de Fundação
Implantação do Canal				
	Canal Itaum-Açú Trecho 1	Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x2331,23	Implantação
	Canal Itaum-Açú Trecho 2	Canal Trapezoidal	12,00x(var.)x590,78	Implantação
	Canal Itaum-Açú Trecho 3	Canal Trapezoidal	14,00x(var.)x372,06	Implantação
	Canal Itaum-Açú Trecho 4	Canal Trapezoidal	16,00x(var.)x421,06	Implantação
	Canal Itaum-Açú Trecho 5	Canal Trapezoidal	18,00x(var.)x491,94	Implantação
	Canal Itaum-Açú Trecho 6	Canal Trapezoidal	22,00x(var.)x1360,5	Implantação
	Canal Itaum-Açú Trecho 7	Canal Trapezoidal	28,00x(var.)x2221,1	Implantação

QUADRO 2.19
RIO ITAUM-MIRIM – OBRAS – ALTERNATIVA C

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>	<i>Situação</i>
1	Rua Lourival Leite Palhares	Galeria	4,00x3,00x10,00	Implantação
2	Rua dos Baobás	Galeria	4,00x3,00x14,29	Implantação
3	Rua Lourenço Dias Inácio	Galeria	4,00x3,00x12,00	Implantação
4	Rua Niralci de Oliveira	Galeria	5,00x3,00x18,28	Implantação
5	Passarela Próxima à Rua Niralci de Oliveira	Passarela de Madeira	9,16x2,52x2,00	Remoção
6	Rua Constantino Oliveira Borges	Galeria	6,00x3,50x23,09	Implantação
7	Estrada de Ferro	Galeria	5,00x4,00x4,04	Implantação
8	Travessia após Estrada de Ferro	Galeria	6,00x4,11x4,00	Implantação
9	Avenida Francisco Alves	Galeria	7,00x3,50x35,21	Implantação
10	Rua Luiz Ceratti	Galeria	6,00x4,37x10,00	Implantação
11	Rua Monsenhor Gercino	Galeria	6,00x4,52x16,80	Implantação
12	Rua Agulhas Negras	Ponte	10,00x3,78x14,06	Implantação
13	Rua Fátima	Ponte	20,00x3,98x20,48	Implantação
14	Rua Suburbana	Ponte	20,00x3,82x16,00	Implantação
15	Rua Florianópolis	Ponte	20,00x3,52x16,00	Implantação
16	Rua Comandante Alberto Lepper	Ponte	24,00x3,66x16,00	Implantação
17	Rua Passo Fundo	Ponte	24,00x3,38x16,00	Implantação
Implantação do Canal				
	Canal Itaum-Mirim Trecho 1	Canal Trapezoidal	3,00x(var.)x820,48	Implantação
	Canal Itaum-Mirim Trecho 2	Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x652,25	Implantação
	Canal Itaum-Mirim Trecho 3	Canal Trapezoidal	6,00x(var.)x1002,90	Implantação
	Canal Itaum-Mirim Trecho 4	Canal Trapezoidal	10,00x(var.)x552,64	Implantação
	Canal Itaum-Mirim Trecho 5	Canal Trapezoidal	18,00x(var.)x1058,80	Implantação

QUADRO 2.20
RIOS ITAUM-AÇÚ E ITAUM-MIRIM – RESERVATÓRIOS – ALTERNATIVA C

<i>Tipo</i>	<i>Volume de Acumulação (m³)</i>	<i>Vazão (m³/s)</i>		<i>Situação</i>
		<i>Afluente</i>	<i>Efluente</i>	
Reservatório de Detenção R25.1	220.650	64,30	8,76	Implantação
Reservatório de Detenção R25.2	73.900	26,42	1,32	Implantação
Reservatório de Detenção R25.3	82.800	55,49	30,49	Implantação
Reservatório de Detenção R25.4	47.150	87,52	79,71	Implantação

O desenho 951-PMJ-PDC-A0-P754 (vide Anexo 1) apresenta as obras previstas na sub-bacia do rio Itaum-Açú para a alternativa C.

As Figuras 2.23, 2.24 e 2.25 apresentam, respectivamente, as vazões ao longo dos rios Itaum-Açú e Itaum-Mirim e junto a foz do rio Itaum, enquanto as Figuras 2.26, 2.27 e 2.28 apresentam, respectivamente, as velocidades do escoamento nos rios Itaum-Açú, Itaum-Mirim e Foz do rio Itaum para a alternativa C.

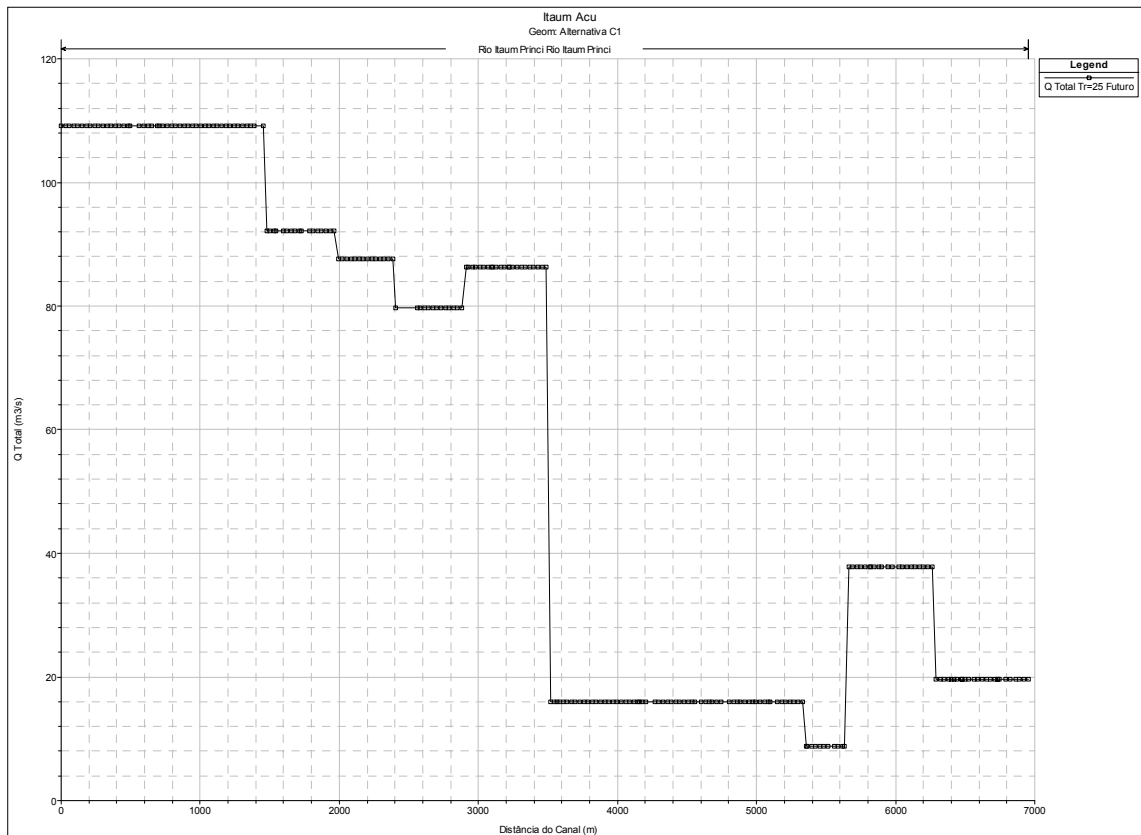


Figura 2.23 – Vazões no Rio Itaum-Açú – Alternativa C.

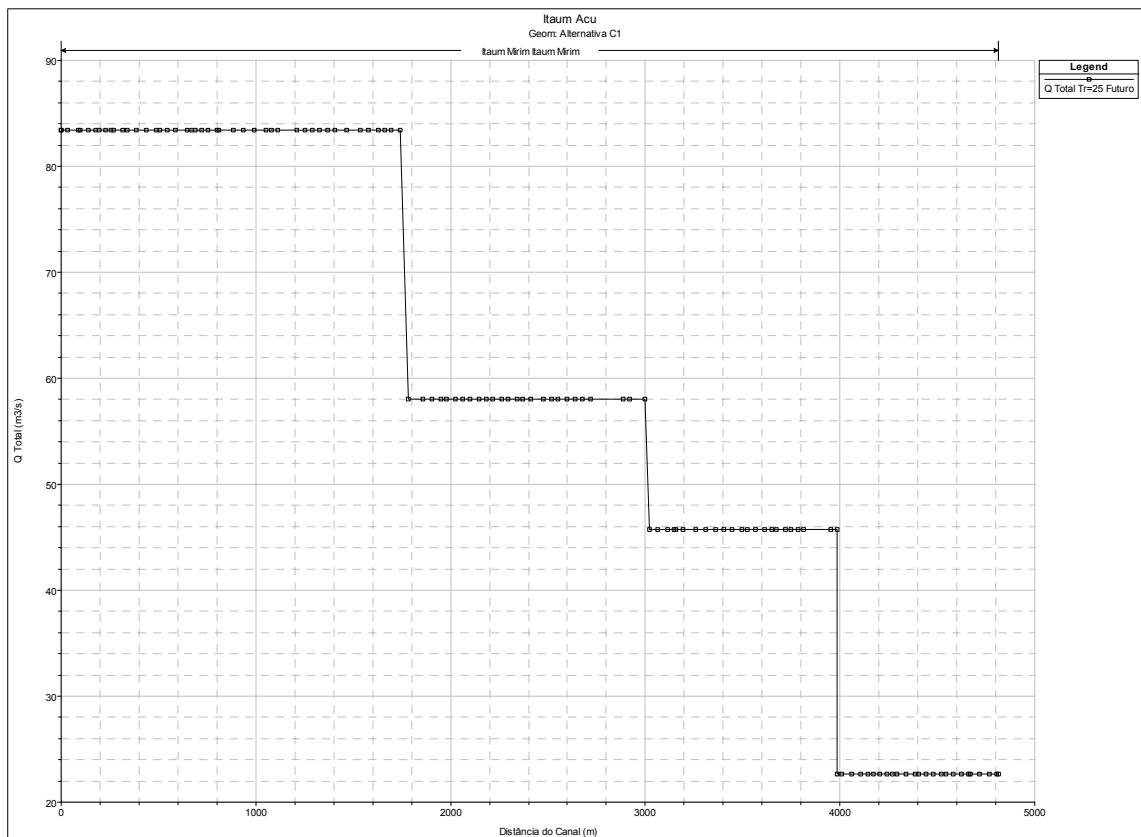


Figura 2.24 – Vazões no Rio Itaum-Mirim – Alternativa C.

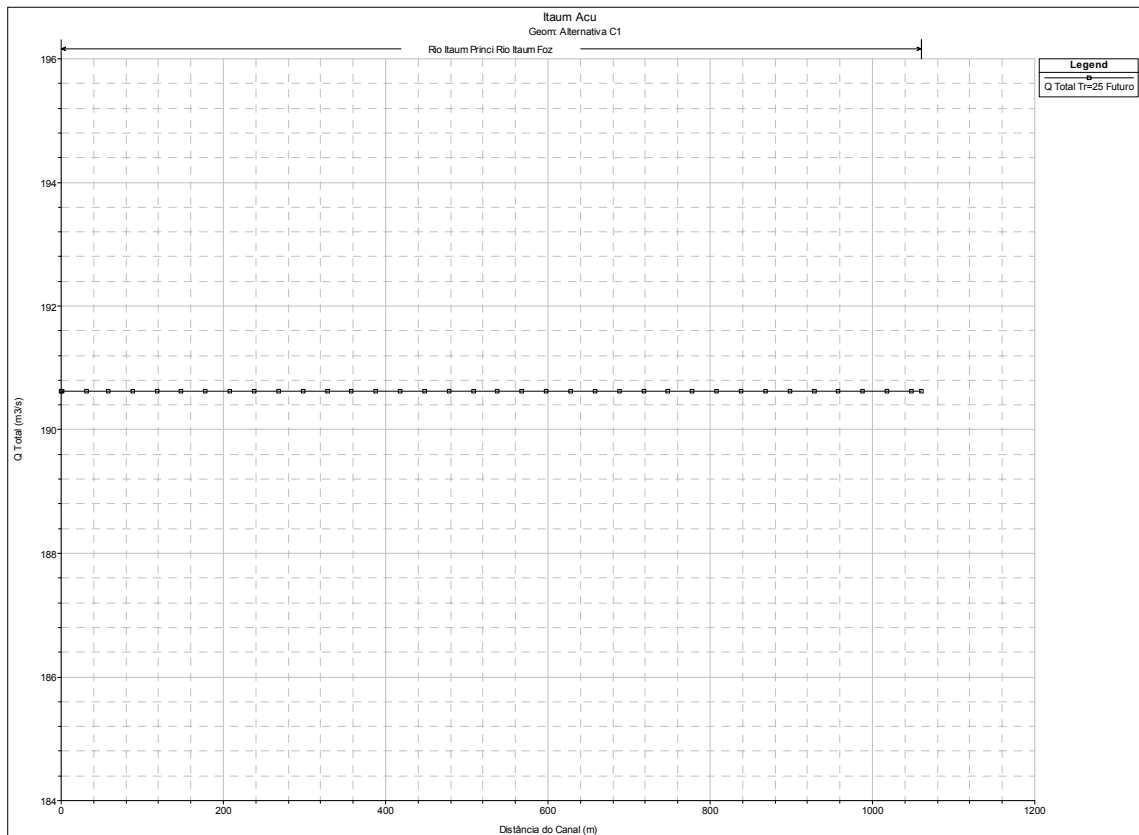


Figura 2.25 – Vazões na Foz do Rio Itaum-Mirim – Alternativa C.

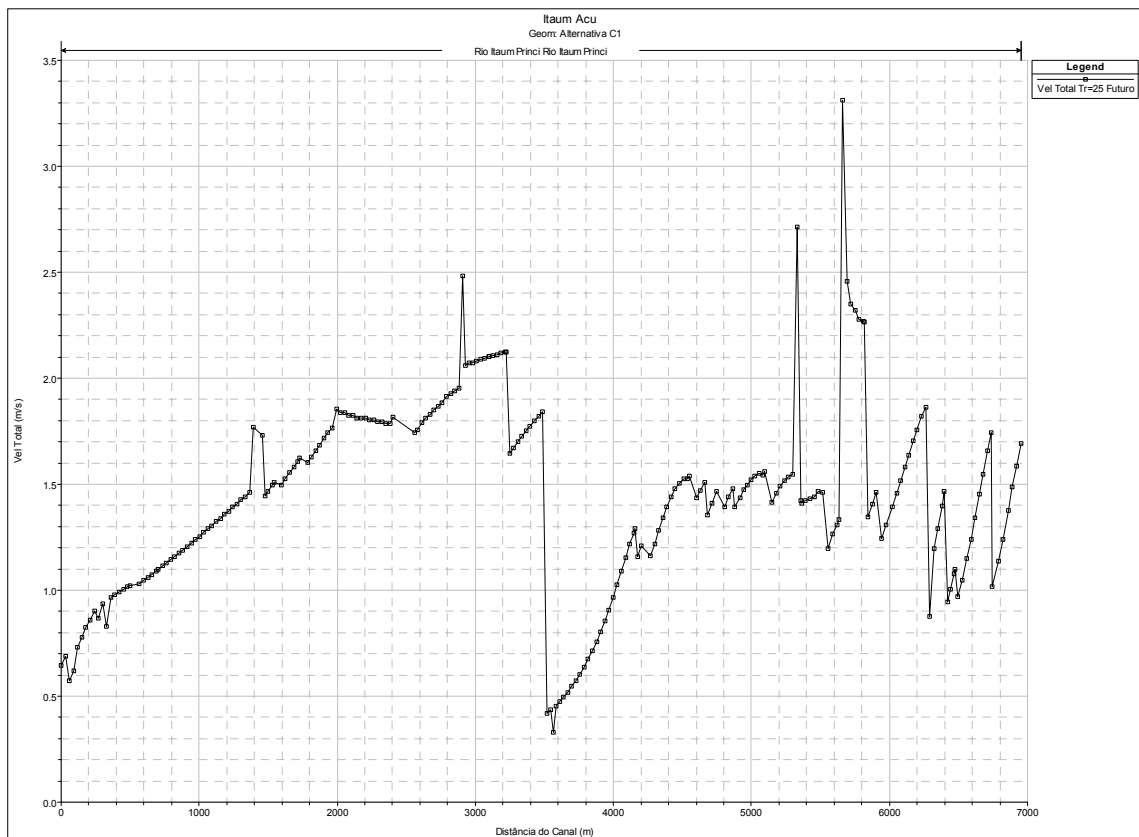


Figura 2.26 – Velocidades no Rio Itaum-Açú – Alternativa C.

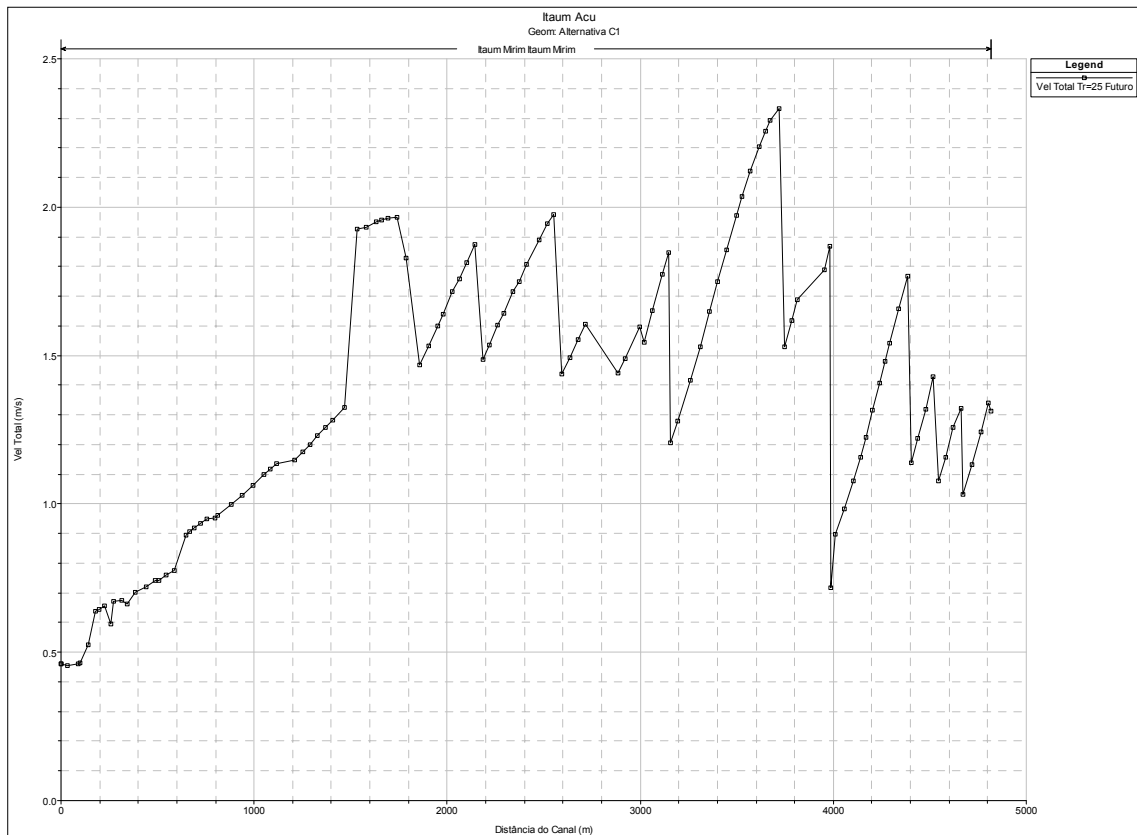


Figura 2.27 – Velocidades no Rio Itaum-Mirim – Alternativa C.

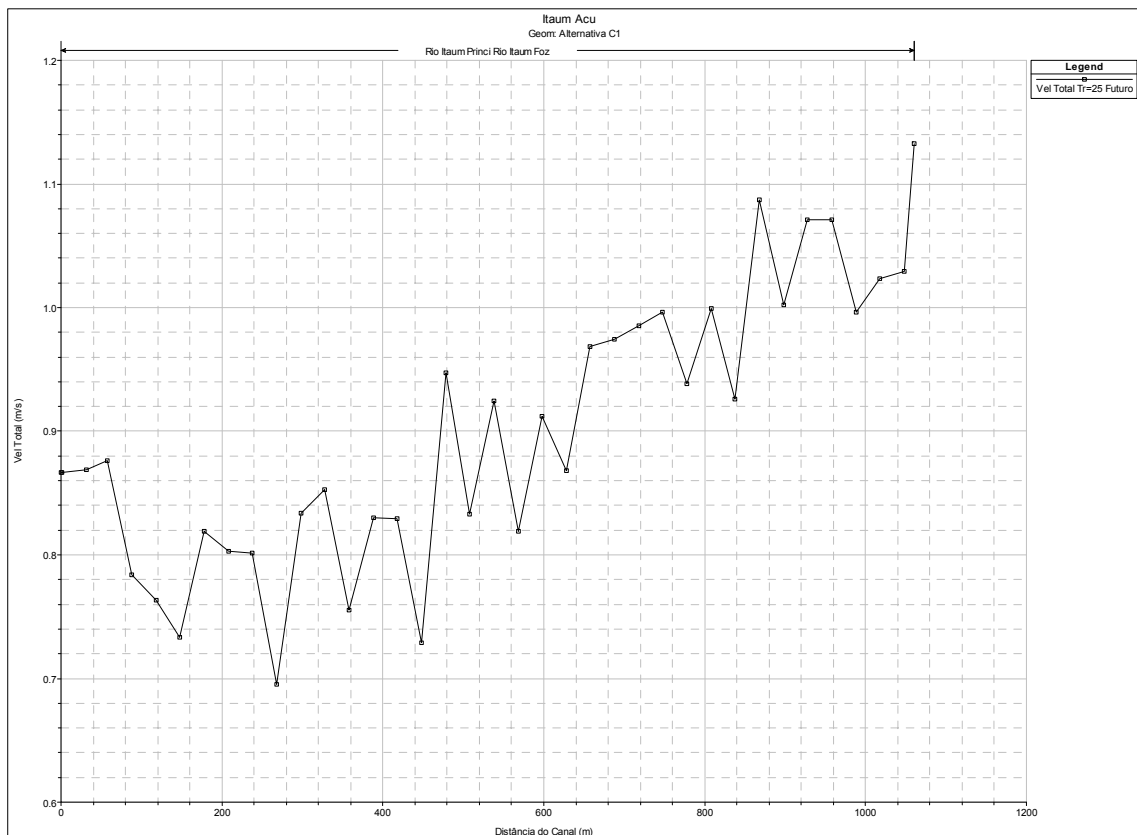


Figura 2.28 – Velocidades na Foz do Rio Itaum-Açú – Alternativa C.

As Figuras 2.29, 2.30 e 2.31 ilustram, respectivamente, os níveis d'água ao longo do perfil dos rios Itaum-Açú, Itaum-Mirim e na foz do rio Itaum com os dispositivos propostos na alternativa C.

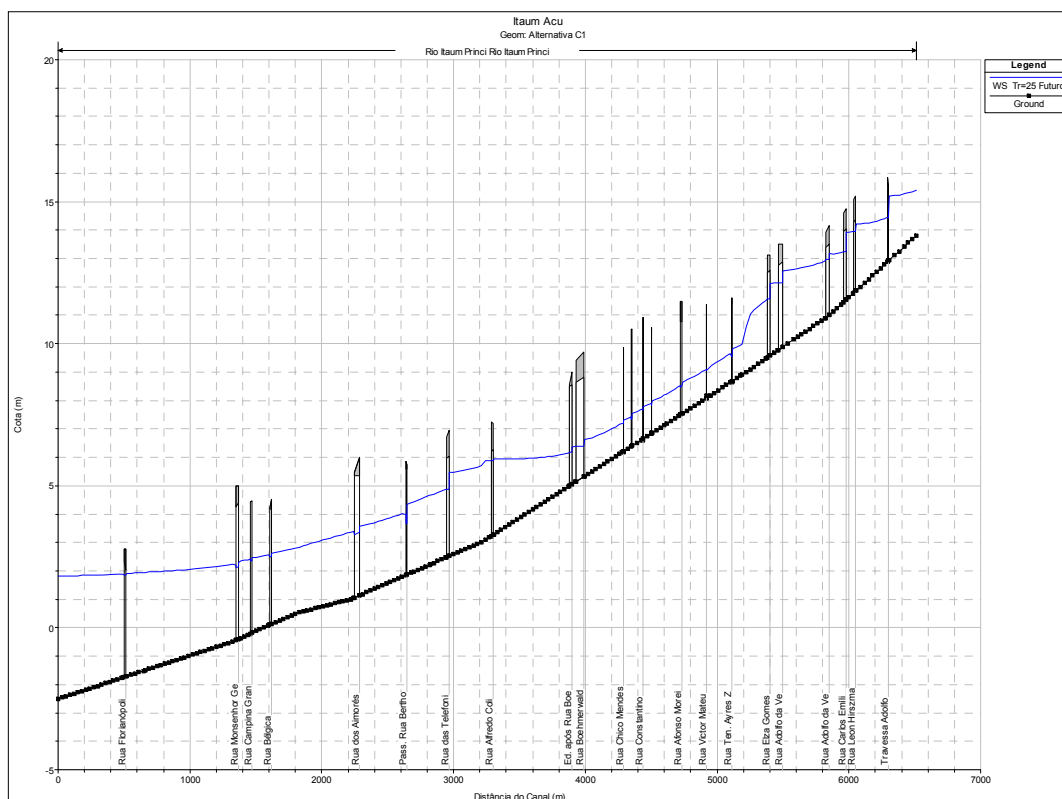


Figura 2.29 – Níveis d'água no Rio Itaum-Açú – Alternativa C.

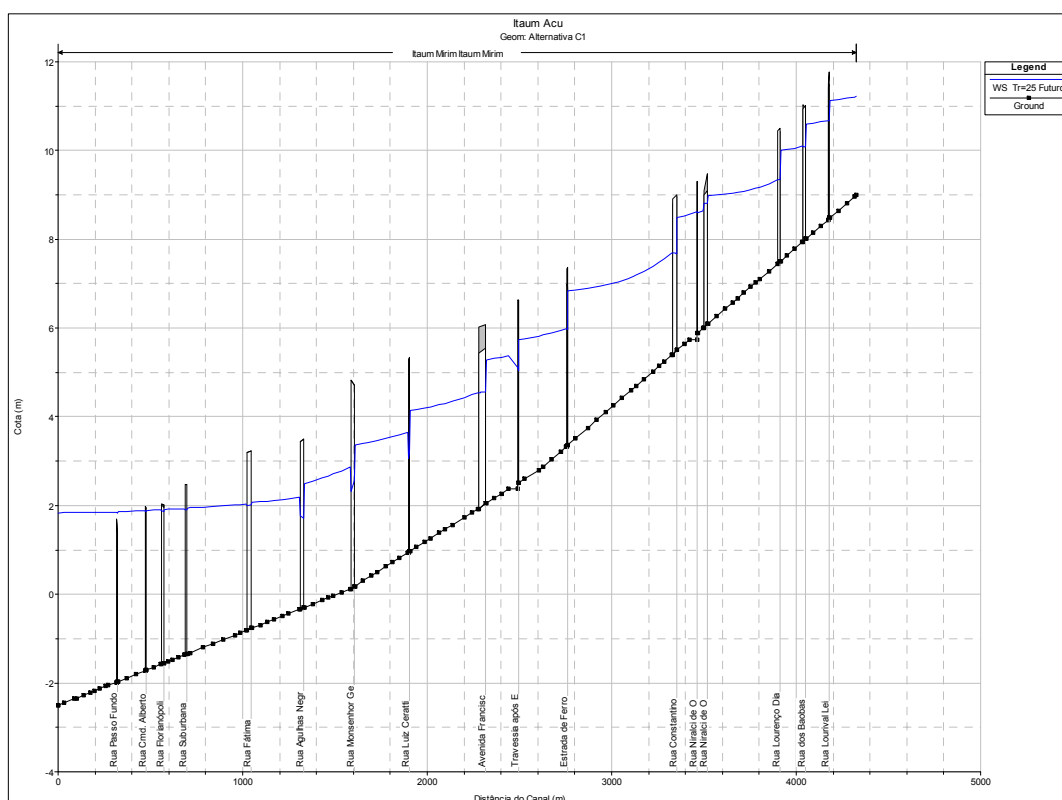


Figura 2.30 – Níveis d'água no Rio Itaum-Mirim – Alternativa C.

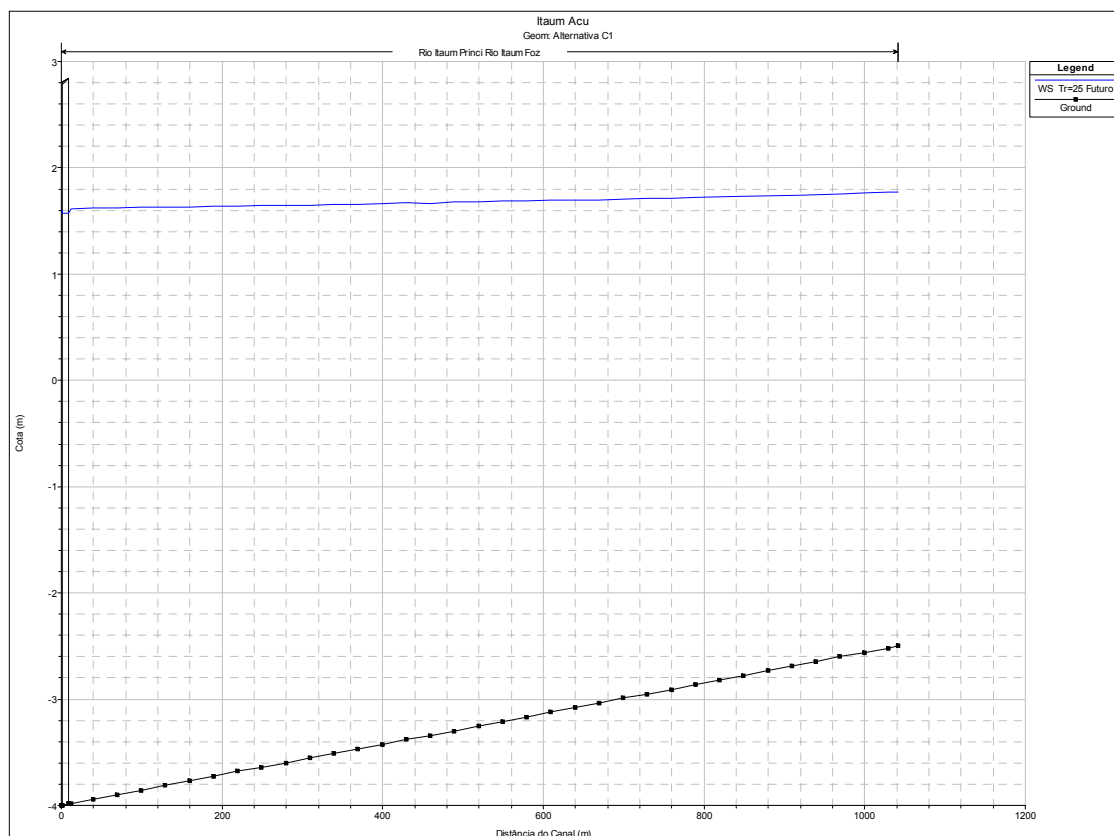


Figura 2.31 – Níveis d'água na Foz do Rio Itaum-Açú – Alternativa C.

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 2.21 e 2.22.

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

QUADRO 2.21
SUB-BACIA DO RIO ITAUM-AÇÚ – 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)
Itaum-Açú	15,06	57,82	364,73	453,86	5.494,29	776,36	517,57
Itaum-Mirim	7,85	57,82	364,73	99,39	2863,13	336,01	224,00
Foz	1,72	57,82	364,73	-	626,97	62,70	41,80
Reservatórios	15,06	57,82	364,73	870,95	5.494,29	1.333,28	888,85

QUADRO 2.22
SUB-BACIA DO RIO ITAUM-AÇÚ – CUSTOS DE MANUTENÇÃO – ALTERNATIVA C

Item	Comprimento (m)	Relativo (%)	Volume de Sedimentos (m ³)	Custo Unitário de Manutenção (R\$/m ³)	Custo Total de Manutenção (R\$/ano)
Canais	11.232,87	95	1.015,20	333,19	338.255,74
Pontes e Galerias	647,13	5	58,49	695,75	40.691,83
Reservatórios	-	-	888,85	333,19	296.157,28
				Total (R\$/ano)	675.104,86

3. SELEÇÃO DA ALTERNATIVA PARA TR 25 ANOS

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

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

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

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

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

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

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

onde,

I_0 = montante investido no momento zero;

I_n = montantes de investimentos previstos em cada momento subsequente;

K = custo de oportunidade do capital;

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

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

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

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

Matematicamente,

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

onde:

I_0 = montante investido no momento zero;

I_n = montantes de investimentos previstos em cada momento subsequente;

K = TIR;

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

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

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

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

3.1 CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS

3.1.1 Alternativa A

Os Quadros 3.1 e 3.2 apresentam respectivamente para os rios Itaum-Açú e Itaum-Mirim, 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
RIO ITAUM-AÇÚ – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA A

OBRAS EXISTENTES			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
19	Rua dos Aimorés	Ponte	16,45x3,99x41,42
24	Rua Guanabara	Ponte	29,03x5,09x20,00
OBRAS A REMOVER			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
7	Rua Tenente Ayres Zacarias	Passarela de Madeira	9,58x2,50x12,00
8	Rua Victor Mateus Teixeira	Passarela de Madeira	8,00x2,54x12,00
11	Rua Costantino Caetano	Ponte de Madeira	12,01x3,25x2,00
13	Rua Chico Mendes	Passarela de Madeira	8,24x2,38x2,00
18	Rua Bertholdo Corrêa	Passarela de Madeira	13,25x2,84x2,00
OBRAS PROPOSTAS			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
1	Rua Oscar A. Pinheiro	Galeria	4,00x2,50x12,00
2	Rua Leon Hirszmman	Galeria	4,00x2,50x15,00
3	Rua Carlos Emilio Alexandre Schwartz	Galeria	4,00x2,50x18,00
4	Rua Adolfo da Veiga com Rua Arthur Carlos	Galeria	5,00x2,50x21,00
5	Rua Adolfo da Veiga	Galeria	6,00x3,00x30,00
6	Rua Elza Gomes	Galeria	6,00x3,00x21,50
9	Rua Afonso Moreira	Ponte	10,00x3,23x12,30
10	Rua a Montante da Constantino Caetano	Ponte	10,00x3,74x12,00
12	Rua Esmaelita Frida Miranda André	Ponte	10,00x4,10x12,00
14	Rua Boehmerwald	Ponte	10,00x3,75x16,00
15	Edificação após Rua Boehmerwald	Ponte	10,00x3,52x13,30
16	Rua Alfredo Colin	Ponte	10,00x3,67x14,29
17	Rua das Telefonistas	Ponte	14,00x3,78x18,20

continua...

QUADRO 3.1
RIO ITAUM-AÇÚ – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA A

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>
OBRAS PROPOSTAS			
20	Rua Bélgica	Ponte	20,00x4,04x12,42
21	Rua Campina Grande	Ponte	20,00x4,64x12,56
22	Rua Monsenhor Gercino	Ponte	20,00x4,79x16,77
23	Rua Florianópolis	Ponte	24,00x3,73x15,66
Implantação do Canal			
	Canal Itaum-Açú Trecho 1	Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x2431,45
	Canal Itaum-Açú Trecho 2	Canal Trapezoidal	6,00x(var.)x291,80
	Canal Itaum-Açú Trecho 3	Canal Trapezoidal	10,00x(var.)x1719,10
	Canal Itaum-Açú Trecho 4	Canal Trapezoidal	14,00x(var.)x590,78
	Canal Itaum-Açú Trecho 5	Canal Trapezoidal	16,00x(var.)x372,06
	Canal Itaum-Açú Trecho 6	Canal Trapezoidal	18,00x(var.)x421,36
	Canal Itaum-Açú Trecho 7	Canal Trapezoidal	20,00x(var.)x491,94
	Canal Itaum-Açú Trecho 8	Canal Trapezoidal	24,00x(var.)x1360,49
	Canal Itaum-Açú Trecho 9	Canal Trapezoidal	28,00x(var.)x2221,16
Obs: As obras existentes indicadas são mantidas na solução proposta.			

QUADRO 3.2
RIO ITAUM-MIRIM – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA A

OBRAS A REMOVER			
<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>
5	Passarela Próxima à Rua Niralci de Oliveira	Passarela de Madeira	9,16x2,52x2,00
OBRAS PROPOSTAS			
<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>
1	Rua Lourival Leite Palhares	Galeria	4,00x3,00x12,00
2	Rua dos Baobás	Galeria	4,00x3,00x14,29
3	Rua Lourenço Dias Inácio	Galeria	4,00x3,00x12,00
4	Rua Niralci de Oliveira	Galeria	4,00x3,00x18,28
6	Rua Constantino Oliveira Borges	Galeria	6,00x3,50x23,09
7	Estrada de Ferro	Galeria	6,00x4,00x12,00
8	Travessia após Estrada de Ferro	Galeria	8,00x4,10x12,00
9	Avenida Francisco Alves	Galeria	8,00x3,95x35,21
10	Rua Luiz Ceratti	Galeria	8,00x4,35x12,00
11	Rua Monsenhor Gercino	Galeria	8,00x4,50x16,80
12	Rua Agulhas Negras	Ponte	14,00x3,80x14,06
13	Rua Fátima	Ponte	14,00x4,00x20,48
14	Rua Suburbana	Ponte	18,00x3,82x16,00
15	Rua Florianópolis	Ponte	18,00x3,52x16,00
16	Rua Comandante Alberto Lepper	Ponte	18,00x3,66x16,00
17	Rua Passo Fundo	Ponte	18,00x3,38x16,00

Continua...

QUADRO 3.2 - RIO ITAUM-MIRIM – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA A

OBRAS PROPOSTAS			
Implantação do Canal			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
	Canal Itaum-Mirim Trecho 1	Canal Trapezoidal	3,00x(var.)x820,48
	Canal Itaum-Mirim Trecho 2	Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x901,33
	Canal Itaum-Mirim Trecho 3	Canal Trapezoidal	8,00x(var.)x1002,90
	Canal Itaum-Mirim Trecho 4	Canal Trapezoidal	14,00x(var.)x581,09
	Canal Itaum-Mirim Trecho 5	Canal Trapezoidal	
Obs: As obras existentes indicadas são mantidas na solução proposta.			

3.1.2 Alternativa B

Os Quadros 3.3 e 3.4 apresentam, respectivamente para os rios Itaum-Açú e Itaum-Mirim, 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 3.3
RIO ITAUM-AÇÚ – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA B**

OBRAS EXISTENTES			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
9	Rua Afonso Moreira	Ponte	5,00x2,44x12,30
14	Rua Boehmerwald	Galeria	5,70x2,43x60,00
15	Edificação após Rua Boehmerwald	Ponte	6,82x2,41x13,30
19	Rua dos Aimorés	Ponte	16,45x3,99x41,42
24	Rua Guanabara	Ponte	29,03x5,09x20,00
OBRAS A REMOVER			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
7	Rua Tenente Ayres Zacarias	Passarela de Madeira	9,58x2,50x2,00
8	Rua Victor Mateus Teixeira	Passarela de Madeira	8,00x2,54x2,00
10	Rua a Montante da Constantino Caetano	Passarela de Madeira	6,30x2,57x2,00
11	Rua Constantino Caetano	Ponte de Madeira	12,01x3,25x4,00
12	Rua Esmaelita Frida Miranda André	Ponte de Madeira	7,44x2,87x4,00
13	Rua Chico Mendes	Passarela de Madeira	8,24x2,38x2,00
18	Rua Bertholdo Corrêa	Passarela de Madeira	13,25x2,84x2,00
22	Rua Monsenhor Gercino	Ponte	18,00x4,79x16,77
OBRAS PROPOSTAS			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
1	Rua Oscar A. Pinheiro	Galeria	4,00x2,50x12,00
2	Rua Leon Hirszmman	Galeria	4,00x2,50x15,00
3	Rua Carlos Emilio Alexandre Schwartz	Galeria	4,00x2,50x18,00
4	Rua Adolfo da Veiga com Rua Arthur Carlos	Galeria	5,00x2,50x21,00

Continua...

QUADRO 3.3
RIO ITAUM-AÇÚ – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA B

OBRAS PROPOSTAS			
5	Rua Adolfo da Veiga	Galeria	6,00x3,00x30,00
6	Rua Elza Gomes	Galeria	6,00x3,00x21,50
16	Rua Alfredo Colin	Ponte	10,00x3,67x14,29
17	Rua das Telefonistas	Ponte	14,00x3,78x18,20
20	Rua Bélgica	Ponte	20,00x4,04x12,42
21	Rua Campina Grande	Ponte	20,00x4,64x12,56
22	Rua Monsenhor Gercino	Ponte	20,00x4,79x16,77
23	Rua Florianópolis	Ponte	24,00x3,73x15,66
25	Galeria Leito do Rio	Galeria Tripla	8,00x3,50x843
Galerias By-Pass			
26	Galeria By-Pass Itaum-Açú	Galeria	6,00x2,50x1620
27	Galeria By-Pass Itaum-Açú	Galeria	7,00x2,50x600
Implantação do Canal			
	Canal Itaum-Açú Trecho 1	Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x2431,45
	Canal Itaum-Açú Trecho 2	Canal Trapezoidal	16,00x(var.)x621,59
	Canal Itaum-Açú Trecho 3	Canal Trapezoidal	18,00x(var.)x372,06
	Canal Itaum-Açú Trecho 4	Canal Trapezoidal	20,00x(var.)x421,36
	Canal Itaum-Açú Trecho 5	Canal Trapezoidal	22,00x(var.)x491,94
	Canal Itaum-Açú Trecho 6	Canal Trapezoidal	26,00x(var.)x520,22
	Canal Itaum-Açú Trecho 7	Canal Trapezoidal	28,00x(var.)x2221,16
Obs: As obras existentes indicadas são mantidas na solução proposta.			

QUADRO 3.4
RIO ITAUM-MIRIM – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA B

OBRAS EXISTENTES			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
9	Avenida Francisco Alves	Galeria	(2,60x2,90/3,5x2,90/ 2,60x2,90)x35,21
11	Rua Monsenhor Gercino	Ponte	9,28x3,10x16,80
OBRAS A REMOVER			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
5	Rua Adolfo da Veiga	Galeria	6,00x3,00x30,00
10	Rua Boehmerwald	Ponte	10,00x3,75x16,00
12	Rua Alfredo Colin	Ponte	10,00x3,67x14,29
13	Rua das Telefonistas	Ponte	14,00x3,78x18,20
14	Rua Bélgica	Ponte	20,00x4,04x12,42

Continua...

QUADRO 3.4
RIO ITAUM-MIRIM – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA B

OBRAS PROPOSTAS			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
1	Rua Lourival Leite Palhares	Galeria	4,00x3,00x12,00
2	Rua dos Baobás	Galeria	4,00x3,00x14,29
3	Rua Lourenço Dias Inácio	Galeria	4,00x3,00x12,00
4	Rua Niralci de Oliveira	Galeria	4,00x3,00x18,28
6	Rua Constantino Oliveira Borges	Galeria	6,00x3,50x23,09
7	Estrada de Ferro	Galeria	6,00x4,00x12,00
8	Travessia após Estrada de Ferro	Galeria	8,00x4,10x12,00
15	Rua Florianópolis	Ponte	18,00x3,52x16,00
16	Rua Comandante Alberto Lepper	Ponte	18,00x3,66x16,00
17	Rua Passo Fundo	Ponte	18,00x3,38x16,00
18	Galeria Leito Itaum-Mirim	Galeria	5,00x3,00x675
Galerias By-Pass			
19	Galeria By-Pass Itaum-Mirim	Galeria	8,00x2,50x2244
Implantação do Canal			
	Canal Itaum-Mirim Trecho 1	Canal Trapezoidal	3,00x(var.)x820,48
	Canal Itaum-Mirim Trecho 2	Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x1013,51
	Canal Itaum-Mirim Trecho 3	Canal Trapezoidal	18,00x(var.)x694,03
Obs: As obras existentes indicadas são mantidas na solução proposta.			

3.1.3 Alternativa C

Os Quadros 3.5, 3.6 e 3.7 apresentam, respectivamente para os rios Itaum-Açú, Itaum-Mirim e reservatórios, 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 3.5
RIO ITAUM-AÇÚ – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA C

OBRAS EXISTENTES			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
9	Rua Afonso Moreira	Ponte	5,00x2,44x12,30
14	Rua Boehmerwald	Galeria	5,70x2,43x60,00
15	Edificação após Rua Boehmerwald	Galeria	6,82x2,41x13,30
16	Rua Alfredo Colin	Galeria Dupla	(3,50x2,22/3,50x2,22)x14,29
19	Rua dos Aimorés	Ponte	16,45x3,99x41,42
24	Rua Guanabara	Ponte	29,03x5,09x20,00
OBRAS A REMOVER			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
6	Rua Elza Gomes	Tubulação Dupla	1,00/1,50
7	Rua Tenente Ayres Zacarias	Passarela de Madeira	9,58x2,50x2,00

Continua...

QUADRO 3.5
RIO ITAUM-AÇÚ – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA C

OBRAS A REMOVER			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
8	Rua Victor Mateus Teixeira	Passarela de Madeira	8,00x2,54x2,00
10	Rua a Montante da Constantino Caetano	Passarela de Madeira	6,30x2,57x2,00
11	Rua Constantino Caetano	Ponte de Madeira	12,01x3,25x4,00
12	Rua Esmaelita Frida Miranda André	Ponte de Madeira	7,44x2,87x4,00
13	Rua Chico Mendes	Passarela de Madeira	8,24x2,38x2,00
18	Rua Bertholdo Corrêa	Passarela de Madeira	13,25x2,84x2,00
OBRAS PROPOSTAS			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
1	Rua Oscar A. Pinheiro	Galeria	4,00x2,50x12,00
2	Rua Leon Hirszmman	Galeria	4,00x2,50x15,00
3	Rua Carlos Emilio Alexandre Schwartz	Galeria	4,00x2,50x18,00
4	Rua Adolfo da Veiga com Rua Arthur Carlos	Galeria	5,00x2,50x21,00
5	Rua Adolfo da Veiga	Galeria	6,00x3,00x30,00
17	Rua das Telefonistas	Ponte	12,00x3,50x18,20
20	Rua Bélgica	Ponte	18,00x4,04x12,42
21	Rua Campina Grande	Ponte	18,00x4,64x12,56
22	Rua Monsenhor Gercino	Ponte	18,00x4,79x16,77
23	Rua Florianópolis	Ponte	22,00x3,73x15,66
Implantação do Canal			
	Canal Itaum-Açú Trecho 1	Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x2331,23
	Canal Itaum-Açú Trecho 2	Canal Trapezoidal	12,00x(var.)x590,78
	Canal Itaum-Açú Trecho 3	Canal Trapezoidal	14,00x(var.)x372,06
	Canal Itaum-Açú Trecho 4	Canal Trapezoidal	16,00x(var.)x421,06
	Canal Itaum-Açú Trecho 5	Canal Trapezoidal	18,00x(var.)x491,94
	Canal Itaum-Açú Trecho 6	Canal Trapezoidal	22,00x(var.)x1360,49
	Canal Itaum-Açú Trecho 7	Canal Trapezoidal	28,00x(var.)x2221,16
Obs: As obras existentes indicadas são mantidas na solução proposta.			

QUADRO 3.6
RIO ITAUM-MIRIM – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS – ALTERNATIVA C

OBRAS A REMOVER			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
5	Passarela Próxima à Rua Niralci de Oliveira	Passarela de Madeira	9,16x2,52x2,00
OBRAS EXISTENTES			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
1	Rua Lourival Leite Palhares	Galeria	4,00x3,00x10,00
2	Rua dos Baobás	Galeria	4,00x3,00x14,29
3	Rua Lourenço Dias Inácio	Galeria	4,00x3,00x12,00
4	Rua Niralci de Oliveira	Galeria	4,00x3,00x18,28
6	Rua Constantino Oliveira Borges	Galeria	6,00x3,50x23,09
7	Estrada de Ferro	Galeria	6,00x4,00x4,04
8	Travessia após Estrada de Ferro	Galeria	6,00x4,10x4,00
9	Avenida Francisco Alves	Galeria	7,00x3,50x35,21
10	Rua Luiz Ceratti	Galeria	6,00x4,35x10,00
OBRAS PROPOSTAS			
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (BxhxL) (m)
11	Rua Monsenhor Gercino	Galeria	6,00x4,50x16,80
12	Rua Agulhas Negras	Ponte	10,00x3,78x14,06
13	Rua Fátima	Ponte	10,00x3,98x20,48
14	Rua Suburbana	Ponte	18,00x3,82x16,00
15	Rua Florianópolis	Ponte	18,00x3,52x16,00
16	Rua Comandante Alberto Lepper	Ponte	18,00x3,66x16,00
17	Rua Passo Fundo	Ponte	18,00x3,38x16,00
Implantação do Canal			
	Canal Itaum-Mirim Trecho 1	Canal Trapezoidal	3,00x(var.)x820,48
	Canal Itaum-Mirim Trecho 2	Canal Trapezoidal	4,00x(var.)x652,25
	Canal Itaum-Mirim Trecho 3	Canal Trapezoidal	6,00x(var.)x1002,90
	Canal Itaum-Mirim Trecho 4	Canal Trapezoidal	10,00x(var.)x552,64
	Canal Itaum-Mirim Trecho 5	Canal Trapezoidal	18,00x(var.)x1058,80
Obs: As obras existentes indicadas são mantidas na solução proposta.			

QUADRO 3.7
RIOS ITAUM-AÇÚ E ITAUM-MIRIM – CARACTERÍSTICAS DAS OBRAS DE RESERVAÇÃO -
ALTERNATIVA C

Tipo	Volume de Acumulação (m³)
Reservatório de Detenção R25.1	220.650
Reservatório de Detenção R25.2	73.900
Reservatório de Detenção R25.3	82.800
Reservatório de Detenção R25.4	47.150

3.2 CUSTOS

3.2.1 Custos da Alternativa A

Os custos associados às intervenções propostas para a alternativa A estão detalhados nos Quadros 3.8 e 3.9, respectivamente, para os rios Itaum-Açú e Itaum-Mirim.

QUADRO 3.8

RIO ITAUM-AÇÚ – CUSTOS DE INVESTIMENTOS – PREÇOS FINANCEIROS – ALTERNATIVA A

CUSTOS FINAIS (R\$)	
Remoção	240.050,87
Construção de Canais	36.975.234,66
Construção de Pontes	7.280.487,08
Construção de Galerias	1.827.010,24
Construção de Reservatórios	-
Total Construção	46.322.782,85
BDI (30%)	13.896.834,86
Total Custos Diretos	60.219.617,71
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	4.817.569,42
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	1.806.588,53
Contingência (25%)	15.054.904,43
Total Outros Custos	21.679.062,38
Desapropriações	34.954.597,66
TOTAL	116.853.277,75

QUADRO 3.9

RIO ITAUM-MIRIM – CUSTOS DE INVESTIMENTOS – PREÇOS FINANCEIROS – ALTERNATIVA A

CUSTOS FINAIS (R\$)	
Remoção	219.501,94
Construção de Canais	17.937.105,39
Construção de Pontes	4.126.705,61
Construção de Galerias	3.930.426,38
Construção de Reservatórios	-
Total Construção	26.213.739,32
BDI (30%)	7.864.121,80
Total Custos Diretos	34.077.861,12
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	2.726.228,89
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	1.022.335,83
Contingência (25%)	8.519.465,28
Total Outros Custos	12.268.030,00
Desapropriações	15.357.244,82
TOTAL	61.703.135,94

3.2.2 Custos da Alternativa B

Os custos associados às intervenções propostas para a alternativa B estão detalhados nos Quadros 3.10 e 3.11, respectivamente, para os rios Itaum-Açú e Itaum-Mirim.

QUADRO 3.10**RIO ITAUM-AÇÚ – CUSTOS DE INVESTIMENTOS – PREÇOS FINANCEIROS – ALTERNATIVA B**

CUSTOS FINAIS (R\$)	
Remoção	175.717,31
Construção de Canais	21.798.599,18
Construção de Pontes	3.811.242,66
Construção de Galerias	96.796.761,42
Construção de Reservatórios	-
Total Construção	122.582.320,57
BDI (30%)	36.774.696,17
Total Custos Diretos	159.357.016,74
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	12.748.561,34
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	4.780.710,50
Contingência (25%)	39.839.254,19
Total Outros Custos	57.368.526,03
Desapropriações	20.761.175,75
TOTAL	237.486.718,52

QUADRO 3.11**RIO ITAUM-MIRIM – CUSTOS DE INVESTIMENTOS – PREÇOS FINANCEIROS – ALTERNATIVA B**

CUSTOS FINAIS (R\$)	
Remoção	143.804,85
Construção de Canais	8.090.311,03
Construção de Pontes	2.158.232,58
Construção de Galerias	53.073.894,73
Construção de Reservatórios	-
Total Construção	63.466.263,19
BDI (30%)	19.039.878,96
Total Custos Diretos	82.506.142,15
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	6.600.491,37
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	2.475.184,26
Contingência (25%)	20.626.535,54
Total Outros Custos	29.702.211,17
Desapropriações	8.457.279,41
TOTAL	120.655.632,73

3.2.3 Custos da Alternativa C

Os custos associados às intervenções propostas para a alternativa C estão detalhados nos Quadros 3.12 e 3.13, respectivamente, para os rios Itaum-Açú e Itaum-Mirim.

QUADRO 3.12

RIO ITAUM-AÇÚ – CUSTOS DE INVESTIMENTOS – PREÇOS FINANCEIROS – ALTERNATIVA C

CUSTOS FINAIS (R\$)	
Remoção	160.708,37
Construção de Canais	26.009.710,98
Construção de Pontes	4.374.558,77
Construção de Galerias	1.417.697,30
Construção de Reservatórios	23.007.702,03
Total Construção	54.970.377,45
BDI (30%)	16.491.113,24
Total Custos Diretos	71.461.490,69
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	5.716.919,26
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	2.143.844,72
Contingência (25%)	17.865.372,67
Total Outros Custos	25.726.136,65
Desapropriações	54.684.202,04
TOTAL	151.871.829,38

QUADRO 3.13

RIO ITAUM-MIRIM – CUSTOS DE INVESTIMENTOS – PREÇOS FINANCEIROS – ALTERNATIVA C

CUSTOS FINAIS (R\$)	
Remoção	219.501,94
Construção de Canais	17.277.763,35
Construção de Pontes	3.911.232,66
Construção de Galerias	3.556.807,33
Construção de Reservatórios	5.909.698,67
Total Construção	30.875.003,95
BDI (30%)	9.262.501,18
Total Custos Diretos	40.137.505,13
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	3.211.000,41
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	1.204.125,15
Contingência (25%)	10.034.376,28
Total Outros Custos	14.449.501,85
Desapropriações	30.782.631,46
TOTAL	85.369.638,44

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 3.14.

QUADRO 3.14
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 3.15.

QUADRO 3.15
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>
154.147.534,57	257.815,98	298.177.122,67	352.073,49	208.307.676,75	633.120,10

3.3 BENEFÍCIOS ECONÔMICOS

3.3.1 Danos Evitados

De acordo com a metodologia apresentada no Volume 1, foram estimados os parâmetros para área inundada (m^2)¹, altura média da lâmina d'água das alternativas (m) e o valor de mercado das edificações na sub-bacia do rio Itaum-Açú ($R\$/m^2$) 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 3.16 apresenta os valores de área inundável e lâmina d'água que ocorreriam na sub-bacia do rio Itaum-Açú caso não fossem implantadas as

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

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

QUADRO 3.16
PARÂMETROS PARA ESTIMAÇÃO DO PREJUÍZO DIRETO

			PRECIPITAÇÃO			
			TR=5 Anos	TR=10 Anos	TR=25 Anos	TR=50 Anos
GEOMETRIA	Atual	Área Inundável (km²)	1,109	1,997	3,142	3,721
		Lâmina d'água (m)	0,483	0,669	0,953	1,176
	25-A	Área Inundável (km²)	-	-	-	0,367
		Lâmina d'água (m)	-	-	-	0,414
	25-B	Área Inundável (km²)	-	-	-	0,634
		Lâmina d'água (m)	-	-	-	0,420
	25-C	Área Inundável (km²)	-	-	-	0,202
		Lâmina d'água (m)	-	-	-	0,484

O valor médio do metro quadrado das edificações na sub-bacia do rio Itaum foi estimado em R\$970,40 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 3.17, 3.18 e 3.19.

QUADRO 3.17
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	77.910.164	194.466.017	435.832.630	636.753.134	65.197.002	-
25-A	-	-	-	22.118.339	442.367	64.754.636

QUADRO 3.18
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	77.910.164	194.466.017	435.832.630	636.753.134	65.197.002	-
25-B	-	-	-	38.708.424	774.168	64.422.834

QUADRO 3.19
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	77.910.164	194.466.017	435.832.630	636.753.134	65.197.002	-
25-C	-	-	-	14.269.216	285.384	64.911.618

Os cálculos dos danos evitados associados ao período de recorrência decorrem da multiplicação da área pela altura média, pelo valor do m² do imóvel e finalmente pelo coeficiente de correlação entre danos evitados e valor do imóvel, fixado em 0,15. Os resultados obtidos foram multiplicados pela probabilidade de ocorrência das inundações associadas ao período de retorno, que é dada pelo inverso do número de anos. Somando-se o resultado obtido para o período de recorrência e restando-o do total referente ao sistema existente (situação sem projeto) obtém-se o benefício incremental, ou seja, a redução de danos entre a situação atual e o período de recorrência para o qual o projeto foi dimensionado².

3.3.2 Benefícios por Valorização Imobiliária

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

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

O banco de dados foi organizado de forma a representar o mais fidedignamente possível as sub-bacias do Rio Cachoeira, entre elas a sub-bacia do rio Itaum-Açú. 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* que identifica se aquele imóvel está situado em área inundável). O detalhamento destes procedimentos é apresentado em volume anexo de memória de cálculo.

Depois das primeiras análises 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 3.20.

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

QUADRO 3.20
COEFICIENTES PARA ESTIMATIVA DO MODELO DE VALORIZAÇÃO IMOBILIÁRIA

	Coeficientes não estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.	Intervalo de confiança para B a 95%	
	B	Erro tip.	Beta			Limite inferior	Limite superior
(Constante)	274,693	22,541		12,186	0,000	230,508	318,879
Apart	86,616	37,781	0,026	2,293	0,022	12,558	160,675
Casa	-5,166	22,490	-0,009	-0,230	0,818	-49,252	38,921
Loja	68,415	23,175	0,064	2,952	0,003	22,986	113,844
galpao	-30,236	22,313	-0,046	-1,355	0,175	-73,974	13,502
estrutr1	-141,121	2,567	-0,497	-54,968	0,000	-146,153	-136,088
inunda	-5,669	2,462	-0,021	-2,302	0,021	-10,495	-0,842
usor1	-23,192	8,655	-0,035	-2,680	0,007	-40,157	-6,227

a variável dependente: vm2tot

As variáveis com nível de significância acima de 10% foram retiradas e um novo modelo foi ajustado utilizando o logaritmo neperiano da variável vm2tot (renomeada para lnvm2tot) como resposta, já que os resíduos do ajuste anterior não pareciam seguir uma distribuição normal, o que é um pressuposto para a utilização da ferramenta estatística de regressão. O modelo final obtido, utilizando como resposta a variável lnvm2tot, foi:

$$Z = 5,546 + 0,304*loja - 0,134*galpão - 0,773*estrutura - 0,033*inunda - 0,177*uso$$

ou seja, o valor do metro quadrado total é valorizado³ em 3,4% após a implantação do projeto.

Os Quadros 3.21 a 3.24 apresentam os resultados para o modelo final ajustado e através destas observa-se que o modelo ajustado explica 51,6% 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 3.21
ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

	Média	Desvio Padrão	N
lnvm2tot	5,2737	0,50493	9160
loja	0,02	0,123	9160
galpao	0,04	0,200	9160
estrutr1	0,31	0,464	9160
inunda	0,63	0,482	9160
usor1	0,04	0,202	9160

³ Para uma função onde a transformação do valor do imóvel (y) é logarítmica e a variável de interesse (neste caso, a variável inunda) é dicotômica (0 ou 1) a valorização esperada é assim estimada: $\ln(y) = \alpha - \beta I$, considerando $I = 0$ sem inundação e $I = 1$ com inundação. Temos que para (1) $I = 0$, $\ln(y_{si}) = \alpha$ e para (2) $I = 1$, $\ln(y_{ci}) = \alpha - \beta$. A valorização será calculada pela diferença (1-2).

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

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

QUADRO 3.22

ANOVA

	<i>Soma de quadrados</i>	<i>gl</i>	<i>Média quadrática</i>	<i>F</i>	<i>Sig.</i>
Regresión	1204,854	5	240,971	1951,552	0,000(a)
Residual	1130,304	9154	0,123	-	-
Total	2335,159	9159	-	-	-

a variável preditoras: (Constante), usor1, inunda, estrutr1, galpao, loja.

b variável dependente: Invm2tot

QUADRO 3.23

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)	5,546	0,007		836,494	0,000	5,533	5,559
loja	0,304	0,038	0,074	7,916	0,000	0,229	0,379
galpao	-0,134	0,021	-0,053	-6,459	0,000	-0,174	-0,093
estrutr1	-0,773	0,008	-0,711	-97,442	0,000	-0,789	-0,758
inunda	-0,033	0,008	-0,031	-4,293	0,000	-0,048	-0,018
usor1	-0,177	0,025	-0,071	-7,044	0,000	-0,227	-0,128

QUADRO 3.24

R AJUSTADO

<i>R</i>	<i>R quadrado</i>	<i>R quadrado corrigida</i>
0,718(a)	0,516	0,516

Ao valor monetário do conjunto de imóveis identificados como pertencentes à sub-bacia do rio Itaum-Açú e que encontram-se em áreas alagáveis foi aplicado o percentual de 3,4% de valorização imobiliária, atribuíveis pela implantação do projeto. O procedimento matemático para obter o benefício monetário da área é obtido pela soma total da área edificada em condições de alagamento, multiplicado pelo valor médio do metro quadrado dos imóveis (R\$970,40/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 do rio Itaum-Açú.

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

Para efeitos de avaliação econômica, o valor encontrado é multiplicado ainda pelo fator de conversão padrão, fixado em 0,94 e distribuído no fluxo de caixa descontado em parcelas fixas, devidamente ajustadas pela taxa de oportunidade do capital, entre os anos 2 e 6 do projeto. Para a sub-bacia do rio Itaum Açú, o valor do benefício econômico, calculado conforme os procedimentos descritos acima, atingiu a quantia de R\$20,4 milhões para o TR de 25 anos. O detalhamento do modelo de preços hedônicos e os cálculos do benefício econômico estão apresentados na memória de cálculo em volume anexo.

3.3.3 *Benefícios de Tráfego*

Os benefícios totais de tráfego na Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira foram estimados em R\$ 600.000,00 por ano, já consideradas as probabilidades de ocorrência de inundação para os TRs de 5, 10, 25 e 50 anos. O benefício de tráfego para a sub-bacia do rio Itaum-Açú é resultado do rateio do benefício total estimado para a Bacia do Rio Cachoeira de acordo com a proporção da população que sofre com os efeitos da inundação na sub-bacia do rio Itaum-Açú 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\$158.614,00/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 3.25, 3.26 e 3.27 sumarizam a análise benefício-custo para as alternativas A, B e C, respectivamente.

QUADRO 3.25
ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO – ALTERNATIVA A

SUB BACIA ITAUM

"A" - 25 ANOS (OTIMIZADA)

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 14,32%
1	-	-	-	-	-	83.991.266		-	-	83.991.266	(83.991.266)
2	7.819.487	5.669.820	158.614	2.729.584	16.377.506	-		498.150	-	498.150	15.879.356
3	7.819.487	5.669.820	158.614	2.729.584	16.377.506	-		498.150	-	498.150	15.879.356
4	7.819.487	5.669.820	158.614	2.729.584	16.377.506	-		498.150	-	498.150	15.879.356
5	7.819.487	5.669.820	158.614	2.729.584	16.377.506	-		498.150	-	498.150	15.879.356
6	7.819.487	5.669.820	158.614	2.729.584	16.377.506	-		498.150	-	498.150	15.879.356
7	7.819.487		158.614	1.595.620	9.573.722	-		498.150	-	498.150	9.075.572
8	7.819.487		158.614	1.595.620	9.573.722	-		498.150	-	498.150	9.075.572
9	7.819.487		158.614	1.595.620	9.573.722	-		498.150	-	498.150	9.075.572
10	7.819.487		158.614	1.595.620	9.573.722	-		498.150	-	498.150	9.075.572
11	7.819.487		158.614	1.595.620	9.573.722	-		498.150	-	498.150	9.075.572
12	7.819.487		158.614	1.595.620	9.573.722	-		498.150	-	498.150	9.075.572
13	7.819.487		158.614	1.595.620	9.573.722	-		498.150	-	498.150	9.075.572
14	7.819.487		158.614	1.595.620	9.573.722	-		498.150	-	498.150	9.075.572
15	7.819.487		158.614	1.595.620	9.573.722	-		498.150	-	498.150	9.075.572
16	7.819.487		158.614	1.595.620	9.573.722	-		498.150	-	498.150	9.075.572
17	7.819.487		158.614	1.595.620	9.573.722	-		498.150	-	498.150	9.075.572
18	7.819.487		158.614	1.595.620	9.573.722	-		498.150	-	498.150	9.075.572
19	7.819.487		158.614	1.595.620	9.573.722	-		498.150	-	498.150	9.075.572
20	7.819.487		158.614	1.595.620	9.573.722	-		498.150	-	498.150	9.075.572
21	7.819.487		158.614	1.595.620	9.573.722	-		498.150	-	498.150	9.075.572
22	7.819.487		158.614	1.595.620	9.573.722	-		498.150	-	498.150	9.075.572
23	7.819.487		158.614	1.595.620	9.573.722	-		498.150	-	498.150	9.075.572
24	7.819.487		158.614	1.595.620	9.573.722	-		498.150	-	498.150	9.075.572
25	7.819.487		158.614	1.595.620	9.573.722	-		498.150	-	498.150	9.075.572
VPL	60.869.358	20.438.432	1.234.705	16.508.499	99.050.993	83.991.266	-	3.877.758	-	87.869.024	11.181.969

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

QUADRO 3.26
ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO – ALTERNATIVA B

SUB BACIA ITAUM

"B" - 25 ANOS

ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	CUSTOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		TIRE 0,01%
1	-	-			-	249.218.102		-	-	249.218.102	(249.218.102)
2	7.779.420	5.669.820	158.614	2.721.571	16.329.426	-		543.939	-	543.939	15.785.486
3	7.779.420	5.669.820	158.614	2.721.571	16.329.426	-		543.939	-	543.939	15.785.486
4	7.779.420	5.669.820	158.614	2.721.571	16.329.426	-		543.939	-	543.939	15.785.486
5	7.779.420	5.669.820	158.614	2.721.571	16.329.426	-		543.939	-	543.939	15.785.486
6	7.779.420	5.669.820	158.614	2.721.571	16.329.426	-		543.939	-	543.939	15.785.486
7	7.779.420		158.614	1.587.607	9.525.642	-		543.939	-	543.939	8.981.703
8	7.779.420		158.614	1.587.607	9.525.642	-		543.939	-	543.939	8.981.703
9	7.779.420		158.614	1.587.607	9.525.642	-		543.939	-	543.939	8.981.703
10	7.779.420		158.614	1.587.607	9.525.642	-		543.939	-	543.939	8.981.703
11	7.779.420		158.614	1.587.607	9.525.642	-		543.939	-	543.939	8.981.703
12	7.779.420		158.614	1.587.607	9.525.642	-		543.939	-	543.939	8.981.703
13	7.779.420		158.614	1.587.607	9.525.642	-		543.939	-	543.939	8.981.703
14	7.779.420		158.614	1.587.607	9.525.642	-		543.939	-	543.939	8.981.703
15	7.779.420		158.614	1.587.607	9.525.642	-		543.939	-	543.939	8.981.703
16	7.779.420		158.614	1.587.607	9.525.642	-		543.939	-	543.939	8.981.703
17	7.779.420		158.614	1.587.607	9.525.642	-		543.939	-	543.939	8.981.703
18	7.779.420		158.614	1.587.607	9.525.642	-		543.939	-	543.939	8.981.703
19	7.779.420		158.614	1.587.607	9.525.642	-		543.939	-	543.939	8.981.703
20	7.779.420		158.614	1.587.607	9.525.642	-		543.939	-	543.939	8.981.703
21	7.779.420		158.614	1.587.607	9.525.642	-		543.939	-	543.939	8.981.703
22	7.779.420		158.614	1.587.607	9.525.642	-		543.939	-	543.939	8.981.703
23	7.779.420		158.614	1.587.607	9.525.642	-		543.939	-	543.939	8.981.703
24	7.779.420		158.614	1.587.607	9.525.642	-		543.939	-	543.939	8.981.703
25	7.779.420		158.614	1.587.607	9.525.642	-		543.939	-	543.939	8.981.703
VPL	60.557.464	20.438.432	1.234.705	16.446.120	98.676.721	249.218.102	-	4.234.194	-	253.452.296	(154.775.575)

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

QUADRO 3.27
ANÁLISE BENEFÍCIO CUSTO – ALTERNATIVA C

SUB BACIA ITAUM

"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 7,18%
1	-	-			-	126.279.421		-	-	126.279.421	(126.279.421)
2	7.838.444	5.669.820	158.614	2.733.376	16.400.254	-		872.079	-	872.079	15.528.175
3	7.838.444	5.669.820	158.614	2.733.376	16.400.254	-		872.079	-	872.079	15.528.175
4	7.838.444	5.669.820	158.614	2.733.376	16.400.254	-		872.079	-	872.079	15.528.175
5	7.838.444	5.669.820	158.614	2.733.376	16.400.254	-		872.079	-	872.079	15.528.175
6	7.838.444	5.669.820	158.614	2.733.376	16.400.254	-		872.079	-	872.079	15.528.175
7	7.838.444		158.614	1.599.412	9.596.470	-		872.079	-	872.079	8.724.391
8	7.838.444		158.614	1.599.412	9.596.470	-		872.079	-	872.079	8.724.391
9	7.838.444		158.614	1.599.412	9.596.470	-		872.079	-	872.079	8.724.391
10	7.838.444		158.614	1.599.412	9.596.470	-		872.079	-	872.079	8.724.391
11	7.838.444		158.614	1.599.412	9.596.470	-		872.079	-	872.079	8.724.391
12	7.838.444		158.614	1.599.412	9.596.470	-		872.079	-	872.079	8.724.391
13	7.838.444		158.614	1.599.412	9.596.470	-		872.079	-	872.079	8.724.391
14	7.838.444		158.614	1.599.412	9.596.470	-		872.079	-	872.079	8.724.391
15	7.838.444		158.614	1.599.412	9.596.470	-		872.079	-	872.079	8.724.391
16	7.838.444		158.614	1.599.412	9.596.470	-		872.079	-	872.079	8.724.391
17	7.838.444		158.614	1.599.412	9.596.470	-		872.079	-	872.079	8.724.391
18	7.838.444		158.614	1.599.412	9.596.470	-		872.079	-	872.079	8.724.391
19	7.838.444		158.614	1.599.412	9.596.470	-		872.079	-	872.079	8.724.391
20	7.838.444		158.614	1.599.412	9.596.470	-		872.079	-	872.079	8.724.391
21	7.838.444		158.614	1.599.412	9.596.470	-		872.079	-	872.079	8.724.391
22	7.838.444		158.614	1.599.412	9.596.470	-		872.079	-	872.079	8.724.391
23	7.838.444		158.614	1.599.412	9.596.470	-		872.079	-	872.079	8.724.391
24	7.838.444		158.614	1.599.412	9.596.470	-		872.079	-	872.079	8.724.391
25	7.838.444		158.614	1.599.412	9.596.470	-		872.079	-	872.079	8.724.391
VPL	61.016.921	20.438.432	1.234.705	16.538.012	99.228.070	126.279.421	-	6.788.535	-	133.067.956	(33.839.886)

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

Tomando como base os resultados das análises, verificou-se que a alternativa A é aquela que maximiza o retorno econômico. A alternativa C, escolhida pela população, apresenta VPL negativo equivalente a 3,55 vezes menor que a alternativa A. Além disso, os custos da alternativa escolhida pela população também são 37% superiores à alternativa melhor classificada segundo os critérios econômicos, embora esta alternativa seja a que aporta maiores benefícios econômicos. No próximo capítulo são apresentados os estudos econômicos para a alternativa A para os tempos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos.

O Quadro 3.24 apresenta a síntese dos resultados para as alternativas A, B e C.

QUADRO 3.28
SÍNTESE DOS RESULTADOS

Alternativa	Benefícios					Custo			Resultados		Índices		
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos	Benefício Total	Investimentos	O&M	Custo Total	VPL	TIR	VPL	Benefícios	Custos
"A" - 25 ANOS	60.869.357,56	20.547.723,61	1.241.307,38	16.531.677,71	99.190.066,26	154.147.534,57	2.006.921,00	156.154.455,57	-56.964.389,31	5,31%	1,00	1,00	1,00
"B" - 25 ANOS	60.557.463,98	20.547.723,61	1.241.307,38	16.469.298,99	98.815.793,96	298.177.122,67	2.740.651,22	300.917.773,89	-202.101.979,93	-1,36%	3,55	1,00	1,93
"C" - 25 ANOS	61.016.921,07	20.547.723,61	1.241.307,38	16.561.190,41	99.367.142,47	208.307.676,75	4.928.406,79	213.236.083,54	-113.868.941,07	1,68%	2,00	1,00	1,37
Escolha Econômica													
Escolha População													

4. ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO POR PERÍODO DE RETORNO

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

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

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

4.1 DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS

Definida a seleção da alternativa A para as obras da sub-bacia do rio Itaum-Açú, 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.

Os Quadros 4.1 e 4.2 resumem as características dos dispositivos existentes, respectivamente para os rios Itaum-Açú e Itaum-Mirim, 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

RIO ITAUM-AÇÚ – CARACTERÍSTICAS DOS DISPOSITIVOS EXISTENTES E PROJETADOS

Dimensão (BxhxL) (m)					
Dispositivo	Local	TR = 5 Anos	TR = 10 Anos	TR = 25 Anos	TR = 50 Anos
1	Rua Oscar A. Pinheiro	4,00x2,00x12,00	4,00x2,50x12,00	4,00x2,50x12,00	6,00x2,00x12,00
2	Rua Cineasta Leon Hirschmann	4,00x2,50x15,00	4,00x3,00x15,00	4,00x2,50x15,00	6,00x2,50x15,00
3	Rua Carlos Emilio Alexandre Schwartz	4,00x2,50x18,00	4,00x2,50x18,00	4,00x2,50x18,00	6,00x2,50x18,00
4	Rua Adolfo da Veiga com Rua Arthur Carlos	4,00x3,00x21,00	4,00x3,00x21,00	5,00x2,50x21,00	8,00x2,50x21,00
5	Rua Adolfo da Veiga	4,00x3,00x30,00	5,00x3,50x30,00	6,00x3,00x30,00	8,00x3,00x30,00
6	Rua Elza Gomes	4,00x3,00x21,50	5,00x3,00x21,50	6,00x3,00x21,50	8,00x3,00x21,50
7	Rua Tenente Ayres Zacarias	Removido	Removido	Removido	Removido

Continua...

QUADRO 4.1
RIO ITAUM-AÇÚ – CARACTERÍSTICAS DOS DISPOSITIVOS EXISTENTES E PROJETADOS

<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>					
<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>TR = 5 Anos</i>	<i>TR = 10 Anos</i>	<i>TR = 25 Anos</i>	<i>TR = 50 Anos</i>
8	Rua Victor Mateus Teixeira	Removido	Removido	Removido	Removido
9	Rua Afonso Moreira	8,00x3,00x12,30	9,00x3,00x12,30	10,00x3,23x12,30	14,00x3,23x12,30
10	Pte. entre Rua dos Advogados e Rua Bioquímicos	Removido	Removido	10,00x3,74x12,00	14,00x3,74x12,00
11	Rua Costantino Caetano	Removido	Removido	Removido	Removido
12	Rua Esmaelita Frida M. André	Removido	Removido	10,00x4,09x12,00	Removido
13	Rua Chico Mendes	Removido	Removido	Removido	Removido
14	Rua Boehmerwald	8,00x3,50x16,00	8,00x3,50x16,00	10,00x3,75x16,00	14,00x3,47x16,00
15	Ed. após Rua Boehmerwald	8,00x3,50x13,30	8,00x3,50x13,30	10,00x3,52x13,30	14,00x3,45x13,30
16	Rua Alfredo Colin	8,00x3,50x14,29	8,00x3,50x14,29	10,00x3,67x14,29	14,00x3,62x14,29
17	Rua das Telefonistas	12,00x3,58x18,20	14,00x3,58x18,20	14,00x3,78x18,20	18,00x3,78x18,20
18	Rua Bertholdo Corrêa	Removido	Removido	Removido	Removido
19	Rua dos Aimores	16,45x3,99x41,42	16,45x3,99x41,42	16,45x3,99x41,42	18,00x3,50x41,42
20	Rua Bélgica	14,00x4,04x12,42	16,00x4,04x12,42	20,00x4,04x12,42	22,00x3,97x12,42
21	Rua Campina Grande	14,00x4,64x12,56	16,00x3,68x12,56	20,00x4,64x12,56	26,00x3,97x12,56
22	Rua Monsenhor Gercino	14,00x4,79x16,77	16,00x4,79x16,77	20,00x4,79x16,77	26,00x4,20x16,77
23	Rua Florianópolis	16,00x3,73x15,66	18,00x3,73x15,66	24,00x3,73x15,66	28,00x3,61x15,66
24	Rua Guanabara	29,03x6,82x20,00	29,03x6,82x20,00	29,03x5,09x20,00	29,03x6,82x20,00
Canal Itaum-Açú Trecho 1		4,00x(var.)x2289,84	4,00x(var.)x2322,24	4,00x(var.)x2431,45	6,00x(var.)x1822,65
Canal Itaum-Açú Trecho 2		5,00x(var.)x281,13	6,00x(var.)x278,73	6,00x(var.)x291,80	8,00x(var.)x609,00
Canal Itaum-Açú Trecho 3		6,00x(var.)x159,10	8,00x(var.)x1719,10	10,00x(var.)x1719,10	10,00x(var.)x281,81
Canal Itaum-Açú Trecho 4		8,00x(var.)x1702,92	14,00x(var.)x962,83	14,00x(var.)x590,78	14,00x(var.)x1719,10
Canal Itaum-Açú Trecho 5		12,00x(var.)x962,83	16,00x(var.)x913,30	16,00x(var.)x372,06	18,00x(var.)x590,78
Canal Itaum-Açú Trecho 6		14,00x(var.)x913,30	18,00x(var.)x1360,49	18,00x(var.)x421,36	22,00x(var.)x372,06
Canal Itaum-Açú Trecho 7		16,00x(var.)x1360,49	22,00x(var.)x2221,16	20,00x(var.)x491,94	24,00x(var.)x421,36
Canal Itaum-Açú Trecho 8		20,00x(var.)x2221,16	-	24,00x(var.)x1360,49	26,00x(var.)x491,94
Canal Itaum-Açú Trecho 9		-	-	28,00x(var.)x2221,16	28,00x(var.)x1360,49
Canal Itaum-Açú Trecho 10		-	-	-	36,00x(var.)x2221,16

Galerias

Pontes

Reservatórios

Canais

QUADRO 4.2
RIO ITAUM-MIRIM – CARACTERÍSTICAS DOS DISPOSITIVOS EXISTENTES E PROJETADOS

<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>					
<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>TR = 5 Anos</i>	<i>TR = 10 Anos</i>	<i>TR = 25 Anos</i>	<i>TR = 50 Anos</i>
1	Rua Lourival Leite Palhares	3,00x2,50x12,00	4,00x2,50x12,00	4,00x3,00x12,00	6,00x3,00x12,00
2	Rua dos Baobás	4,50x3,12x14,29	4,00x2,50x14,29	4,00x3,00x14,29	6,00x3,00x14,29
3	Rua Lourenço Dias Inácio	3,00x2,50x12,00	4,00x2,50x12,00	4,00x3,00x12,00	6,00x3,00x12,00
4	Rua Niralci de Oliveira	4,00x3,00x18,28	4,00x3,00x18,28	4,00x3,00x18,28	8,00x3,00x18,28
5	Passarela Niralci de Oliveira	Removido	Removido	Removido	Removido
6	Rua Constantino Oliveira Borges	5,00x3,50x23,09	6,00x3,00x23,09	6,00x3,50x23,09	10,00x2,75x23,09
7	Estrada de Ferro	5,88x4,03x12,00	5,88x4,03x12,00	6,00x4,00x12,00	10,00x3,63x12,00
8	Travessia após Estrada de Ferro	6,00x3,50x12,00	8,00x3,50x12,00	8,00x4,10x12,00	16,00x3,49x12,00
9	Avenida Francisco Alves	6,00x3,50x35,21	8,00x3,50x35,21	8,00x3,95x35,21	16,00x3,75x35,21
10	Travessia Rua Luiz Ceratti	6,00x3,50x12,00	8,00x3,50x10,00	8,00x4,35x12,00	16,00x3,63x10,00
11	Rua Monsenhor Gercino	9,28x4,52x16,8	10,00x4,32x16,8	8,00x4,50x16,80	20,00x4,32x16,80
12	Rua Agulhas Negras	10,76x3,78x14,06	10,00x3,57x14,06	14,00x3,80x14,06	20,00x3,29x14,06
13	Rua Fátima	6,59x3,98x20,48	10,00x3,98x20,48	14,00x4,00x20,48	20,00x3,26x20,48
14	Rua Suburbana	8,00x3,82x16,00	10,00x3,04x16,00	18,00x3,82x16,00	20,00x3,44x16,00
15	Rua Florianópolis	10,78x3,52x16,00	10,00x3,52x16,00	18,00x3,52x16,00	20,00x3,55x16,00
16	Rua Com. Alberto Lepper	8,00x3,66x16,00	10,00x3,66x16,00	18,00x3,66x16,00	20,00x3,51x16,00
17	Rua Passo Fundo	8,00x3,38x16,00	10,00x3,38x16,00	18,00x3,38x16,00	20,00x3,06x16,00
Canal Itaum-Mirim Trecho 1		3,00x(var.)x820,48	4,00x(var.)x820,48	3,00x(var.)x820,48	6,00x(var.)x517,05
Canal Itaum-Mirim Trecho 2		4,00x(var.)x901,34	5,00x(var.)x901,34	4,00x(var.)x901,33	8,00x(var.)x303,43
Canal Itaum-Mirim Trecho 3		6,00x(var.)x1002,90	8,00x(var.)x1002,90	8,00x(var.)x1002,90	10,00x(var.)x901,43
Canal Itaum-Mirim Trecho 4		8,00x(var.)x1634,36	10,00x(var.)x1634,36	14,00x(var.)x581,09	16,00x(var.)x1002,90
Canal Itaum-Mirim Trecho 5		-	-	18,00x(var.)x1053,27	18,00x(var.)x43,42
Canal Itaum-Mirim Trecho 6		-	-	-	20,00x(var.)x1590,52

Galerias

Pontes

Reservatórios

Canais

4.2 CUSTOS POR PERÍODO DE RETORNO

Os Quadros 4.3 e 4.4 apresentam, respectivamente para os rios Itaum-Açú e Itaum-Mirim, os custos da alternativa A para os tempos de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos.

QUADRO 4.3
RIO ITAUM-AÇÚ – 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	240.050,87	240.050,87	240.050,87	307.377,99
Construção de Canais	31.422.360,06	33.096.728,28	36.975.234,66	47.451.223,40
Construção de Pontes	4.009.599,34	4.623.185,11	7.280.487,08	8.492.226,91
Construção de Galerias	3.067.433,73	2.849.456,81	1.827.010,24	2.392.431,81
Construção de Reservatórios	-	-	-	-
Total Construção	38.739.444,00	40.809.421,08	46.322.782,86	58.643.260,10
BDI (30%)	11.621.833,20	12.242.826,32	13.896.834,86	17.592.978,03
Total Custos Diretos	50.361.277,20	53.052.247,40	60.219.617,72	76.236.238,13
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	4.028.902,18	4.244.179,79	4.817.569,42	6.098.899,05
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	1.510.838,32	1.591.567,42	1.806.588,53	2.287.087,14
Contingência (25%)	12.590.319,30	13.263.061,85	15.054.904,43	19.059.059,53
Total Outros Custos	18.130.059,79	19.098.809,06	21.679.062,38	27.445.045,73
Desapropriações	34.954.597,66	34.954.597,66	34.954.597,66	34.954.597,66
TOTAL	103.445.934,65	107.105.654,12	116.853.277,75	138.635.881,52

QUADRO 4.4
RIO ITAUM-MIRIM – CUSTOS POR PERÍODO DE RETORNO

<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	123.825,16	205.458,19	219.501,94	219.501,94
Construção de Canais	14.587.821,14	16.809.833,22	17.937.105,39	25.334.266,29
Construção de Pontes	785.246,41	3.617.562,30	4.126.705,61	9.010.628,46
Construção de Galerias	4.078.321,23	2.906.190,51	3.930.426,38	1.232.780,84
Construção de Reservatórios	-	-	-	-
Total Construção	19.575.214,14	23.539.044,22	26.213.739,32	35.807.177,53
BDI (30%)	5.872.564,24	7.061.713,27	7.864.121,80	10.742.153,26
Total Custos Diretos	25.447.778,38	30.600.757,49	34.077.861,12	46.459.330,80
Projeto, Acompanhamento de Obras, Fiscalização e Gerenciamento (8%)	2.035.822,27	2.448.060,60	2.726.228,89	3.723.946,46
Construção e Manutenção de Canteiros (3%)	763.433,35	918.022,72	1.022.335,83	1.396.479,92
Contingência (25%)	6.361.944,60	7.650.189,37	8.519.465,28	11.637.332,70
Total Outros Custos	9.161.200,22	11.016.272,70	12.268.030,00	16.757.759,09
Desapropriações	15.357.244,82	15.357.244,82	15.357.244,82	15.357.244,82
TOTAL	49.966.223,42	56.974.275,01	61.703.135,94	78.664.334,70

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 3.14. 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)⁴, altura média da lâmina d'água das alternativas (m) e o valor de mercado das edificações na sub-bacia do rio Itaum-Açú (R\$/ m^2) para os TRs de 5, 10, 25 e 50 anos. Estas estimativas, apresentadas no Quadro 4.5, permitem calcular o benefício econômico da alternativa associado ao respectivo período de retorno.

QUADRO 4.5
PARÂMETROS PARA ESTIMAÇÃO DO PREJUÍZO DIRETO POR PERÍODO DE RETORNO

Tr Chuva	5 anos		10 anos		25 anos		50 anos	
Obra	Área (km^2)	h (m)	Área (km^2)	h (m)	Área (km^2)	h (m)	Área (km^2)	h (m)
Atual	1,11	0,48	2,00	0,67	3,14	0,95	3,72	1,18
5-A	-	-	0,31	0,40	0,61	0,47	0,05	0,29
10-A	-	-	-	-	0,44	0,42	0,70	0,48
25-A	-	-	-	-	-	-	0,37	0,41
50-A	-	-	-	-	-	-	-	-

O valor médio do metro quadrado das edificações na sub-bacia do rio Itaum-Açú foi estimado em R\$970,40 a partir de pesquisas realizadas no mercado imobiliário de Joinville. Os benefícios estimados para cada período de retorno estão apresentados no Quadro 4.6.

QUADRO 4.6
BENEFÍCIOS ECONÔMICOS PARA ALTERNATIVA A

Tr Chuva	Probabilidade				R\$	
Obra	0,2	0,1	0,04	0,02	Prejuízo Esperado	Benefícios Incrementais
Atual	77.910.164	194.466.017	435.832.630	636.753.134	65.197.002	-
5-A	-	18.494.420	41.542.364	2.201.142	3.555.159	61.641.843
10-A	-	-	27.217.910	49.096.150	2.070.639	63.126.363
25-A	-	-	-	22.118.339	442.367	64.754.636
50-A	-	-	-	-	-	65.197.002

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

4.3.2 Benefícios de Valorização Imobiliária por Período de Retorno

A metodologia para estimativa da valorização imobiliária para os 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 4.7. O detalhamento do modelo de preços hedônicos e os cálculos do benefício econômico estão disponíveis na memória de cálculo em volume anexo.

QUADRO 4.7
BENEFÍCIOS ECONÔMICOS POR VALORIZAÇÃO IMOBILIÁRIA POR TEMPO
DE RETORNO – VALORES ECONÔMICOS

<i>Período de Retorno</i>	<i>Benefícios por Valorização Imobiliária (R\$)</i>
5	7.252.149
10	13.062.988
25	20.547.724
50	24.337.870

4.3.3 Benefícios de Tráfego

Conforme metodologia já apresentada anteriormente, o benefício de tráfego para a sub-bacia do rio Itaum-Açú é resultado do rateio do benefício total estimado para a bacia do rio Cachoeira de acordo com a proporção da população que sofre com os efeitos da inundação na sub-bacia do rio Itaum-Açú 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 4.8. Os detalhamentos dos benefícios de tráfego estão apresentados na memória de cálculo em volume anexo.

QUADRO 4.8
BENEFÍCIOS DE TRÁFEGO POR PERÍODO DE RETORNO

<i>Período de Retorno</i>	<i>Benefícios por Tráfego (R\$)</i>
5	438.109
10	789.147
25	1.241.307
50	1.470.274

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 4.9 a 4.12 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 há uma contradição entre o VPL e TIR na comparação entre os TRs de 10 e 25 anos, uma vez que o projeto com TR para 10 anos apresenta maior VPL e o projeto com TR de 25 anos apresenta maior TIR. Quando dois projetos com mesmo horizonte apresentam esta contradição geralmente prevalece o VPL como critério de decisão. Isto ocorre porque a TIR, ao contrário do VPL, tem a desvantagem de não considerar as diferenças nos gastos de investimentos que possam ocorrer entre alternativas de projetos mutuamente excludentes.

Tendo em vista que a taxa de desconto tem grande impacto nos resultados da TIR e do VPL, foram feitas simulações para o VPL e a TIR, descontando-se o fluxo de caixa das respectivas alternativas de projetos por distintas taxas de juros.

A Figura 4.1 demonstra que o VPL da alternativa TR 25 anos é maior para taxas de desconto inferiores a 6%. A partir de 6%, a alternativa para o TR de 10 anos aporta um VPL maior. A Figura 4.2 demonstra que no caso da TIR estas mudanças são menos evidentes e os resultados andam em paralelo para todas as taxas de desconto simuladas, com vantagem marginal, neste caso, para a alternativa com TR de 25 anos.

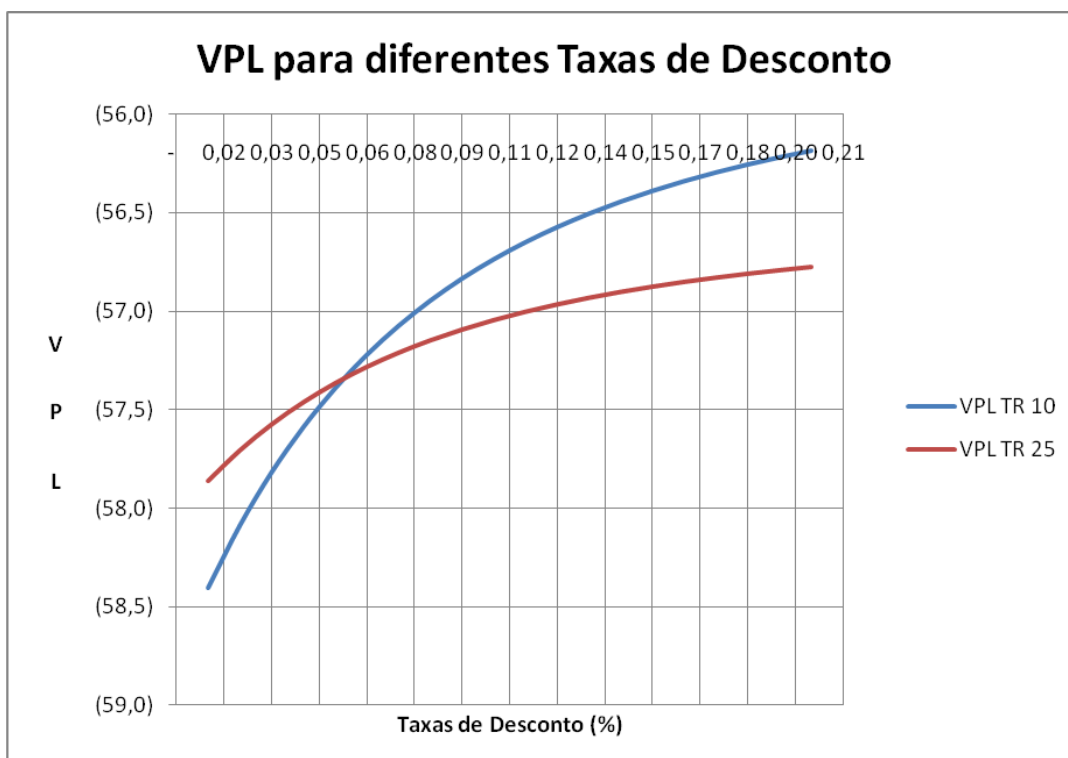


Figura 4.1 – Comportamento do VPL.

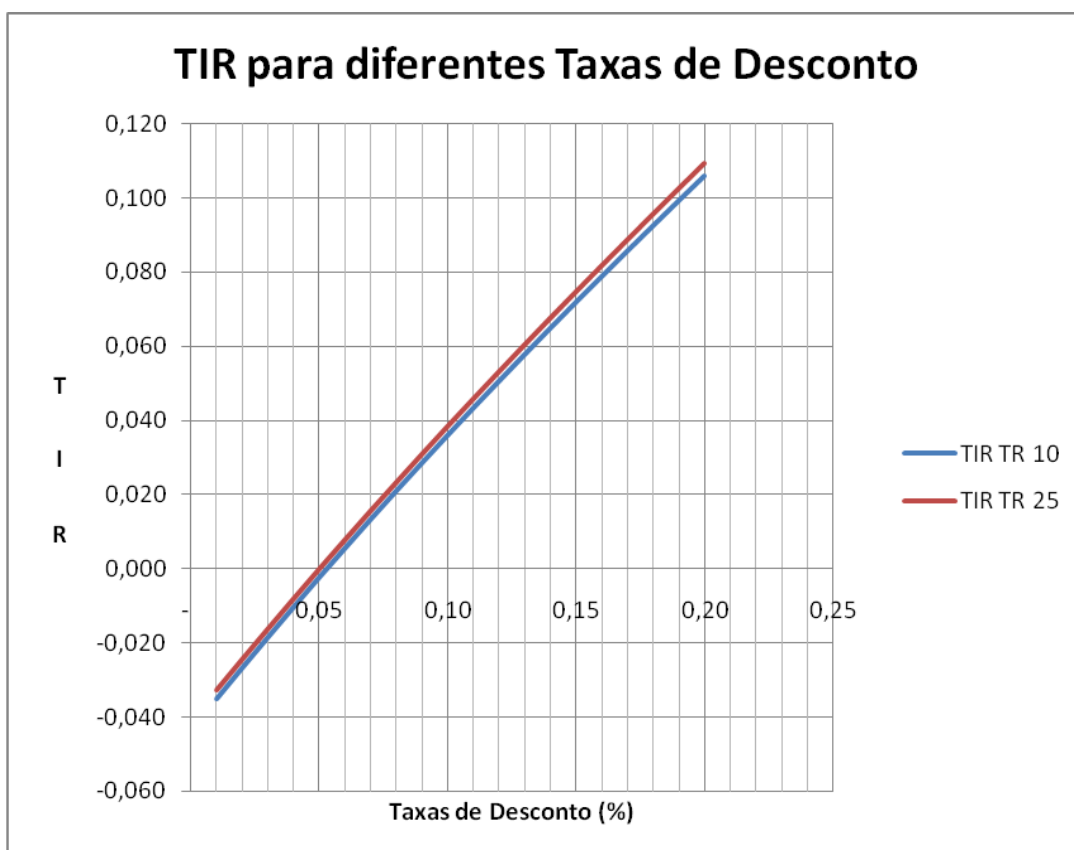


Figura 4.2 – Comportamento da TIR.

Considerando-se o nível de detalhamento dos projetos, entendemos que as duas alternativas são equivalentes entre si e a escolha entre uma e outra se resume entre selecionar aquela de menor custo ou aquela que oferece menor risco de inundação.

O Quadro 4.13 apresenta a síntese dos resultados para os tempos de retorno de 5 a 50 anos.

QUADRO 4.9
ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO PARA PERÍODO DE RETORNO DE 5 ANOS

SUB BACIA ITAUM											
ALT "A" - TR 5 ANOS											
ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA											
Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	CUSTOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		TIRE 4,78%
1	-	-	-	-	-	133.745.644		-	-	133.745.644	(133.745.644)
2	7.443.600	2.011.817	56.281	1.902.340	11.414.037	-		257.861	-	257.861	11.156.176
3	7.443.600	2.011.817	56.281	1.902.340	11.414.037	-		257.861	-	257.861	11.156.176
4	7.443.600	2.011.817	56.281	1.902.340	11.414.037	-		257.861	-	257.861	11.156.176
5	7.443.600	2.011.817	56.281	1.902.340	11.414.037	-		257.861	-	257.861	11.156.176
6	7.443.600	2.011.817	56.281	1.902.340	11.414.037	-		257.861	-	257.861	11.156.176
7	7.443.600		56.281	1.499.976	8.999.857	-		257.861	-	257.861	8.741.996
8	7.443.600		56.281	1.499.976	8.999.857	-		257.861	-	257.861	8.741.996
9	7.443.600		56.281	1.499.976	8.999.857	-		257.861	-	257.861	8.741.996
10	7.443.600		56.281	1.499.976	8.999.857	-		257.861	-	257.861	8.741.996
11	7.443.600		56.281	1.499.976	8.999.857	-		257.861	-	257.861	8.741.996
12	7.443.600		56.281	1.499.976	8.999.857	-		257.861	-	257.861	8.741.996
13	7.443.600		56.281	1.499.976	8.999.857	-		257.861	-	257.861	8.741.996
14	7.443.600		56.281	1.499.976	8.999.857	-		257.861	-	257.861	8.741.996
15	7.443.600		56.281	1.499.976	8.999.857	-		257.861	-	257.861	8.741.996
16	7.443.600		56.281	1.499.976	8.999.857	-		257.861	-	257.861	8.741.996
17	7.443.600		56.281	1.499.976	8.999.857	-		257.861	-	257.861	8.741.996
18	7.443.600		56.281	1.499.976	8.999.857	-		257.861	-	257.861	8.741.996
19	7.443.600		56.281	1.499.976	8.999.857	-		257.861	-	257.861	8.741.996
20	7.443.600		56.281	1.499.976	8.999.857	-		257.861	-	257.861	8.741.996
21	7.443.600		56.281	1.499.976	8.999.857	-		257.861	-	257.861	8.741.996
22	7.443.600		56.281	1.499.976	8.999.857	-		257.861	-	257.861	8.741.996
23	7.443.600		56.281	1.499.976	8.999.857	-		257.861	-	257.861	8.741.996
24	7.443.600		56.281	1.499.976	8.999.857	-		257.861	-	257.861	8.741.996
25	7.443.600		56.281	1.499.976	8.999.857	-		257.861	-	257.861	8.741.996
VPL	57.943.332	7.252.149	438.109	13.126.718	78.760.309	133.745.644	-	2.007.271	-	135.752.915	(56.992.606)

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

QUADRO 4.10
ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO PARA PERÍODO DE RETORNO DE 10 ANOS

SUB BACIA ITAUM											
ALT "A" - TR 10 ANOS											
ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA											
Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	CUSTOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		TIRE 5,06%
1	-	-			-	142.396.876		-	-	142.396.876	(142.396.876)
2	7.622.864	3.623.800	101.377	2.269.608	13.617.649	-		257.816	-	257.816	13.359.833
3	7.622.864	3.623.800	101.377	2.269.608	13.617.649	-		257.816	-	257.816	13.359.833
4	7.622.864	3.623.800	101.377	2.269.608	13.617.649	-		257.816	-	257.816	13.359.833
5	7.622.864	3.623.800	101.377	2.269.608	13.617.649	-		257.816	-	257.816	13.359.833
6	7.622.864	3.623.800	101.377	2.269.608	13.617.649	-		257.816	-	257.816	13.359.833
7	7.622.864		101.377	1.544.848	9.269.089	-		257.816	-	257.816	9.011.273
8	7.622.864		101.377	1.544.848	9.269.089	-		257.816	-	257.816	9.011.273
9	7.622.864		101.377	1.544.848	9.269.089	-		257.816	-	257.816	9.011.273
10	7.622.864		101.377	1.544.848	9.269.089	-		257.816	-	257.816	9.011.273
11	7.622.864		101.377	1.544.848	9.269.089	-		257.816	-	257.816	9.011.273
12	7.622.864		101.377	1.544.848	9.269.089	-		257.816	-	257.816	9.011.273
13	7.622.864		101.377	1.544.848	9.269.089	-		257.816	-	257.816	9.011.273
14	7.622.864		101.377	1.544.848	9.269.089	-		257.816	-	257.816	9.011.273
15	7.622.864		101.377	1.544.848	9.269.089	-		257.816	-	257.816	9.011.273
16	7.622.864		101.377	1.544.848	9.269.089	-		257.816	-	257.816	9.011.273
17	7.622.864		101.377	1.544.848	9.269.089	-		257.816	-	257.816	9.011.273
18	7.622.864		101.377	1.544.848	9.269.089	-		257.816	-	257.816	9.011.273
19	7.622.864		101.377	1.544.848	9.269.089	-		257.816	-	257.816	9.011.273
20	7.622.864		101.377	1.544.848	9.269.089	-		257.816	-	257.816	9.011.273
21	7.622.864		101.377	1.544.848	9.269.089	-		257.816	-	257.816	9.011.273
22	7.622.864		101.377	1.544.848	9.269.089	-		257.816	-	257.816	9.011.273
23	7.622.864		101.377	1.544.848	9.269.089	-		257.816	-	257.816	9.011.273
24	7.622.864		101.377	1.544.848	9.269.089	-		257.816	-	257.816	9.011.273
25	7.622.864		101.377	1.544.848	9.269.089	-		257.816	-	257.816	9.011.273
VPL	59.338.781	13.062.988	789.147	14.638.183	87.829.099	142.396.876	-	2.006.921	-	144.403.797	(56.574.697)

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

QUADRO 4.11
ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO PARA PERÍODO DE RETORNO DE 25 ANOS

SUB BACIA ITAUM											
ALT "A" - TR 25 ANOS											
ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA											
Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	CUSTOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		TIRE 5,31%
1	-	-			-	154.147.535		-	-	154.147.535	(154.147.535)
2	7.819.487	5.700.138	159.463	2.735.818	16.414.906	-		257.816	-	257.816	16.157.090
3	7.819.487	5.700.138	159.463	2.735.818	16.414.906	-		257.816	-	257.816	16.157.090
4	7.819.487	5.700.138	159.463	2.735.818	16.414.906	-		257.816	-	257.816	16.157.090
5	7.819.487	5.700.138	159.463	2.735.818	16.414.906	-		257.816	-	257.816	16.157.090
6	7.819.487	5.700.138	159.463	2.735.818	16.414.906	-		257.816	-	257.816	16.157.090
7	7.819.487		159.463	1.595.790	9.574.740	-		257.816	-	257.816	9.316.924
8	7.819.487		159.463	1.595.790	9.574.740	-		257.816	-	257.816	9.316.924
9	7.819.487		159.463	1.595.790	9.574.740	-		257.816	-	257.816	9.316.924
10	7.819.487		159.463	1.595.790	9.574.740	-		257.816	-	257.816	9.316.924
11	7.819.487		159.463	1.595.790	9.574.740	-		257.816	-	257.816	9.316.924
12	7.819.487		159.463	1.595.790	9.574.740	-		257.816	-	257.816	9.316.924
13	7.819.487		159.463	1.595.790	9.574.740	-		257.816	-	257.816	9.316.924
14	7.819.487		159.463	1.595.790	9.574.740	-		257.816	-	257.816	9.316.924
15	7.819.487		159.463	1.595.790	9.574.740	-		257.816	-	257.816	9.316.924
16	7.819.487		159.463	1.595.790	9.574.740	-		257.816	-	257.816	9.316.924
17	7.819.487		159.463	1.595.790	9.574.740	-		257.816	-	257.816	9.316.924
18	7.819.487		159.463	1.595.790	9.574.740	-		257.816	-	257.816	9.316.924
19	7.819.487		159.463	1.595.790	9.574.740	-		257.816	-	257.816	9.316.924
20	7.819.487		159.463	1.595.790	9.574.740	-		257.816	-	257.816	9.316.924
21	7.819.487		159.463	1.595.790	9.574.740	-		257.816	-	257.816	9.316.924
22	7.819.487		159.463	1.595.790	9.574.740	-		257.816	-	257.816	9.316.924
23	7.819.487		159.463	1.595.790	9.574.740	-		257.816	-	257.816	9.316.924
24	7.819.487		159.463	1.595.790	9.574.740	-		257.816	-	257.816	9.316.924
25	7.819.487		159.463	1.595.790	9.574.740	-		257.816	-	257.816	9.316.924
VPL	60.869.358	20.547.724	1.241.307	16.531.678	99.190.066	154.147.535	-	2.006.921	-	156.154.456	(56.964.389)

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

QUADRO 4.12
ANÁLISE BENEFÍCIO-CUSTO PARA PERÍODO DE RETORNO DE 50 ANOS

SUB BACIA ITAUM											
ALT "A" - TR 50 ANOS											
ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA											
Ano	BENEFÍCIOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	CUSTOS ECONÔMICOS (em R\$1,00)				TOTAL (em R\$1,00)	Resultado Líquido/VPLE
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos 20%		Investimentos*		Operação & Manutenção	Outros Custos		TIRE 3,64%
1	-	-			-	185.489.975		-	-	185.489.975	(185.489.975)
2	7.872.905	6.751.562	188.876	2.962.669	17.776.013	-		257.816	-	257.816	17.518.197
3	7.872.905	6.751.562	188.876	2.962.669	17.776.013	-		257.816	-	257.816	17.518.197
4	7.872.905	6.751.562	188.876	2.962.669	17.776.013	-		257.816	-	257.816	17.518.197
5	7.872.905	6.751.562	188.876	2.962.669	17.776.013	-		257.816	-	257.816	17.518.197
6	7.872.905	6.751.562	188.876	2.962.669	17.776.013	-		257.816	-	257.816	17.518.197
7	7.872.905		188.876	1.612.356	9.674.138	-		257.816	-	257.816	9.416.322
8	7.872.905		188.876	1.612.356	9.674.138	-		257.816	-	257.816	9.416.322
9	7.872.905		188.876	1.612.356	9.674.138	-		257.816	-	257.816	9.416.322
10	7.872.905		188.876	1.612.356	9.674.138	-		257.816	-	257.816	9.416.322
11	7.872.905		188.876	1.612.356	9.674.138	-		257.816	-	257.816	9.416.322
12	7.872.905		188.876	1.612.356	9.674.138	-		257.816	-	257.816	9.416.322
13	7.872.905		188.876	1.612.356	9.674.138	-		257.816	-	257.816	9.416.322
14	7.872.905		188.876	1.612.356	9.674.138	-		257.816	-	257.816	9.416.322
15	7.872.905		188.876	1.612.356	9.674.138	-		257.816	-	257.816	9.416.322
16	7.872.905		188.876	1.612.356	9.674.138	-		257.816	-	257.816	9.416.322
17	7.872.905		188.876	1.612.356	9.674.138	-		257.816	-	257.816	9.416.322
18	7.872.905		188.876	1.612.356	9.674.138	-		257.816	-	257.816	9.416.322
19	7.872.905		188.876	1.612.356	9.674.138	-		257.816	-	257.816	9.416.322
20	7.872.905		188.876	1.612.356	9.674.138	-		257.816	-	257.816	9.416.322
21	7.872.905		188.876	1.612.356	9.674.138	-		257.816	-	257.816	9.416.322
22	7.872.905		188.876	1.612.356	9.674.138	-		257.816	-	257.816	9.416.322
23	7.872.905		188.876	1.612.356	9.674.138	-		257.816	-	257.816	9.416.322
24	7.872.905		188.876	1.612.356	9.674.138	-		257.816	-	257.816	9.416.322
25	7.872.905		188.876	1.612.356	9.674.138	-		257.816	-	257.816	9.416.322
VPL	61.285.182	24.337.870	1.470.274	17.418.665	104.511.991	185.489.975	-	2.006.921	-	187.496.896	(82.984.905)
*Inclui-se imprevistos de obras, administração e supervisão.											

QUADRO 4.13
SÍNTESE DOS RESULTADOS

TRs	Benefícios					Custo			Resultados		Índices		
	Danos Evitados	Valorização Imobiliária	Tráfego	Indiretos	Benefício Total	Investimentos	O&M	Custo Total	VPL	TIR	VPL	Benefícios	Custos
5 ANOS	57.943.332,50	7.252.149,08	438.109,17	13.126.718,15	78.760.308,89	133.745.644,31	2.007.270,87	135.752.915,18	-56.992.606,29	4,78%	1,01	0,90	0,94
10 ANOS	59.338.781,30	13.062.987,50	789.147,40	14.638.183,24	87.829.099,45	142.396.875,67	2.006.921,00	144.403.796,67	-56.574.697,22	5,06%	1,00	1,00	1,00
25 ANOS	60.869.357,56	20.547.723,61	1.241.307,38	16.531.677,71	99.190.066,26	154.147.534,57	2.006.921,00	156.154.455,57	-56.964.389,31	5,31%	1,01	1,13	1,08
50 ANOS	61.285.182,34	24.337.869,66	1.470.273,68	17.418.665,13	104.511.990,81	185.489.974,51	2.006.921,00	187.496.895,50	-82.984.904,70	3,64%	1,47	1,19	1,30
Escolha Econômica													

5. ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

5.1 MODELAGEM DAS SIMULAÇÕES

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

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

Estes valores foram submetidos à simulação aleatória pelo método Monte Carlo, o qual é um processo que gera numerosos cenários aleatórios alterando o valor das variáveis selecionadas simultaneamente de forma que os valores de saída do VPL e TIR estejam dentro de um intervalo de confiança, segundo probabilidades de ocorrência. O Quadro 5.1 apresenta a síntese dos parâmetros de entrada do modelo utilizado para simulação de acordo com os respectivos tempos de retorno na sub-bacia do rio Itaum-Açú.

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.

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.

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

@RISK Input Results Performed By: Luiz Cláudio Faria Date: quinta-feira, 16 de setembro de 2010 11:38:14									
	Name	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
TR 5 ANOS	Benefícios Valorização Imobiliária	B11		,70373	,99769	1,26172	,83647	1,16143	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		8,01E-02	0,1143431	0,1497701	8,36E-02	0,1462404	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,72281	,99648	1,25815	,84356	1,15741	0
	Custos de Investimentos	B15		,71657	,99979	1,29856	,84206	1,17080	0
TR 10 ANOS	Benefícios Valorização Imobiliária	B11		,71570	1,00631	1,31387	,81879	1,17394	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		8,01E-02	0,1152316	0,1499966	8,34E-02	0,1465527	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,73022	1,00559	1,26304	,84534	1,16977	0
	Custos de Investimentos	B15		,70526	1,00420	1,28797	,83156	1,16431	0
TR 25 ANOS	Benefícios Valorização Imobiliária	B11		,73399	1,00101	1,28903	,83624	1,16434	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		8,01E-02	0,1147408	0,1498225	8,43E-02	0,1464967	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,72868	1,00547	1,30939	,83138	1,17369	0
	Custos de Investimentos	B15		,64187	,99990	1,31602	,83912	1,16092	0
TR 50 ANOS	Benefícios Valorização Imobiliária	B11		,64650	1,00490	1,36187	,82514	1,17707	0
	Taxa de oportunidade do capital	B12		8,01E-02	0,1148296	0,1497589	8,37E-02	0,1457454	0
	Benefícios Danos Evitados	B14		,65929	1,00447	1,29365	,83337	1,17577	0
	Custos de Investimentos	B15		,66998	1,00228	1,24952	,83427	1,16566	0

Fonte: Modelo próprio. Simulação pelo método Monte Carlo.

5.1.1 Análise de Risco para Período de Retorno de 5 anos

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

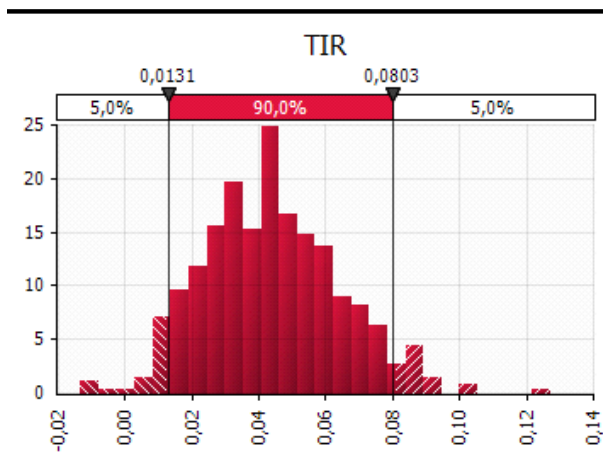
QUADRO 5.2

TIR – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR 5 ANOS

@RISK Output Report for TIR

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: quinta-feira, 7 de outubro de 2010 12:59:18

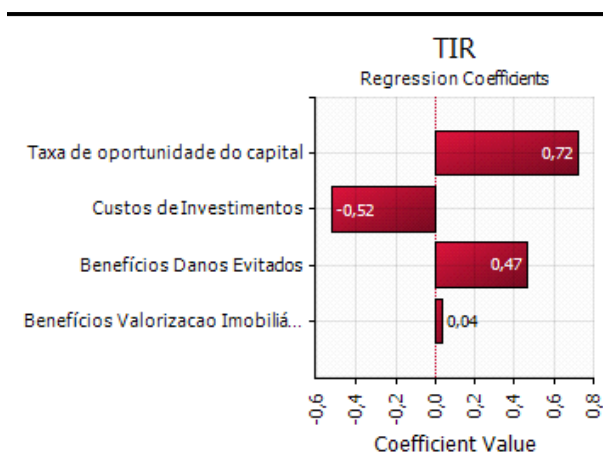
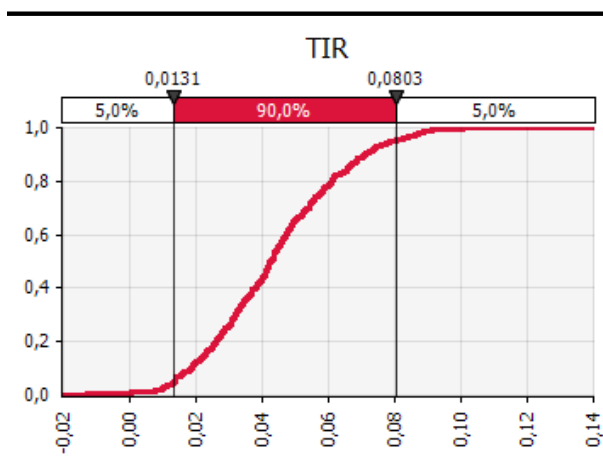


Simulation Summary Information

Workbook Name	25 IT TR 05 Risco.xls
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	10/7/10 13:58:48
Simulation Duration	00:00:03
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	901178083

Summary Statistics for TIR

Statistics		Percentile	
Minimum	-1,32%	5%	1,31%
Maximum	12,71%	10%	1,86%
Mean	4,38%	15%	2,26%
Std Dev	2,04%	20%	2,59%
Variance	0,000417395	25%	2,86%
Skewness	0,312512687	30%	3,20%
Kurtosis	3,186149897	35%	3,45%
Median	4,27%	40%	3,81%
Mode	4,18%	45%	4,08%
Left X	1,31%	50%	4,27%
Left P	5%	55%	4,47%
Right X	8,03%	60%	4,70%
Right P	95%	65%	4,98%
Diff X	6,72%	70%	5,42%
Diff P	90%	75%	5,72%
#Errors	0	80%	6,12%
Filter Min	Off	85%	6,57%
Filter Max	Off	90%	7,10%
#Filtered	0	95%	8,03%



Regression and Rank Information for TIR

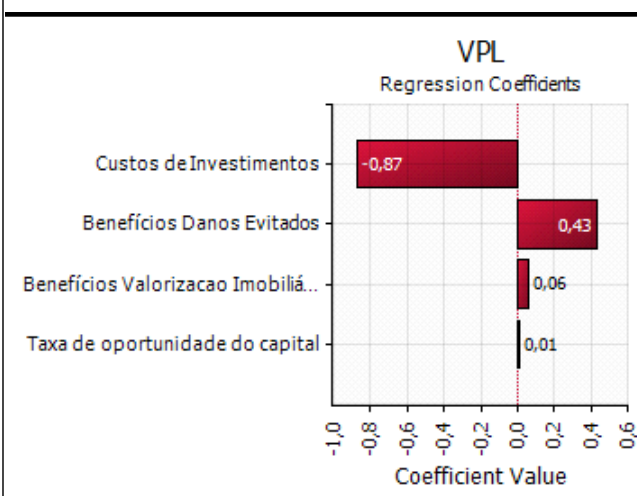
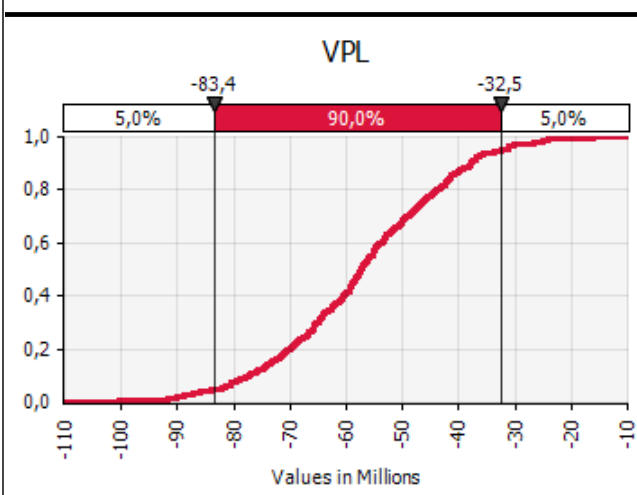
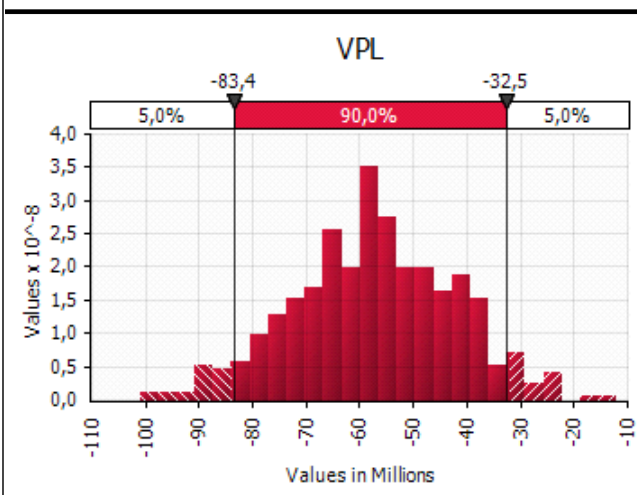
Rank	Name	Regr	Corr
1	Taxa de oportunidade	0,719	0,693
2	Custos de Investimento	-0,522	-0,493
3	Benefícios Danos Evitados	0,467	0,450
4	Benefícios Valorização Imobiliária	0,036	0,022

QUADRO 5.3
VPL – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR DE 5 ANOS

@RISK Output Report for VPL

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: quinta-feira, 7 de outubro de 2010 12:59:20



Simulation Summary Information

Workbook Name	25 IT TR 05 Risco.xls
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	10/7/10 13:58:48
Simulation Duration	00:00:03
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	901178083

Summary Statistics for VPL

Statistics		Percentile	
Minimum	(101.071.173)	5%	(83.391.144)
Maximum	(11.871.643)	10%	(77.159.815)
Mean	(57.314.401)	15%	(73.141.284)
Std Dev	15.196.668	20%	(70.093.820)
Variance	2,30939E+14	25%	(67.020.304)
Skewness	-0,079819947	30%	(65.159.725)
Kurtosis	2,88650181	35%	(62.728.340)
Median	(57.293.987)	40%	(60.425.585)
Mode	(57.224.972)	45%	(58.786.624)
Left X	(83.391.144)	50%	(57.293.987)
Left P	5%	55%	(55.648.707)
Right X	(32.543.029)	60%	(53.782.983)
Right P	95%	65%	(51.764.528)
Diff X	50.848.116	70%	(49.269.074)
Diff P	90%	75%	(46.582.460)
#Errors	0	80%	(44.097.155)
Filter Min	Off	85%	(41.397.418)
Filter Max	Off	90%	(37.863.077)
#Filtered	0	95%	(32.543.029)

Regression and Rank Information for VPL

Rank	Name	Regr	Corr
1	Custos de Investimentos	-0,874	-0,889
2	Benefícios Danos Evitados	0,432	0,475
3	Benefícios Valorização Imobiliária	0,056	0,032
4	Taxa de oportunidade do capital	0,015	-0,030

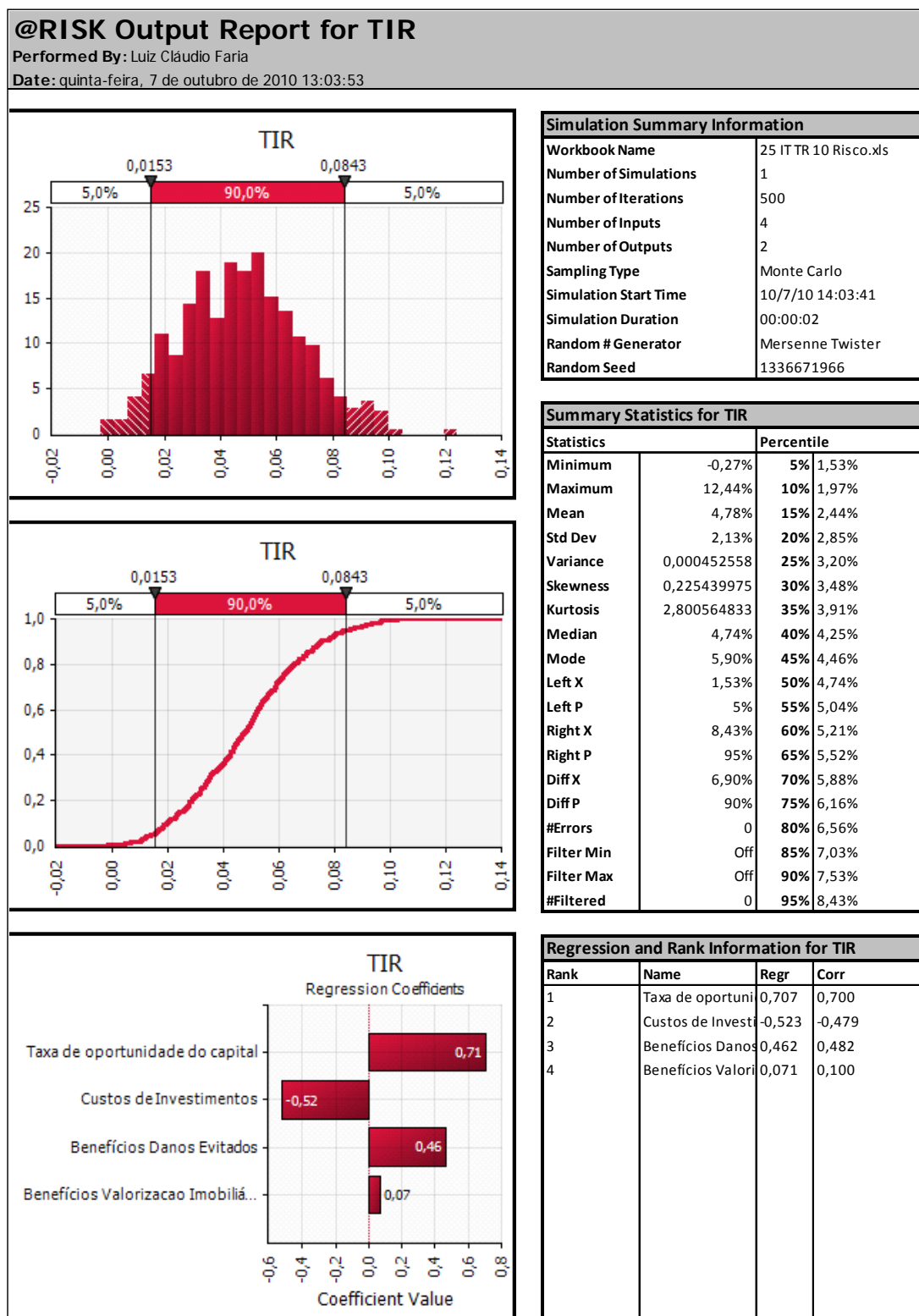
Conforme se observa, a TIR é muito sensível a variações na taxa de desconto e nos custos de investimento, enquanto que o VPL é mais sensível a variações nos custos de investimento e nos benefícios por danos evitados.

Os Quadros 5.2 e 5.3 indicam que há uma probabilidade de 90% de que a TIR esteja no intervalo entre -1,31% e 8,03% e que o VPL esteja situado entre -R\$83,4 milhões e -R\$32,5 milhões.

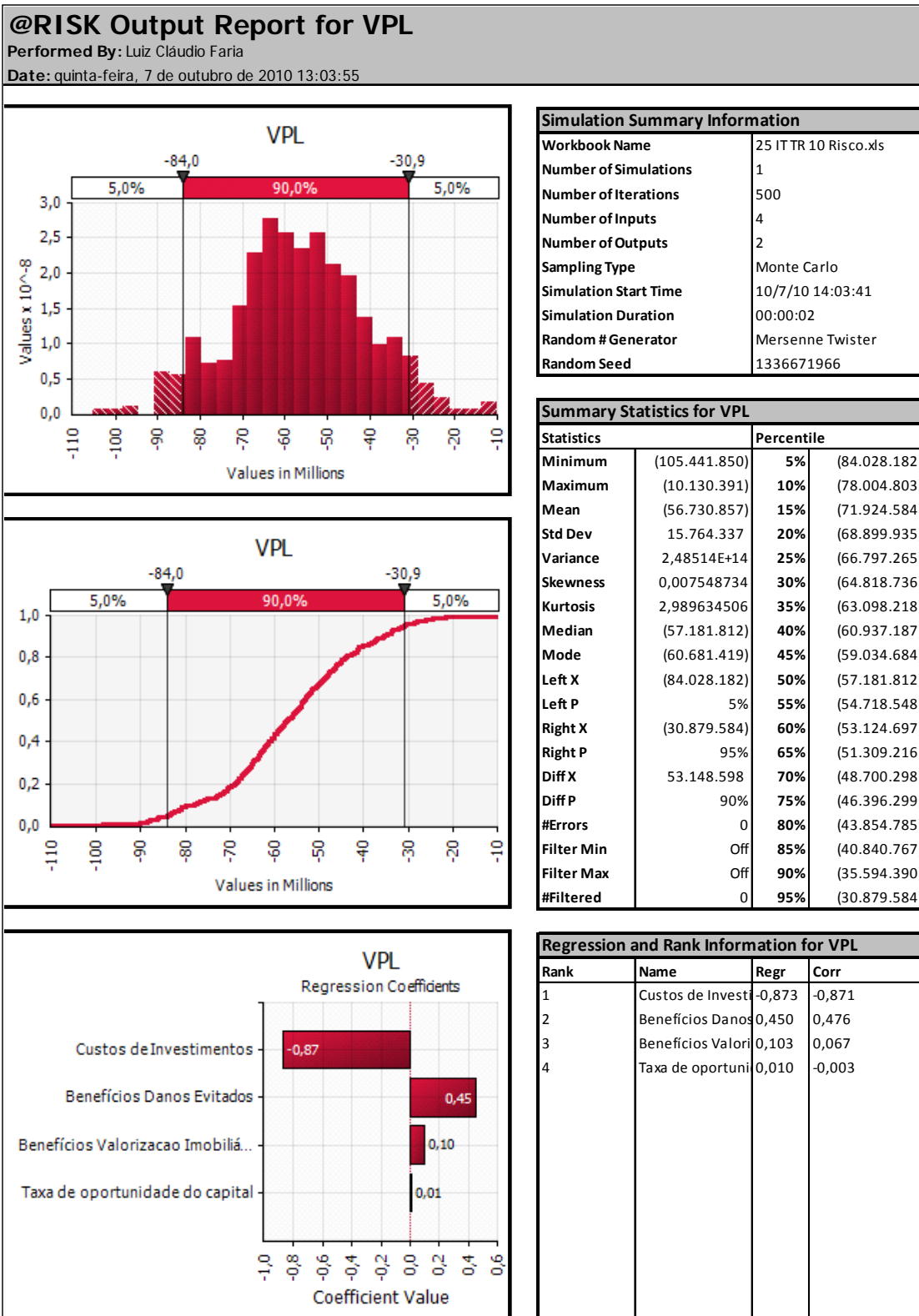
5.1.2 Análise de Risco para Período de Retorno de 10 anos

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

QUADRO 5.4
TIR – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR 10 ANOS



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



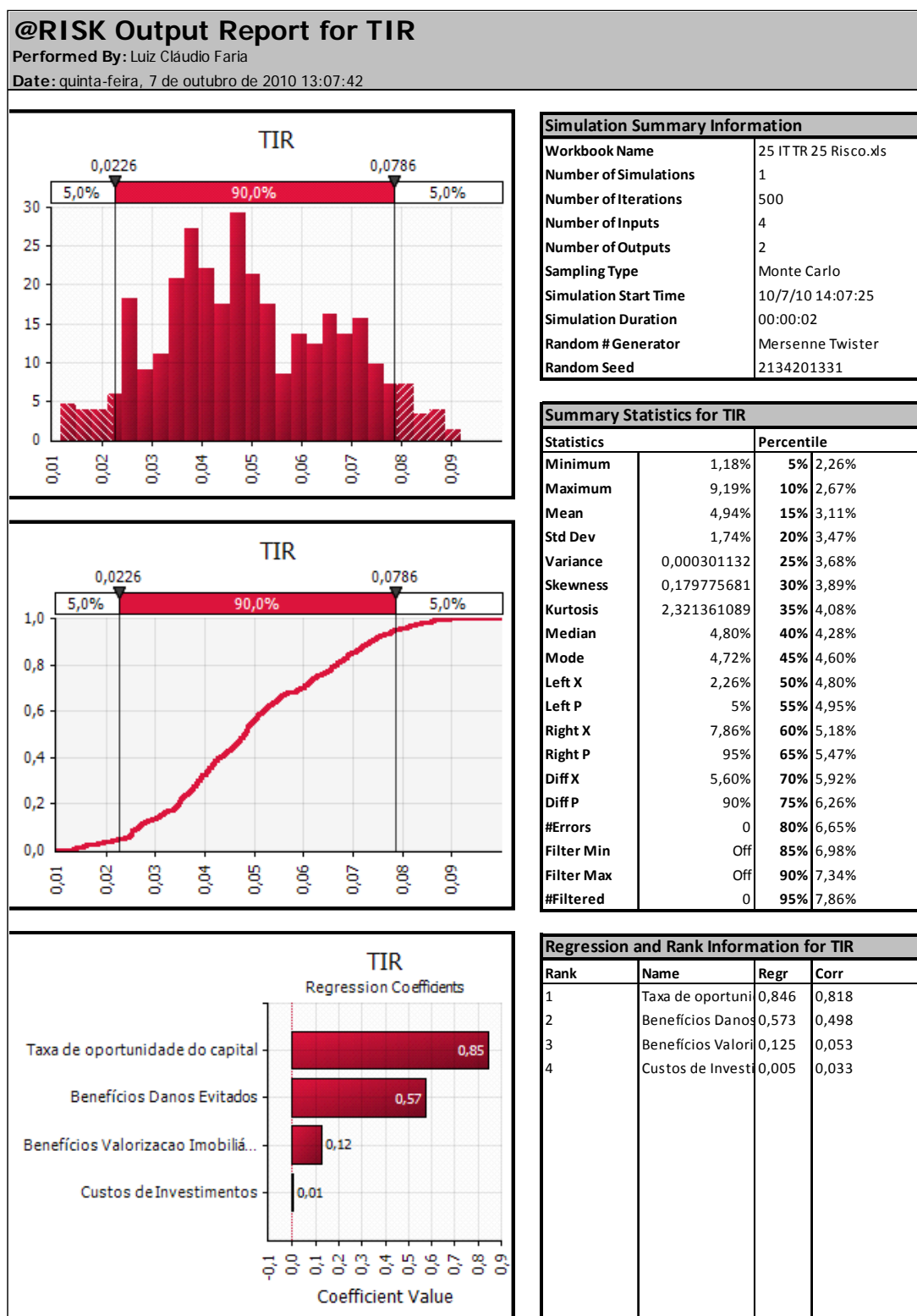
O comportamento do modelo é idêntico ao verificado para o TR de 5 anos, ou seja, a TIR é mais sensível à taxa de desconto e o VPL é mais sensível aos custos de investimentos.

Os Quadros 5.4 e 5.5 indicam que há uma probabilidade de 90% de que a TIR esteja no intervalo entre 1,53% e 8,43% e que o VPL esteja situado entre -R\$84,0 milhões e -R\$30,9 milhões.

5.1.3 Análise de Risco para Período de Retorno de 25 anos

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

QUADRO 5.6
TIR – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR 25 ANOS



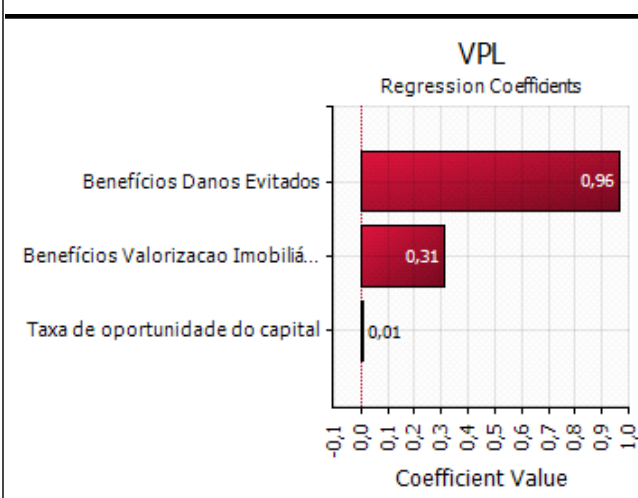
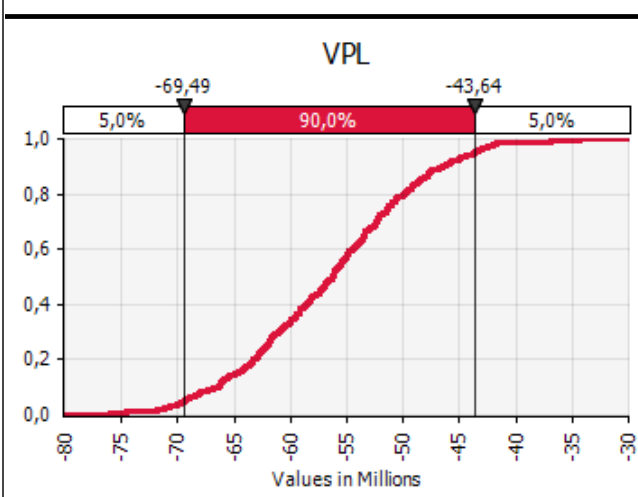
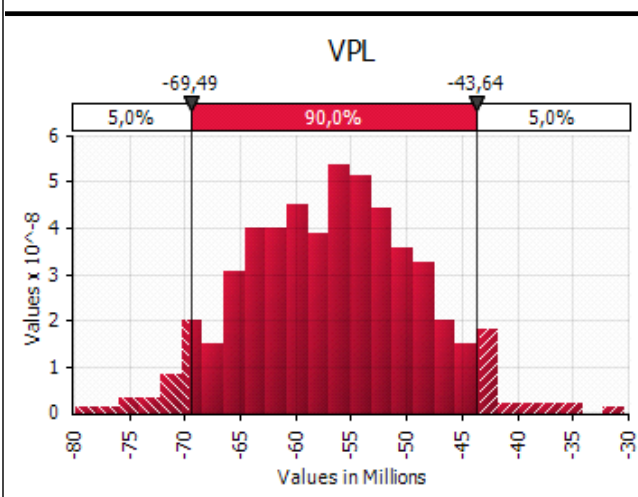
QUADRO 5.7

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

@RISK Output Report for VPL

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: quinta-feira, 7 de outubro de 2010 13:07:44



Simulation Summary Information

Workbook Name	25 IT TR 25 Risco.xls
Number of Simulations	1
Number of Iterations	500
Number of Inputs	4
Number of Outputs	2
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	10/7/10 14:07:25
Simulation Duration	00:00:02
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	2134201331

Summary Statistics for VPL

Statistics		Percentile	
Minimum	(79.761.449)	5%	(69.486.488)
Maximum	(30.351.265)	10%	(66.380.613)
Mean	(56.567.785)	15%	(64.701.809)
Std Dev	7.779.539	20%	(63.305.237)
Variance	6,05212E+13	25%	(62.080.573)
Skewness	0,056562817	30%	(61.096.920)
Kurtosis	2,868362002	35%	(59.724.380)
Median	(56.254.108)	40%	(58.611.575)
Mode	(56.067.668)	45%	(57.318.394)
Left X	(69.486.488)	50%	(56.254.108)
Left P	5%	55%	(55.500.535)
Right X	(43.643.990)	60%	(54.494.958)
Right P	95%	65%	(53.451.259)
Diff X	25.842.498	70%	(52.379.382)
Diff P	90%	75%	(51.289.463)
#Errors	0	80%	(49.964.255)
Filter Min	Off	85%	(48.467.008)
Filter Max	Off	90%	(46.516.225)
#Filtered	0	95%	(43.643.990)

Regression and Rank Information for VPL

Rank	Name	Regr	Corr
1	Benefícios Danos	0,964	0,947
2	Benefícios Valori	0,309	0,268
3	Taxa de oportuni	0,010	-0,038
4	Custos de Investi	0,000	0,005406646

O comportamento do modelo para o TR de 25 anos já se apresenta de maneira idêntica aos modelos anteriores para a TIR, demonstrando que este indicador é muito sensível a variações na taxa de desconto. Para o VPL o comportamento do modelo é distinto dos anteriores, sendo mais sensível neste caso a variações nos benefícios por danos evitados e nos benefícios por valorização imobiliária.

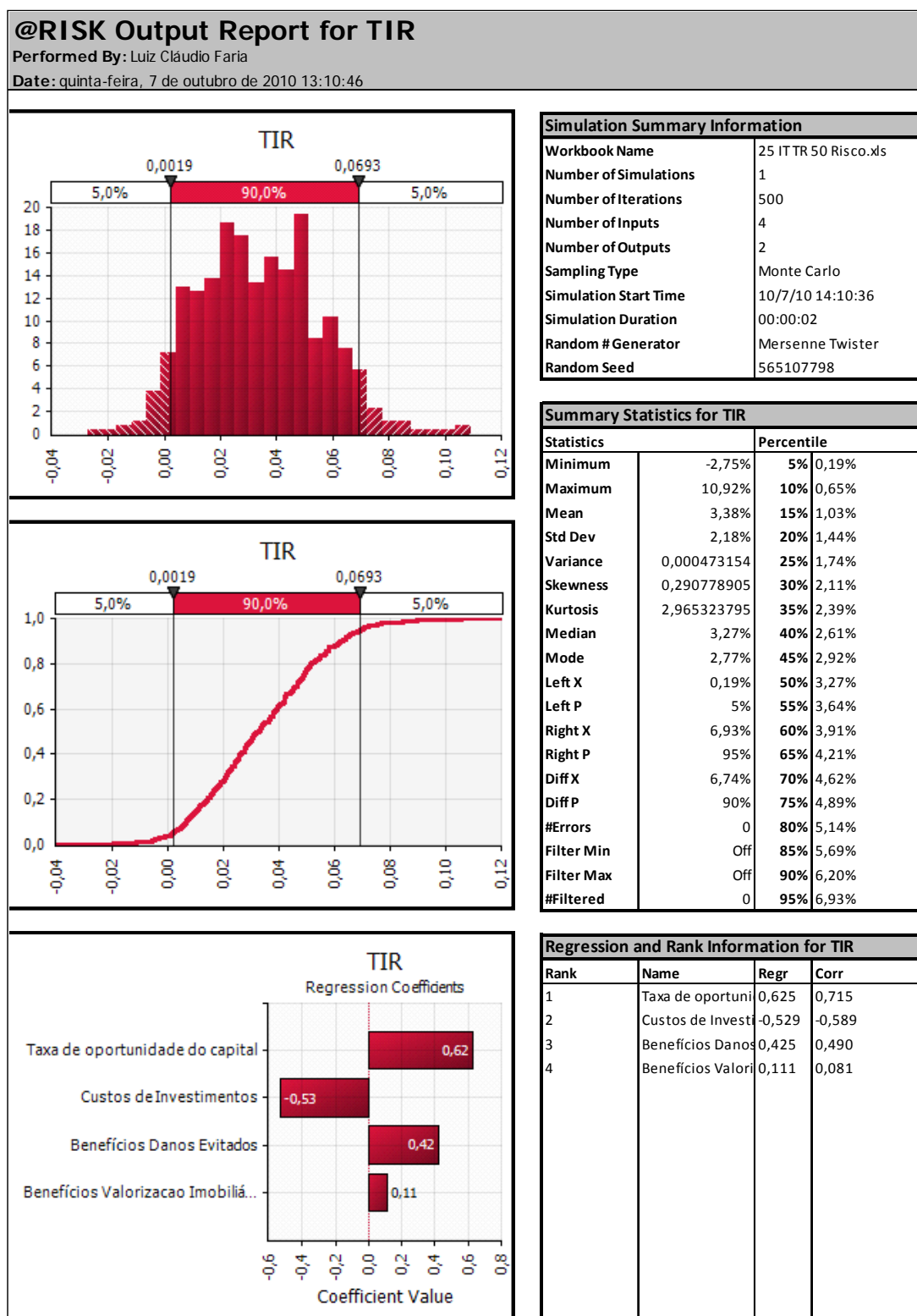
Os modelos indicam que há uma probabilidade de 90% de que a TIR esteja no intervalo entre 2,26% e 7,86% e que o VPL esteja situado entre -R\$69,49 milhões e -R\$43,64 milhões.

5.1.4 Análise de Risco para Período de Retorno de 50 anos

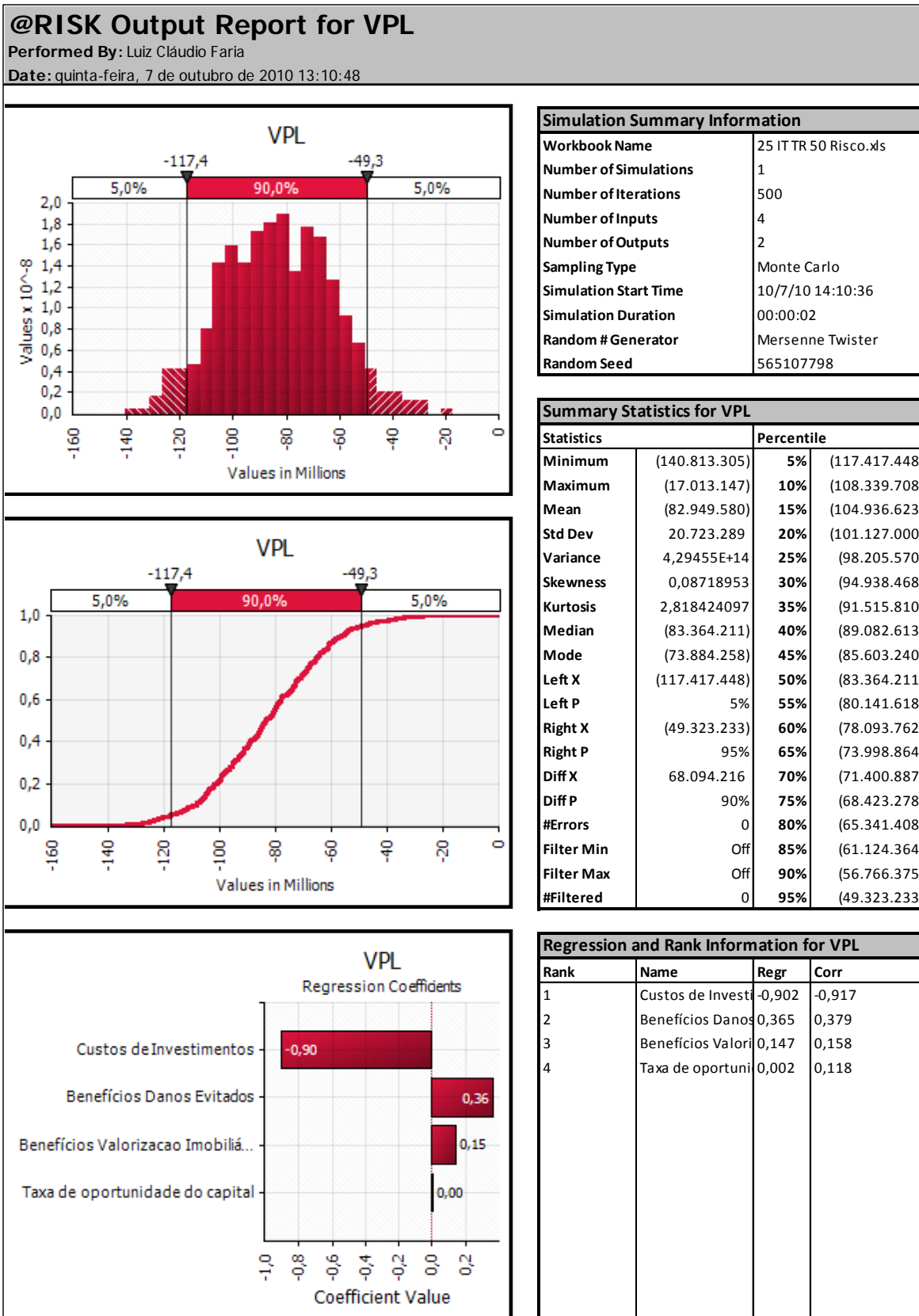
Os Quadros 5.8 e 5.9 apresentam os resultados das simulações da TIR e do VPL para o dimensionamento com período de retorno de 50 anos.

QUADRO 5.8

TIR – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR 50 ANOS



QUADRO 5.9
VPL – SÍNTESE DA ANÁLISE DE RISCO PARA TR DE 50 ANOS



O modelo para o TR de 50 anos volta a se comportar de maneira semelhante aos modelos simulados para os TRs de 5 e 10 anos, apresentados anteriormente. Percebe-se que os custos de investimentos voltam a desempenhar papel relevante nos resultados do VPL e a taxa de desconto nos resultados da TIR.

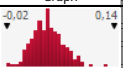
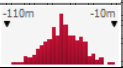
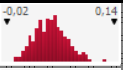
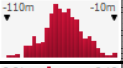
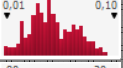

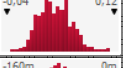

Os modelos indicam que há uma probabilidade de 90% de que a TIR esteja no intervalo entre 0,19% e 6,93% e que o VPL esteja situado entre **-R\$117,4** milhões e **-R\$49,3** milhões.

5.1.5 Conclusões da Análise de Risco

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

QUADRO 5.10

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

@RISK Output Results									
Performed By: Luiz Cláudio Faria									
Date: quinta-feira, 16 de setembro de 2010 11:38:16									
	Name	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
TR 5 ANOS	TIR	N11		-1,32%	4,38%	12,71%	1,31%	8,03%	0
	VPL	N37		(101.071.200)	(57.314.400)	(11.871.640)	(83.391.140)	(32.543.030)	0
TR 10 ANOS	TIR	N11		-0,27%	4,78%	12,44%	1,53%	8,43%	0
	VPL	N37		(105.441.800)	(56.730.860)	(10.130.390)	(84.028.180)	(30.879.580)	0
TR 25 ANOS	TIR	N11		1,18%	4,94%	9,19%	2,26%	7,86%	0
	VPL	N37		(79.761.450)	(56.567.780)	(30.351.270)	(69.486.490)	(43.643.990)	0
TR 50 ANOS	TIR	N11		-2,75%	3,38%	10,92%	0,19%	6,93%	0
	VPL	N37		(140.813.300)	(82.949.580)	(17.013.150)	(117.417.400)	(49.323.230)	0

Pode-se verificar que os resultados das análises de sensibilidade reforçam a percepção de que as alternativas para os TRs de 10 e 25 anos são equivalentes em termos de rentabilidade e a escolha entre e um e outro representa a tomada de decisão entre menores custos (TR 10) ou menores riscos de inundação (TR 25).

6. DETALHAMENTO DA ALTERNATIVA SELECIONADA

6.1 DESCRIÇÃO DA ALTERNATIVA

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

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

O desenho 951-PMJ-PDC-A0-P905 apresenta as obras a serem implantadas na sub-bacia do rio Itaum-Açú, as quais estão resumidas nos Quadro 6.1 e Quadro 6.2, respectivamente, para o rio Itaum-Açú e Itaum-Mirim.

QUADRO 6.1
RIO ITAUM-AÇÚ – DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>
1	Rua Oscar A. Pinheiro	Galeria	4,00x2,50x12,00
2	Rua Leon Hirszmänn	Galeria	4,00x2,50x15,00
3	Rua Carlos Emilio Alexandre Schwartz	Galeria	4,00x2,50x18,00
4	Rua Adolfo da Veiga com Rua Arthur Carlos	Galeria	5,00x2,50x21,00
5	Rua Adolfo da Veiga	Galeria	6,00x3,00x30,00
6	Rua Elza Gomes	Galeria	6,00x3,00x21,50
9	Rua Afonso Moreira	Ponte	10,00x3,30x12,30
11	Rua Costantino Caetano	Ponte	12,00x4,30x12,00
12	Rua Esmaelita Frida Miranda André	Ponte	10,00x4,10x12,00
13	Rua Chico Mendes	Ponte	10,00x3,70x12,00
14	Rua Boehmerwald	Ponte	10,00x3,80x60,00
16	Rua Alfredo Colin	Ponte	10,00x3,70x14,29
17	Rua das Telefonistas	Ponte	14,00x3,80x18,20
19	Rua dos Aimores	Ponte	16,45x4,00x41,42
20	Rua Bélgica	Ponte	20,00x4,10x12,42
21	Rua Campina Grande	Ponte	20,00x4,70x12,56
22	Rua Monsenhor Gercino	Ponte	20,00x4,80x16,77
23	Rua Florianópolis	Ponte	24,00x4,80x15,66
24	Rua Guanabara	Ponte	29,03x5,10x20,00

Obs: Os dispositivos 19 e 24 passarão por obras de reforço de fundação apenas. Os dispositivos não listados acima serão removidos sem substituição.

QUADRO 6.2
RIO ITAUM-MIRIM – DISPOSITIVOS DE DRENAGEM

<i>Dispositivo</i>	<i>Local</i>	<i>Tipo</i>	<i>Dimensão (BxhxL) (m)</i>
1	Rua Lourival Leite Palhares	Galeria	4,00x3,00x12,00
2	Rua dos Baobás	Galeria	4,00x3,00x14,29
3	Rua Lourenço Dias Inácio	Galeria	4,00x3,00x12,00
4	Rua Niranci de Oliveira	Galeria	4,00x3,00x18,28
6	Rua Constantino Oliveira Borges	Galeria	6,00x3,50x23,09
7	Estrada de Ferro	Galeria	8,00x4,20x12,00
9	Avenida Francisco Alves	Galeria	8,00x4,00x35,21
10	Rua Luiz Ceratti	Galeria	8,00x4,50x12,00
11	Rua Monsenhor Gercino	Galeria	8,00x4,50x16,80
12	Rua Agulhas Negras	Ponte	14,00x3,80x14,06
13	Rua Fátima	Ponte	14,00x4,00x20,48
14	Rua Suburbana	Ponte	18,00x4,30x16,00
15	Rua Florianópolis	Ponte	18,00x4,50x16,00
16	Rua Comandante Alberto Lepper	Ponte	18,00x4,70x16,00
17	Rua Passo Fundo	Ponte	18,00x5,00x16,00

Obs: Os dispositivos não listados acima serão removidos sem substituição.

6.2 DIMENSIONAMENTO HIDROLÓGICO

A modelagem hidrológica da sub-bacia do rio Itaum-Açú 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 6.3.

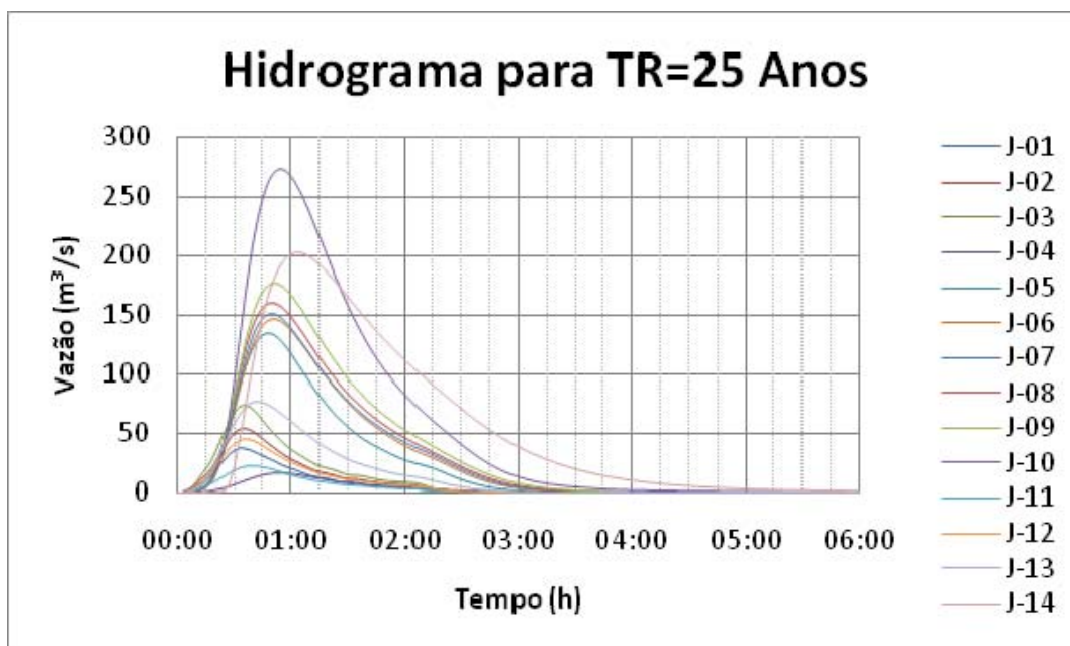


Figura 6.1 – Hidrograma das Junções para Período de Retorno de 25 Anos.

QUADRO 6.3

VAZÕES DE PROJETO EM CADA TRECHO

Propagação/Trecho	Junção	Área de Drenagem (km²)	TR=25 Anos
			Vazão (m³/s)
P-01	J-01	2,53	37,734
P-02	J-02	3,36	54,849
P-03	J-03	4,34	73,961
P-04	J-04	1,05	15,924
P-05	J-05	9,03	134,567
P-06	J-06	11,18	158,905
P-07	J-07	11,96	171,753
P-08	J-08	12,76	176,243
P-09	J-09	14,15	192,412
P-13	J-10	22,95	275,969
P-10	J-11	1,65	22,633
P-11	J-12	2,84	45,731
P-12	J-13	5,44	77,150
Rio Cachoeira	J-14	24,67	201,801

Observa-se que os hidrogramas sofrem uma significativa defasagem e amortecimento entre a junção J-10 e J-13. Esse amortecimento ocorre devido a baixa declividade do trecho de mangue (P-13), no entanto essa vazão não é utilizada para a simulação hidráulica.

6.3 *DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO*

O dimensionamento hidráulico dos canais, galerias e pontes que integram a rede de macrodrenagem da sub-bacia do rio Itaum-Açú 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.

As Figuras 6.2 e 6.3 apresentam as vazões de pico ao longo do rio Itaum-Açú e Itaum-Mirim, respectivamente.

O dimensionamento do sistema de drenagem da alternativa selecionada foi realizado utilizando como condição de contorno o nível de maré de 1,60 m (IBGE). As Figuras 6.4 e 6.6 apresentam os níveis da água para a simulação hidráulica, enquanto as Figuras 6.5 e 6.7 apresentam os perfis de velocidades ao longo do rio Itaum-Açú e Itaum-Mirim, respectivamente.

Com o objetivo de evitar erosão devido a velocidades elevadas quando da ocorrência conjunta de cheias e níveis de maré baixos foi realizada uma simulação hidráulica de verificação para a condição de jusante do rio Itaum-Açú no nível de 0,12 m (IBGE) conforme apresentado no Volume 1 do Relatório R5/R6/R8. Essa simulação permitiu identificar as regiões ao longo do rio onde existe necessidade de revestimento das seções hidráulicas.

As Figuras 6.8 e 6.10 apresentam os níveis da água para a simulação hidráulica, enquanto as Figuras 6.9 e 6.11 apresentam os perfis de velocidades ao longo do rio Itaum-Açú e Itaum-Mirim, respectivamente, para a condição mencionada.

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

As Figuras 6.12 e 6.14 apresentam os níveis da água para a simulação hidráulica e as Figuras 6.13 e 6.15 apresentam os perfis de velocidades ao longo do rio Itaum-Açu e Itaum Mirim, respectivamente, para a condição mencionada.

As dimensões resultantes estão apresentadas nos Quadros 6.1 e 6.2, respectivamente, para os rios Itaum-Açú e Itaum-Mirim, enquanto no desenho 951-PMJ-PDC-A0-P905 são espacializadas as referidas obras.

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

- ✓ Implantação de uma soleira a jusante da ponte da Rua Guanabara com o intuito de criar um remanso a montante e diminuir as velocidades eventos de cheia com níveis de jusante baixos, esse remanso possibilitou a implantação de aproximadamente 2500 metros de canal sem revestimento;
- ✓ A simulação com nível de jusante de 2,53 conforme mencionado acima indicou a necessidade da elevação do tabuleiro da ponte da Rua Florianópolis no rio Itaum-Açu e das pontes das ruas Passo Fundo, Comandante Alberto Lepper, Florianópolis Suburbana no rio Itaum-Mirim de modo a evitar perdas de carga que ocasionem remanso a montante.

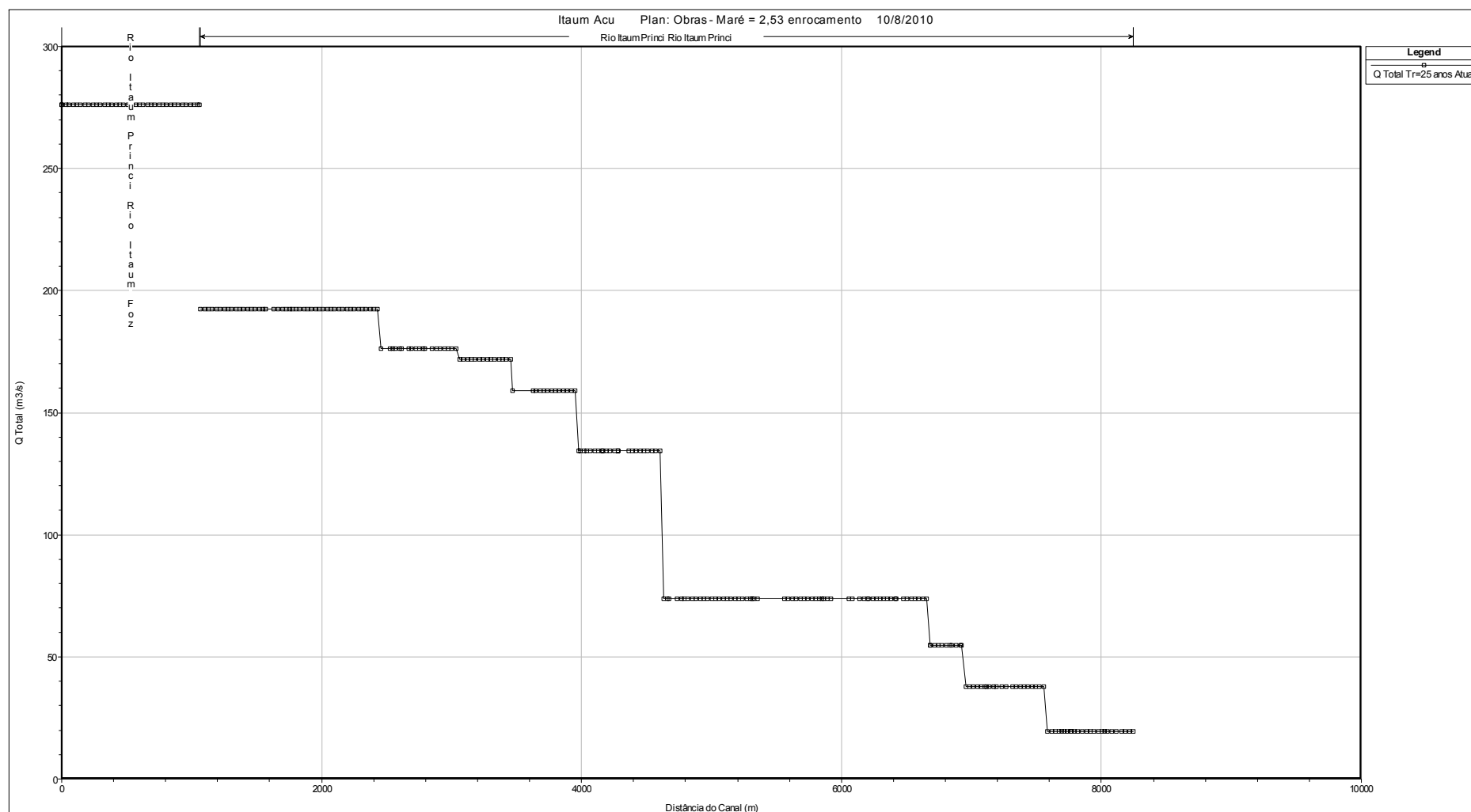


Figura 6.2 – Perfil das Vazões de Dimensionamento do Rio Itaum-Açú para o esquema de obras com TR=25 Anos.

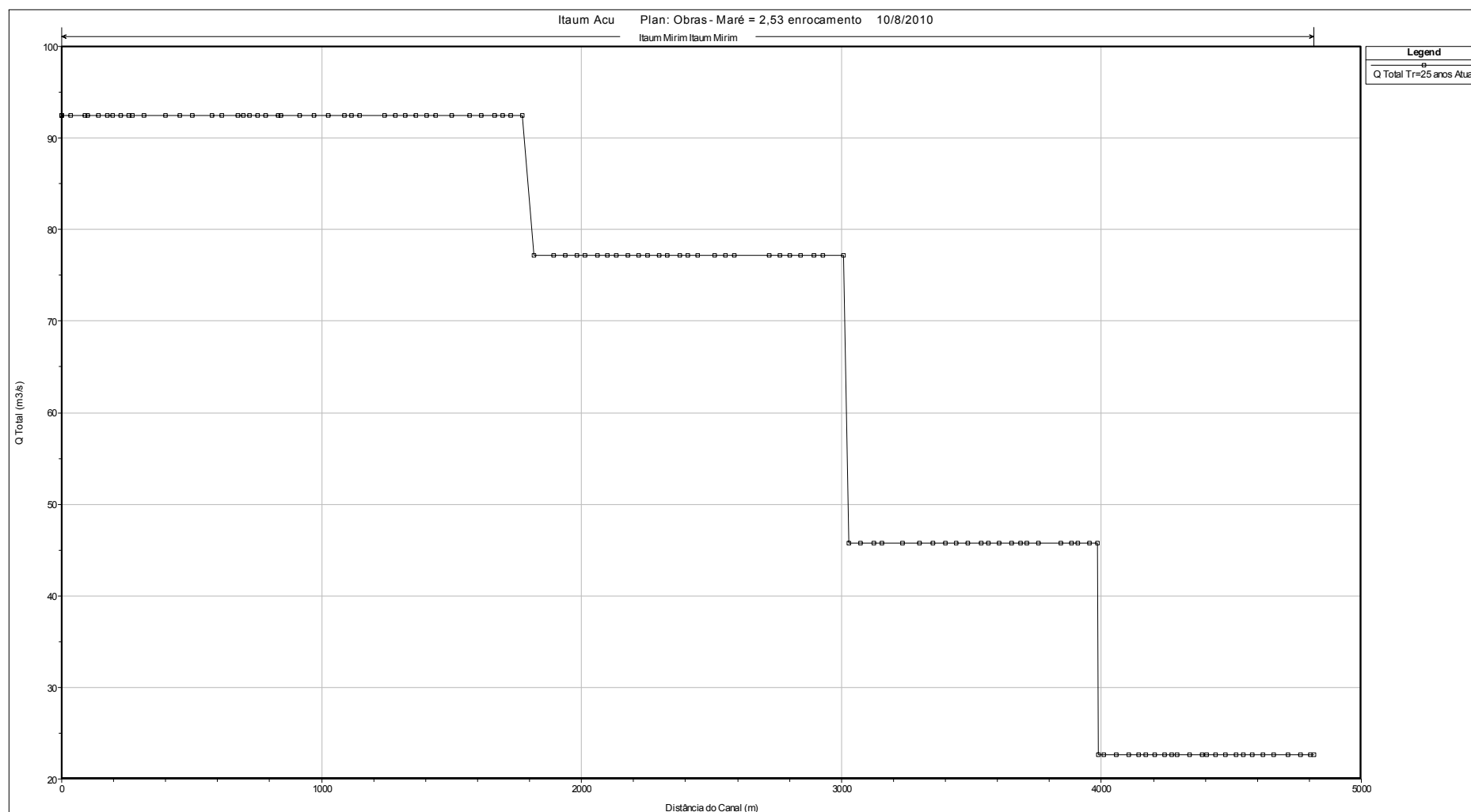


Figura 6.3 – Perfil das Vazões de Dimensionamento do Rio Itaum-Mirim para o esquema de obras com TR=25 Anos.

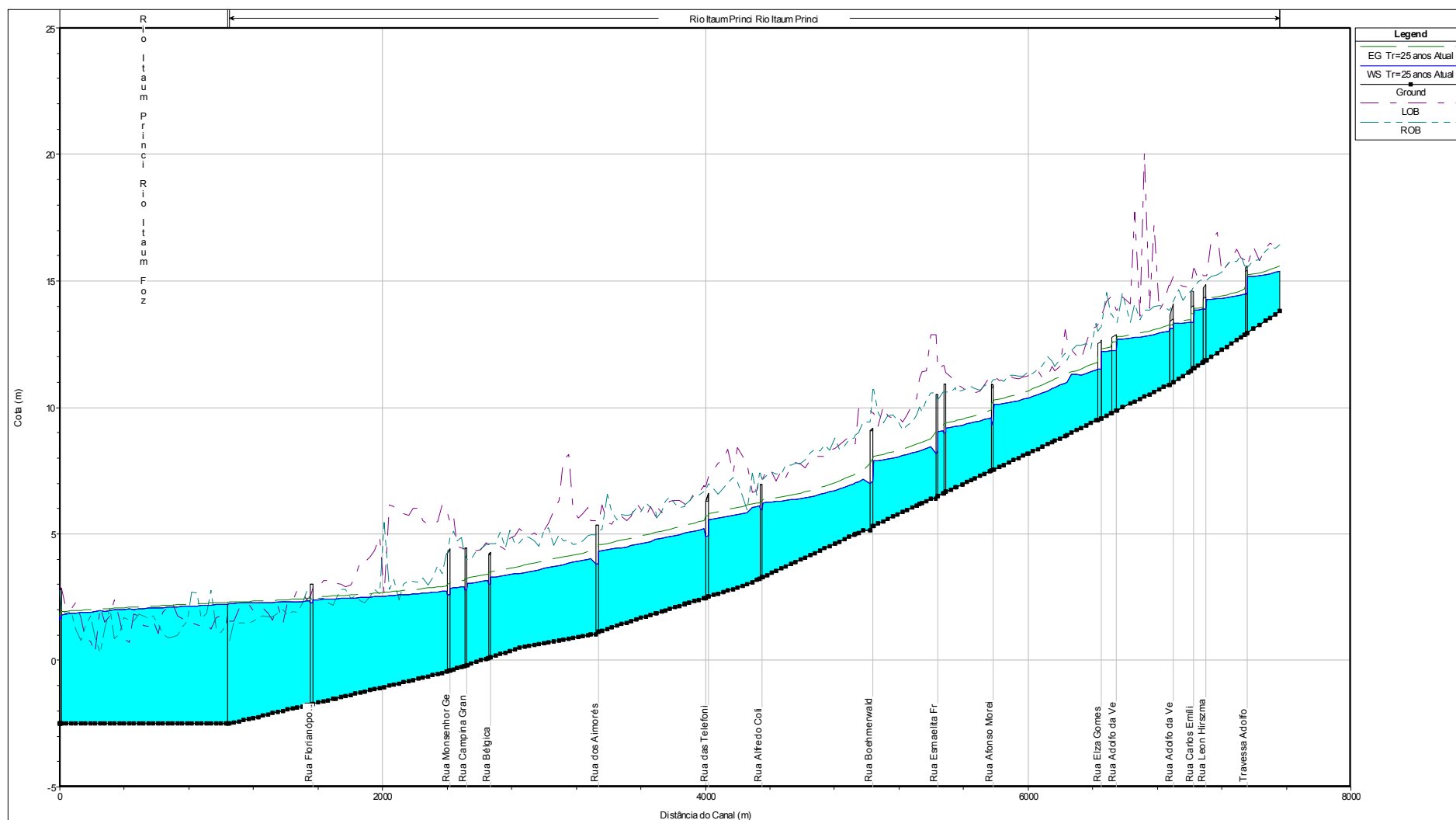


Figura 6.4 – Perfil do N.A. do Rio Itaum-Açú para o esquema de obras com TR=25 Anos – Nível de Maré = 1,60m (IBGE).

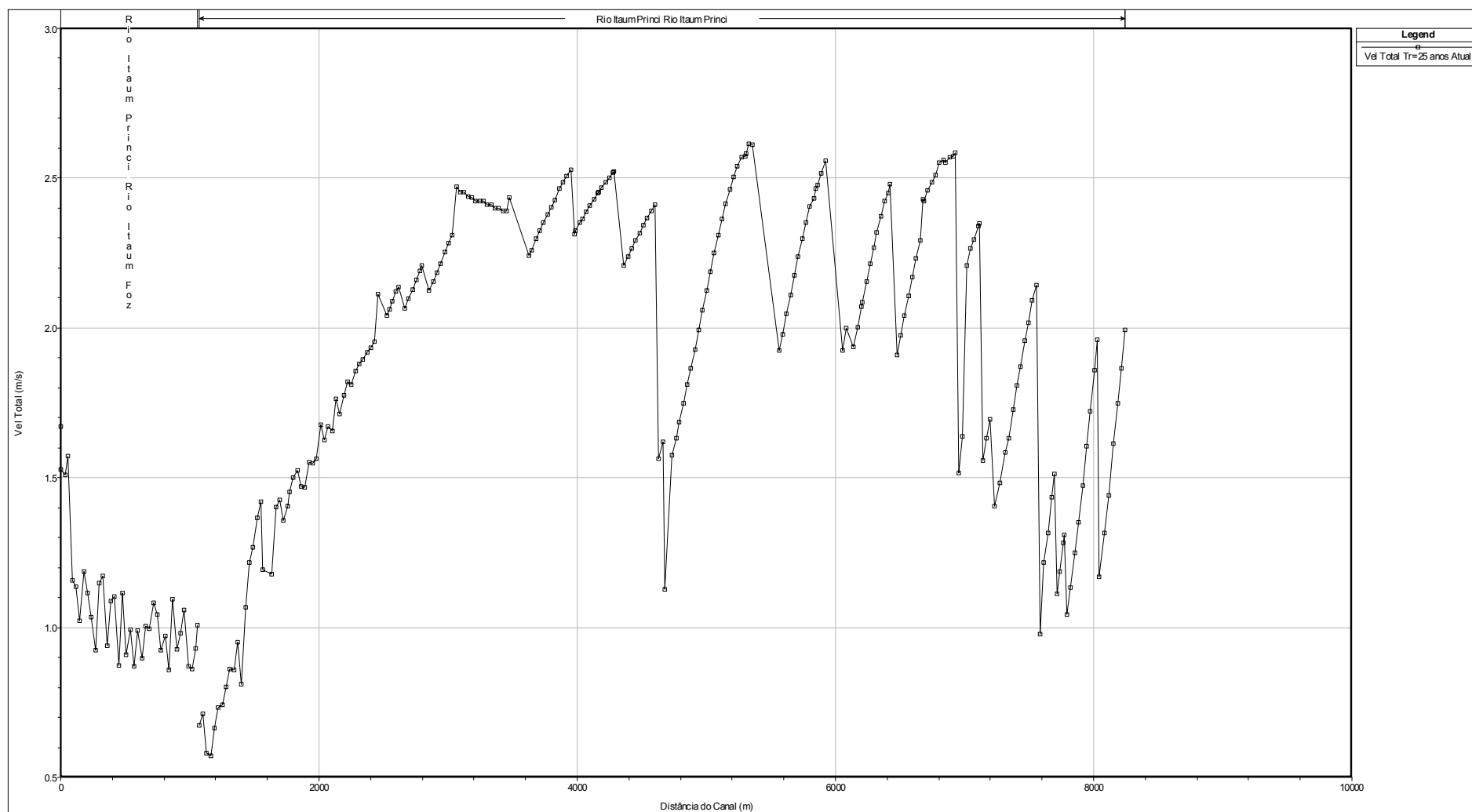


Figura 6.5 – Perfil de Velocidades do Rio Itaum-Açú para o esquema de obras com TR=25 Anos – Nível de Maré = 1,60m (IBGE).

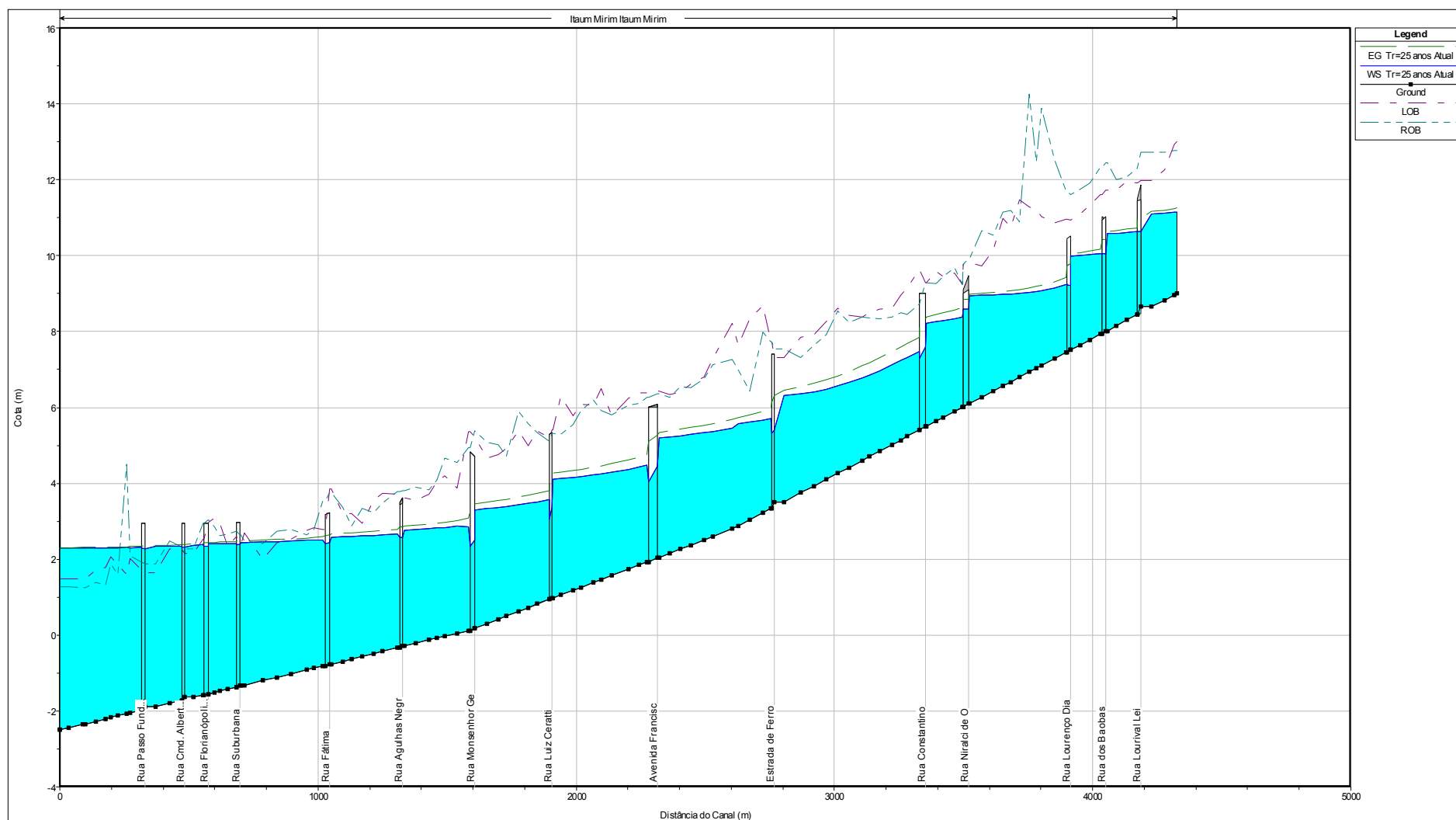


Figura 6.6 – Perfil do N.A. do Rio Itaum-Mirim para o esquema de obras com TR=25 Anos – Nível de Maré = 1,60m (IBGE).

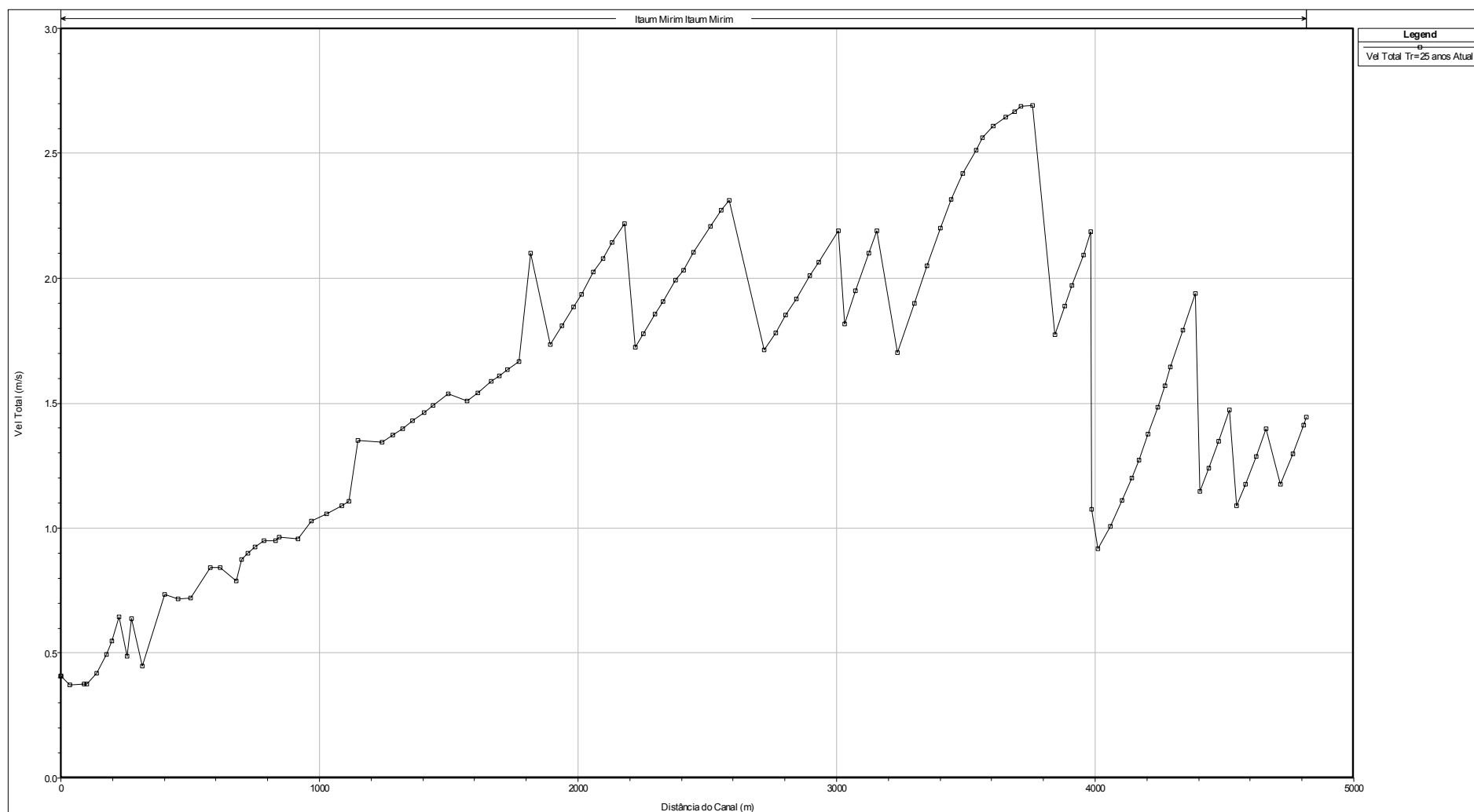


Figura 6.7 – Perfil de Velocidades do Rio Itaum-Mirim para o esquema de obras com TR=25 Anos – Nível de Maré = 1,60m (IBGE).

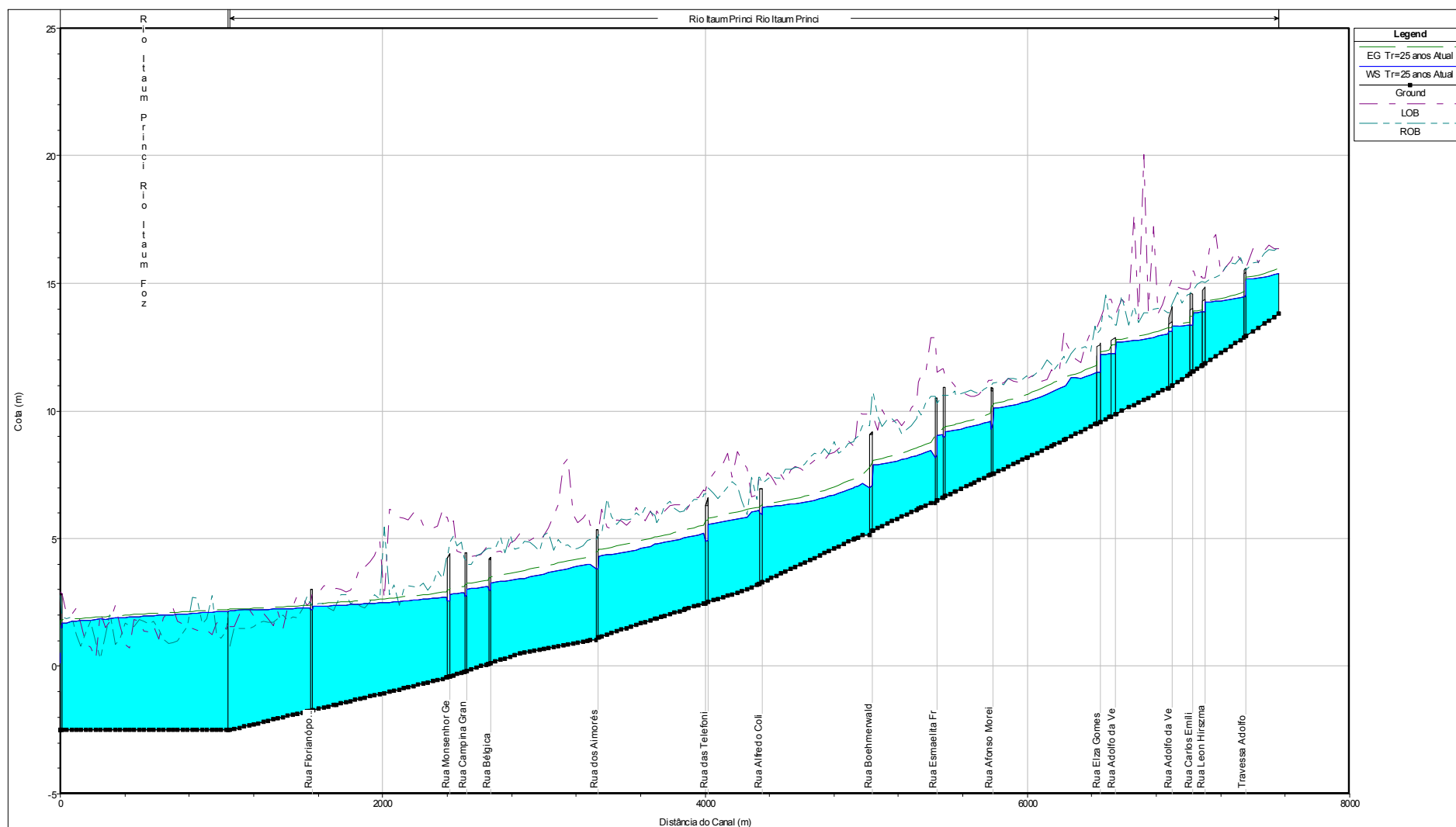


Figura 6.8 – Perfil do N.A. do Rio Itaum-Açú para o esquema de obras com TR=25 Anos – Nível de Maré = 0,12m (IBGE).

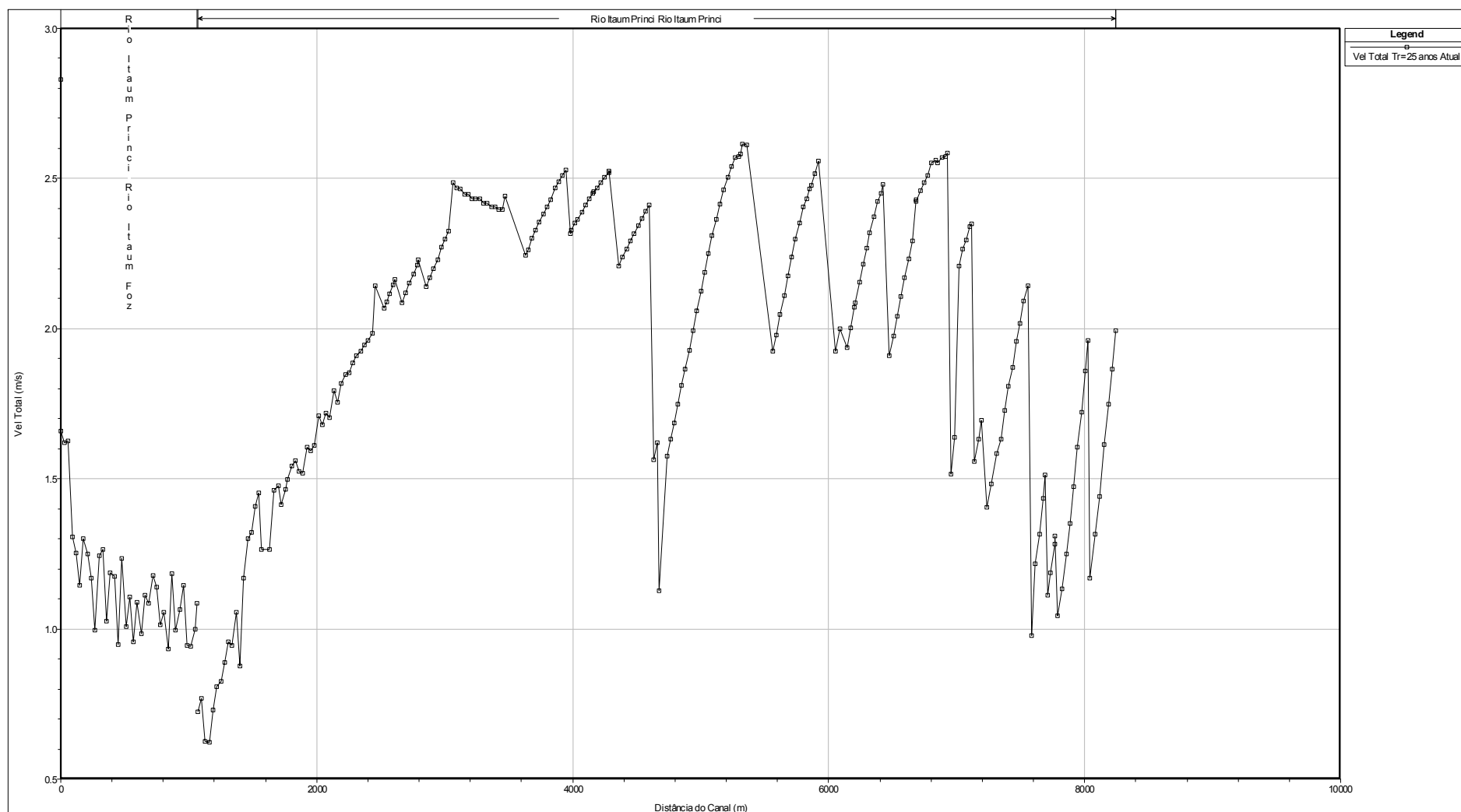


Figura 6.9 – Perfil de Velocidades do Rio Itaum-Açú para o esquema de obras com TR=25 Anos – Nível de Maré = 0,12m (IBGE).

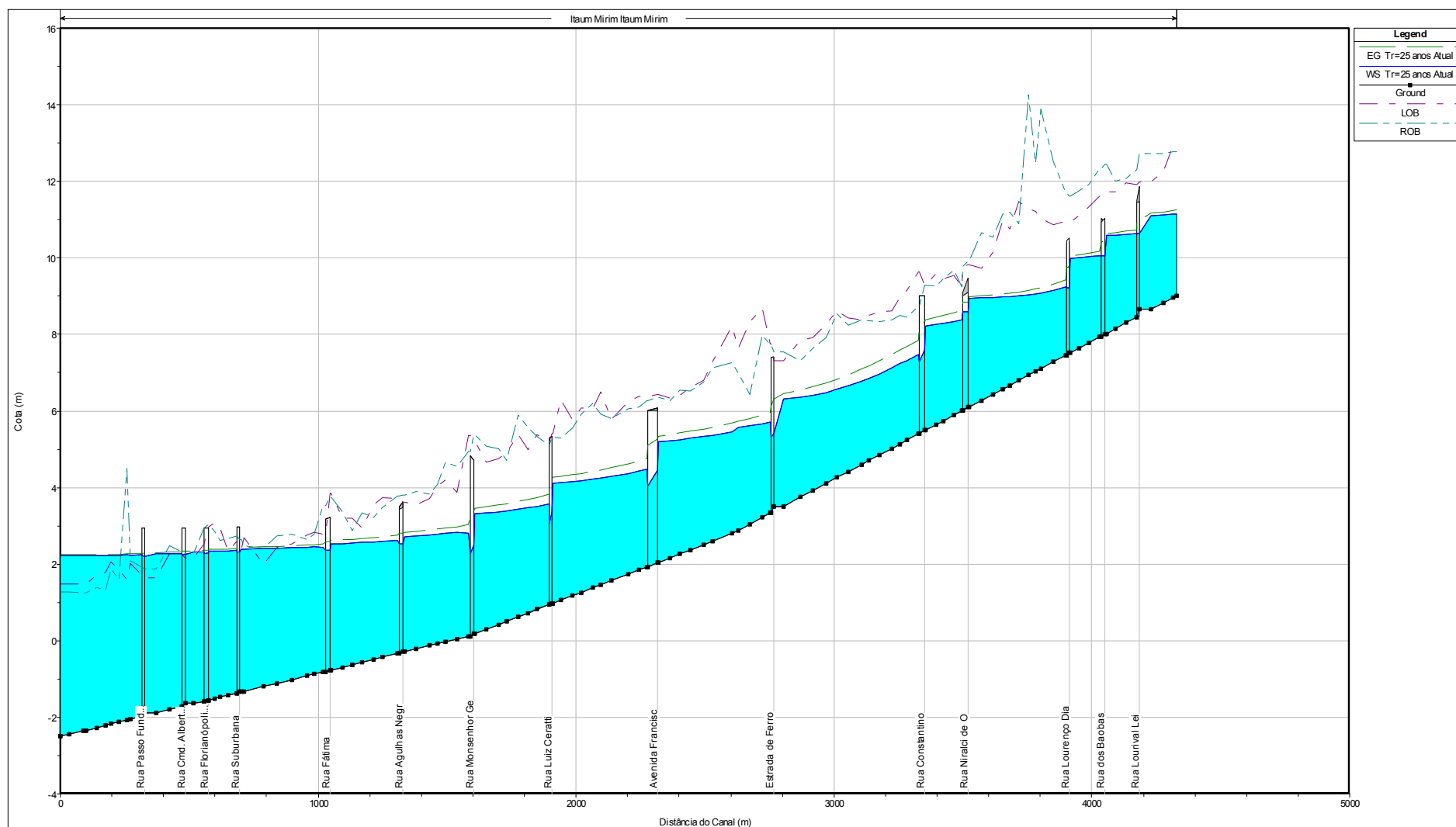


Figura 6.10 – Perfil do N.A. do Rio Itaum-Mirim para o esquema de obras com TR=25 Anos – Nível de Maré = 0,12m (IBGE).

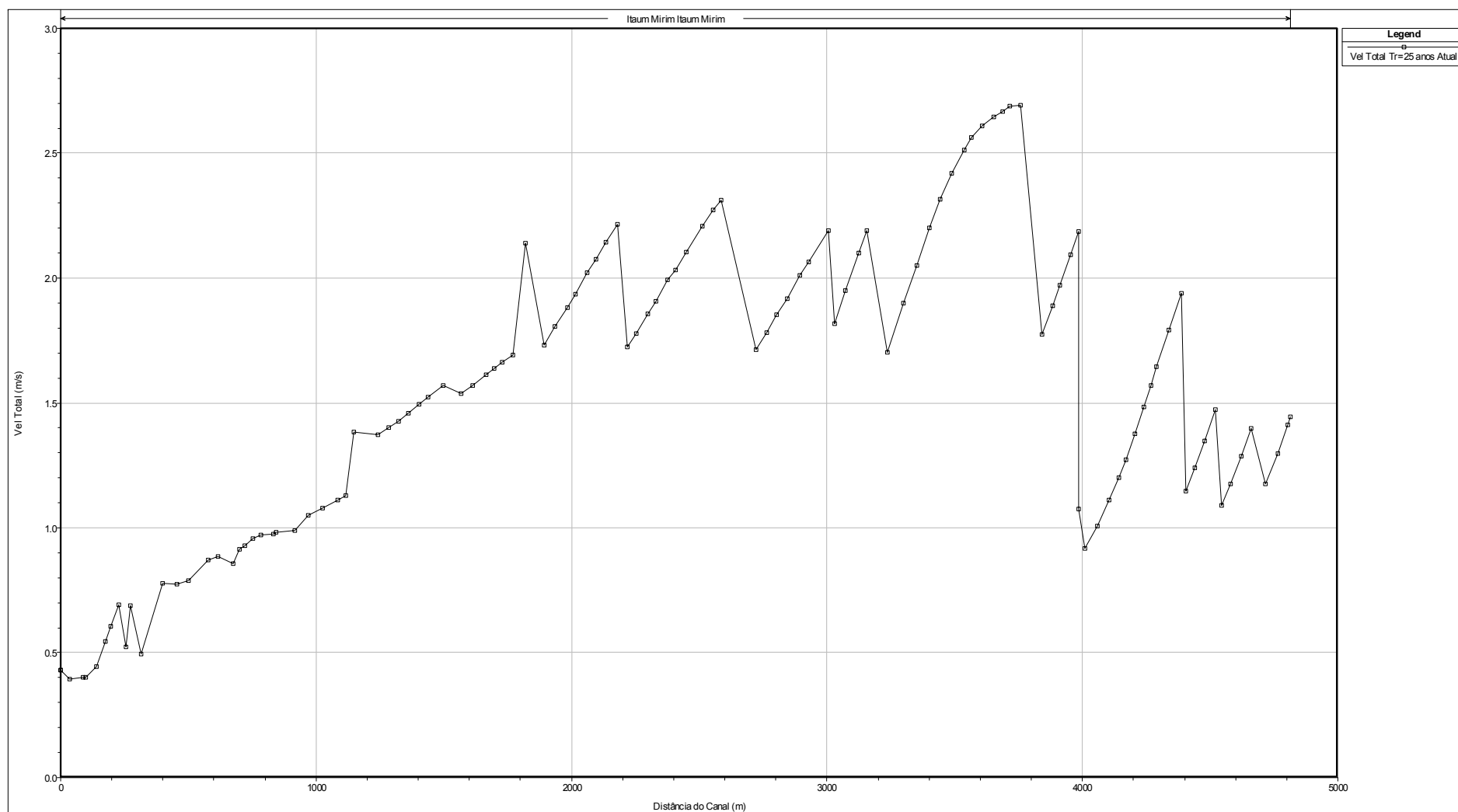


Figura 6.11 – Perfil de Velocidades do Rio Itaum-Mirim para o esquema de obras com TR=25 Anos – Nível de Maré = 0,12m (IBGE).

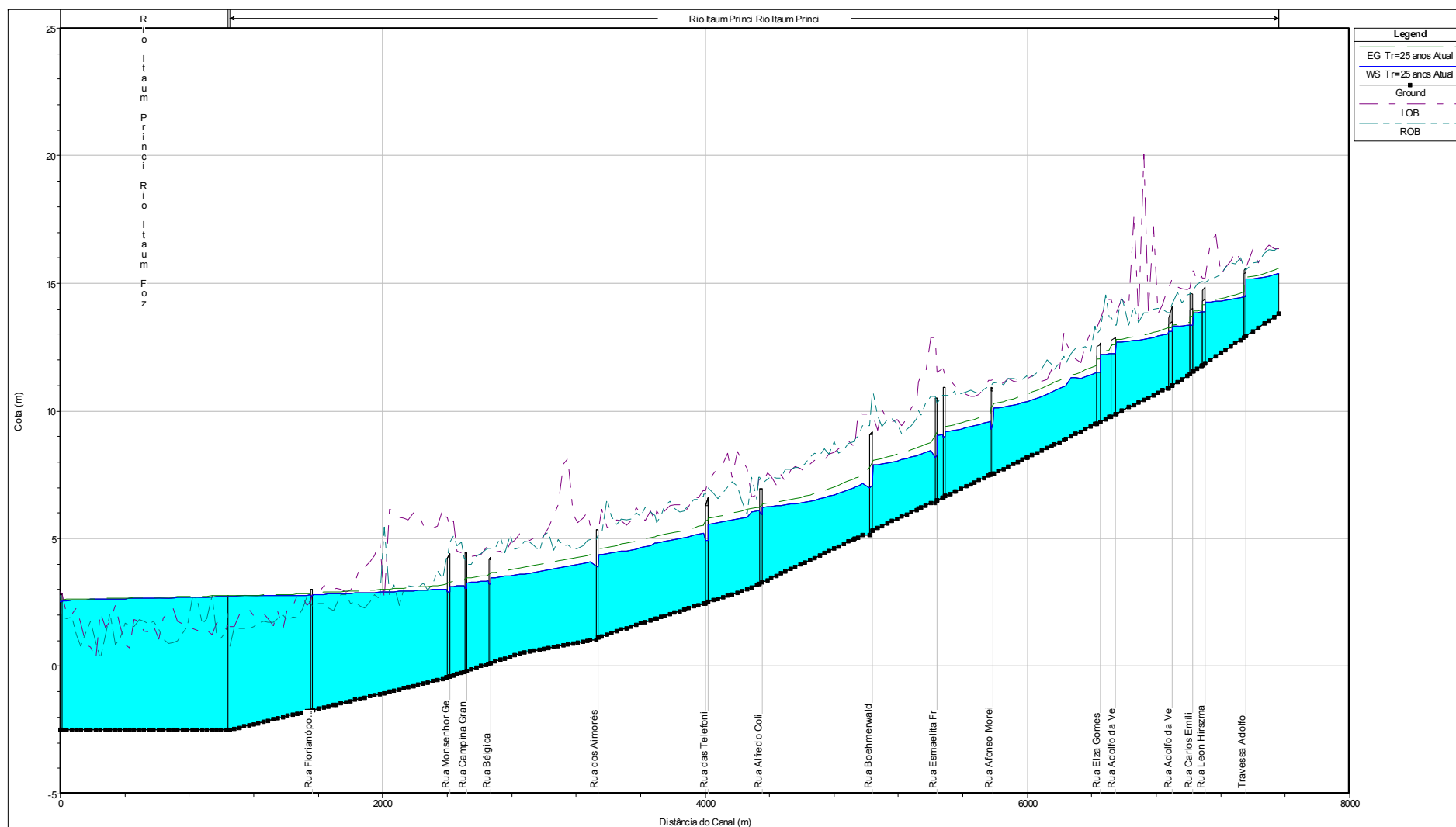


Figura 6.12 – Perfil do N.A. do Rio Itaum-Açú para o esquema de obras com TR=25 Anos – Nível de Maré = 2,53m (IBGE).

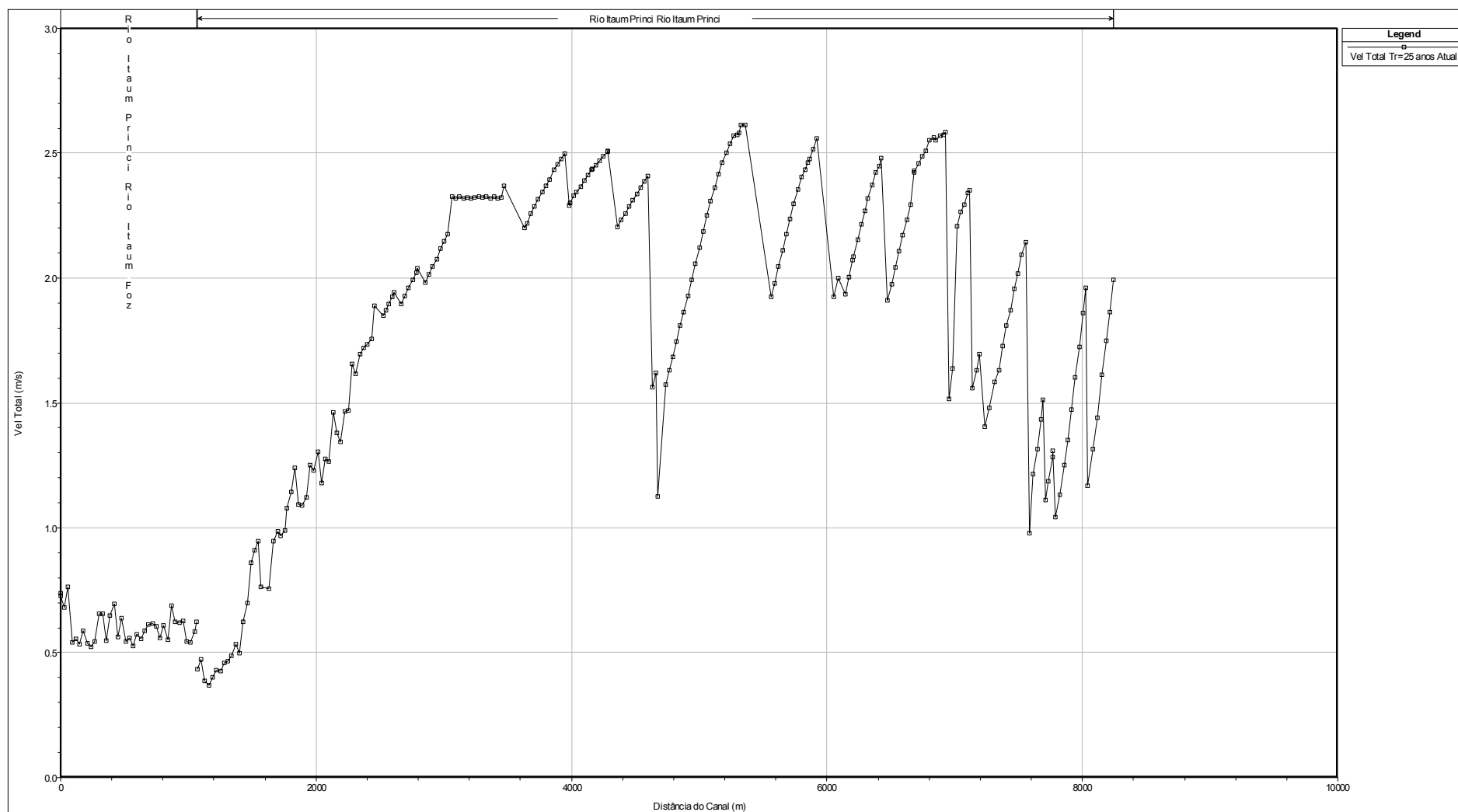


Figura 6.13 – Perfil de Velocidade do Rio Itaum-Açú para o esquema de obras com TR=25 Anos – Nível de Maré = 2,53m (IBGE).

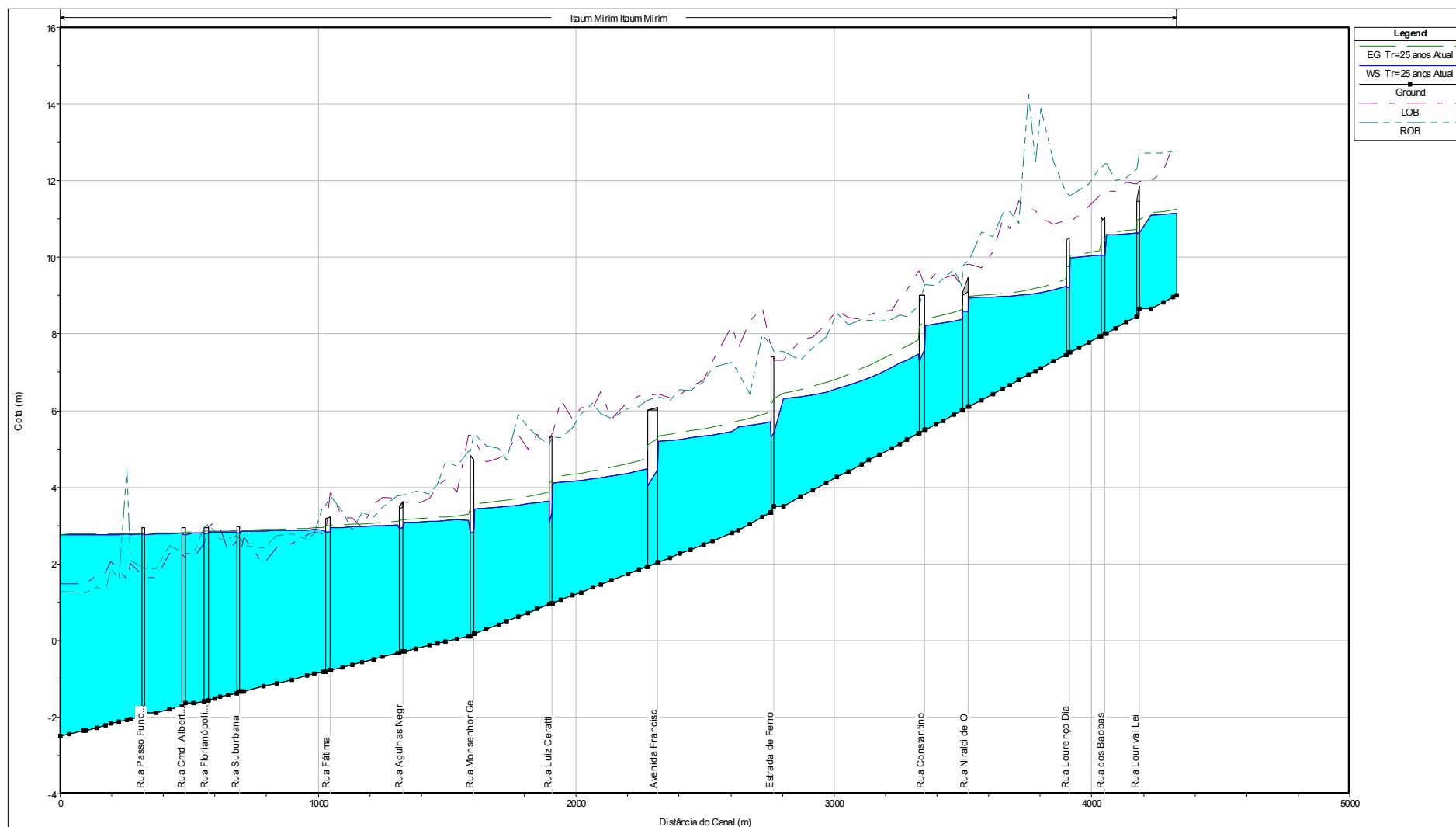


Figura 6.14 – Perfil do N.A. do Rio Itaum-Mirim para o esquema de obras com TR=25 Anos – Nível de Maré = 2,53m (IBGE).

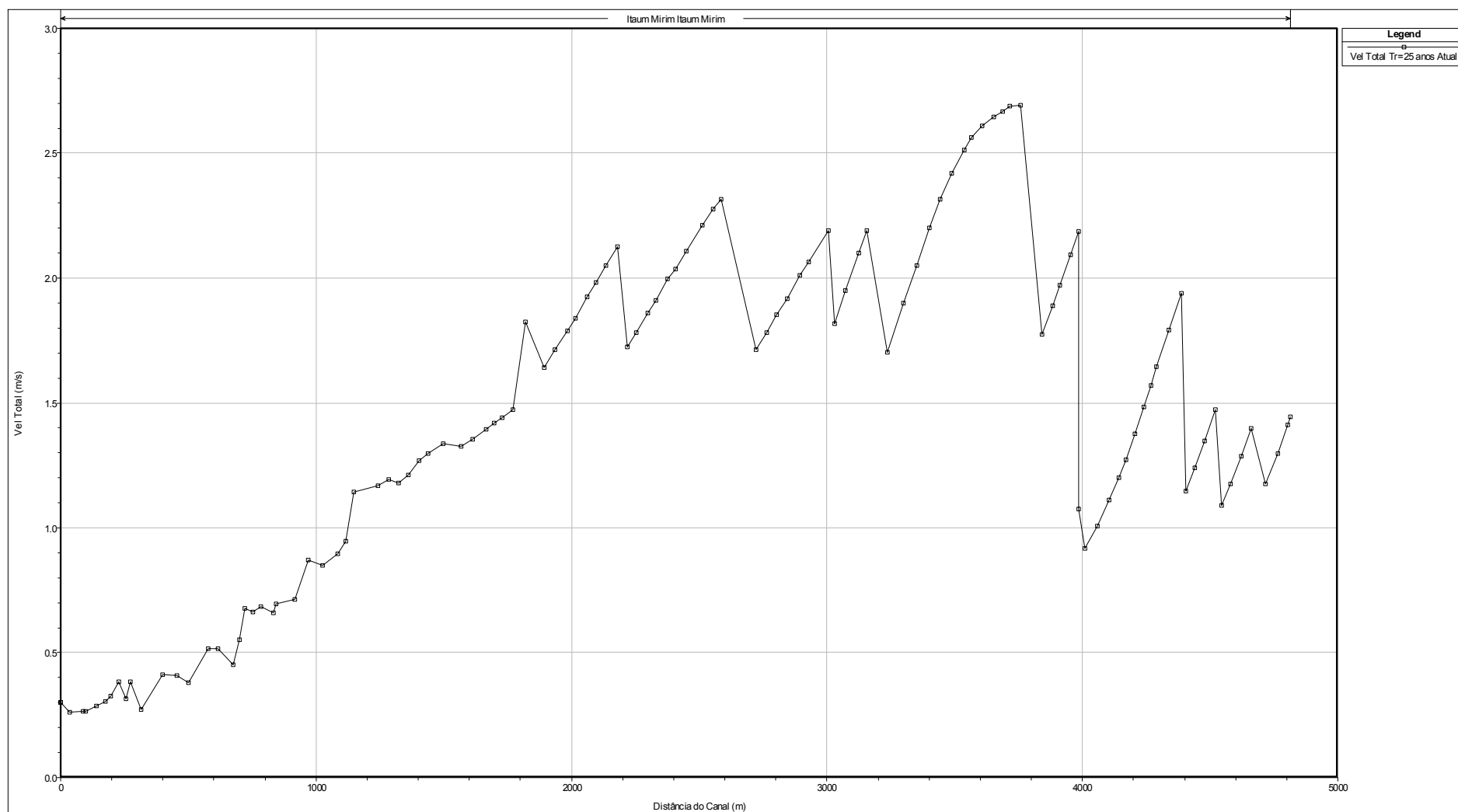


Figura 6.15 – Perfil de Velocidades do Rio Itaum-Mirim para o esquema de obras com TR=25 Anos – Nível de Maré = 2,53m (IBGE).

6.4 DIMENSIONAMENTO DAS OBRAS

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

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P621 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=05 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P622 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P623 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P624 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Diagnóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P698 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=05 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P699 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=10 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P700 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P701 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Prognóstico - Mancha de Inundação Tr=50 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P752 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Estudo de Alternativa - Alternativa A
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P753 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Estudo de Alternativa - Alternativa B
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P754 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Estudo de Alternativa - Alternativa C

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P801 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Galeria CA-IA-G01 - Rua Oscar A. Pinheiro - Planta, Perfil e Seção
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P802 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Galeria CA-IA-G02 - Rua Leon Hirszmman - Planta, Perfil e Seção
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P803 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Galeria CA-IA-G03 - Rua Carlos Emilio Alexandre Schwartz - Planta, Perfil e Seção
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P804 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Galeria CA-IA-G04 - Rua Adolfo da Veiga com Rua Arthur Carlos - Planta, Perfil e Seção
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P805 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Galeria CA-IA-G05 - Rua Adolfo da Veiga - Planta, Perfil e Seção
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P806 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Galeria CA-IA-G06 - Rua Elza Gomes - Planta, Perfil e Seção
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P807 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Ponte CA-IA-P01 - Rua Afonso Moreira - Planta, Perfil, Seção e Detalhes
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P808 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Ponte CA-IA-P02 - Rua Constantino Caetano - Planta, Perfil, Seção e Detalhes
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P809 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Ponte CA-IA-P03 - Rua Esmaelita Frida - Planta, Perfil, Seção e Detalhes
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P810 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Ponte CA-IA-P04 - Rua Chico Mendes - Planta, Perfil, Seção e Detalhes
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P811 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Ponte CA-IA-P05 - Rua Boehmerwaldt - Planta, Perfil, Seção e Detalhes
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P813 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Ponte CA-IA-P06 - Rua Alfredo Colin - Planta, Perfil, Seção e Detalhes
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P814 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Ponte CA-IA-P07 - Rua das Telefonistas - Planta, Perfil, Seção e Detalhes
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P815 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Ponte CA-IA-P08 - Rua Bélgica - Planta, Seção e Detalhes - Folha 01/02
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P816 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Ponte CA-IA-P08 - Rua Bélgica - Planta, Perfil e Detalhes - Folha 02/02
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P817 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Ponte CA-IA-P09 - Rua Campina Grande - Planta, Seção e Detalhes - Folha 01/02

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P818 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Ponte CA-IA-P09 - Rua Campina Grande - Planta, Perfil e Detalhes - Folha 02/02
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P819 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Ponte CA-IA-P10 - Rua Monsenhor Gercino - Planta, Seção e Detalhes - Folha 01/02
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P820 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Ponte CA-IA-P10 - Rua Monsenhor Gercino - Planta, Perfil e Detalhes - Folha 02/02
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P821 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Ponte CA-IA-P11 - Rua Florianópolis - Planta, Seção, Perfil e Detalhes - Folha 01/02
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P822 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Ponte CA-IA-P11 - Rua Florianópolis - Planta e Detalhes - Folha 02/02
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P823 - Sub-Bacia 25-CA-IM - Rio Itaum-Mirim - Galeria CA-IM-G08 - Rua Luiz Ceratti - Planta, Perfil e Seção
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P824 - Sub-Bacia 25-CA-IM - Rio Itaum-Mirim - Galeria CA-IM-G09 - R. Monsenhor Gercino - Planta, Perfil e Seção
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P825 - Sub-Bacia 25-CA-IM - Rio Itaum-Mirim - Ponte CA-IM-P01 - Rua Agulhas Negras - Planta, Perfil, Seção e Detalhes
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P826 - Sub-Bacia 25-CA-IM - Rio Itaum-Mirim - Ponte CA-IM-P02 - Rua Fátima - Planta, Perfil e Detalhes - Folha 01/02
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P827 - Sub-Bacia 25-CA-IM - Rio Itaum-Mirim - Ponte CA-IM-P02 - Rua Fátima - Planta, Seção e Detalhes - Folha 02/02
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P828 - Sub-Bacia 25-CA-IM - Rio Itaum-Mirim - Ponte CA-IM-P03 - Rua Suburbana - Planta, Seção e Detalhes - Folha 01/02
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P829 - Sub-Bacia 25-CA-IM - Rio Itaum-Mirim - Ponte CA-IM-P03 - Rua Suburbana - Planta, Perfil e Detalhes - Folha 02/02
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P830 - Sub-Bacia 25-CA-IM - Rio Itaum-Mirim - Ponte CA-IM-P04 - Rua Florianópolis - Planta, Seção e Detalhes - Folha 01/02
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P831 - Sub-Bacia 25-CA-IM - Rio Itaum-Mirim - Ponte CA-IM-P04 - Rua Florianópolis - Planta, Perfil e Detalhes - Folha 02/02
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P832 - Sub-Bacia 25-CA-IM - Rio Itaum-Mirim - Ponte CA-IM-P05 - Rua Comandante Alberto Lepper - Planta, Seção e Detalhes - Folha 01/02
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P833 - Sub-Bacia 25-CA-IM - Rio Itaum-Mirim - Ponte CA-IM-P05 - Rua Comandante Alberto Lepper - Planta, Perfil e Detalhes - Folha 02/02

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P834 - Sub-Bacia 25-CA-IM - Rio Itaum-Mirim - Ponte CA-IM-P06 - Rua Passo Fundo - Planta, Seção e Detalhes - Folha 01/02
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P835 - Sub-Bacia 25-CA-IM - Rio Itaum-Mirim - Ponte CA-IM-P06 - Rua Passo Fundo - Planta, Perfil e Detalhes - Folha 02/02
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P846 – Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Detalhamento de Obras - Seção Típica do Canal
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P847 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 01/20
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P848 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 02/20
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P849 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 03/20
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P850 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 04/20
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P851 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 05/20
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P852 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 06/20
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P853 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 07/20
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P854 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 08/20
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P855 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 09/20
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P856 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 10/20
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P857 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 11/20
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P858 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 12/20
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P859 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 13/20

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P860 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 14/20
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P861 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 15/20
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P862 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 16/20
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P863 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 17/20
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P864 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 18/20
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P865 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 19/20
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P866 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 20/20
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P867 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Mirim - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 01/11
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P868 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Mirim - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 02/11
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P869 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Mirim - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 03/11
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P870 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Mirim - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 04/11
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P871 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Mirim - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 05/11
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P872 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Mirim - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 06/11
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P873 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Mirim - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 07/11
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P874 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Mirim - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 08/11
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P875 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Mirim - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 09/11

- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P876 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Mirim - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 10/11
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P877 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Mirim - Detalhamento da Alternativa A - TR=25 Anos - Planta e Perfil - Folha 11/11
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P898 - Sub-Bacia 25-CA-IM - Rio Itaum-Mirim - Galeria CA-IM-G01 - R. Lourival Leite Palhares - Planta, Perfil e Seção
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P899 - Sub-Bacia 25-CA-IM - Rio Itaum-Mirim - Galeria CA-IM-G02 - R. dos Baobás - Planta, Perfil e Seção
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P900 - Sub-Bacia 25-CA-IM - Rio Itaum-Mirim - Galeria CA-IM-G03 - R. Lourenço Dias Inácio - Planta, Perfil e Seção
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P901 - Sub-Bacia 25-CA-IM - Rio Itaum-Mirim - Galeria CA-IM-G04 - R. Niralci de Oliveira - Planta, Perfil e Seção
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P902 - Sub-Bacia 25-CA-IM - Rio Itaum-Mirim - Galeria CA-IM-G05 - R. Constantino Oliveira Borges - Planta, Perfil e Seção
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P903 - Sub-Bacia 25-CA-IM - Rio Itaum-Mirim - Galeria CA-IM-G06 - Estrada de Ferro - Planta, Perfil e Seção
- ✓ 951-PMJ-PDC-A3-P904 - Sub-Bacia 25-CA-IM - Rio Itaum-Mirim - Galeria CA-IM-G07 - Av. Francisco Alves - Planta, Perfil e Seção
- ✓ 951-PMJ-PDC-A0-P905 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Alternativa Selecionada - Alternativa A - TR=25 anos
- ✓ 951-PMJ-PDC-A0-P906 - Sub-Bacia 25-CA-IA - Rio Itaum-Açú - Alternativa Selecionada - Soleira em Gabião Caixa a Jusante da Ponte Guanabara

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

QUADRO 6.4
ORÇAMENTO

ORÇAMENTO RESUMO - BACIA 25 - ITAUM - ALTERNATIVA A - TR 25 ANOS						
DEMOIÇÃO - ITAUM-AÇU						
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (Bxhxl)	Custo Direto com BDI	Custo Implantação	Custo Total
1	Rua Lourival Leite Palhares	Tubulação Tripla	(1.00/1.20/1.20)x12	R\$ 9.822,51	R\$ 3.536,10	R\$ 13.358,61
2	Rua dos Baobás	Ponte	(4.50x2,11)x14,29	R\$ 12.319,62	R\$ 4.435,06	R\$ 16.754,68
3	Rua Lourenço Dias Inácio	Tubulação Dupla	(1.50/1.50)x12	R\$ 13.000,38	R\$ 4.680,14	R\$ 17.680,52
4	Rua Niralcí de Oliveira	Galeria Dupla	(3.50x2.00/2.60x1.92)x18,28	R\$ 28.016,81	R\$ 10.086,05	R\$ 38.102,86
6	Rua Constantino Oliveira Borges	Galeria Dupla	(2.60x2.45/2.60x2.45)x23,09	R\$ 35.742,73	R\$ 12.867,38	R\$ 48.610,11
7	Estrada de Ferro	Ponte	(5.88x3,57)x12	R\$ 13.517,96	R\$ 4.866,46	R\$ 18.384,42
9	Avenida Francisco Alves	Galeria Tripla	(2.60x2.9/3.5x2.9/2.6x2.9)x35,21	R\$ 93.898,29	R\$ 33.803,39	R\$ 127.701,68
11	Rua Monsenhor Gercino	Ponte	(9.28x3,10)x16,8	R\$ 29.868,24	R\$ 10.752,57	R\$ 40.620,81
12	Rua Agulhas Negras	Ponte	(10.76x2.72)x14,06	R\$ 28.983,45	R\$ 10.434,04	R\$ 39.417,49
13	Rua Fátima	Ponte	(6.59x3.01)x20,48	R\$ 25.856,38	R\$ 9.308,30	R\$ 35.164,68
15	Rua Florianópolis	Ponte	(10.78x3,09)x16	R\$ 33.043,89	R\$ 11.895,80	R\$ 44.939,69
TOTAL:					R\$	440.735,55
DEMOIÇÃO - ITAUM-MIRIM						
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (Bxhxl)	Custo Direto com BDI	Custo Implantação	Custo Total
1	Rua Oscar A. Pinheiro	Tubulação	(1,2)x12	3466,768102	R\$ 1.248,04	R\$ 4.714,80
2	Rua Cineasta Hirszmann	Tubulação Dupla	(1.20/1.20)x15	8666,920255	R\$ 3.120,09	R\$ 11.787,01
3	Rua Carlos Emilio Alexandre Schwartz	Tubulação	(1,5)x18	6500,190191	R\$ 2.340,07	R\$ 8.840,26
4	Rua Adolfo da Veiga com Rua Arthur Carlos	Tubulação Dupla	(1.20/1.50)x21	13650,3994	R\$ 4.914,14	R\$ 18.564,54
5	Rua Adolfo da Veiga	Galeria	(3,45x2,26)x30	26254,26024	R\$ 9.451,53	R\$ 35.705,79
6	Rua Elza Gomes	Tubulação Dupla	(1.00/1.50)x21,5	12940,19344	R\$ 4.658,47	R\$ 17.598,66
9	Rua Afonso Moreira	Ponte	(5,00x2,44)x12,3	5749,728972	R\$ 2.069,90	R\$ 7.819,63
14	Rua Boehmerwald	Galeria	(5,70x2,43)x60	74762,56944	R\$ 26.914,52	R\$ 101.677,09
15	Edificação após Rua Boehmerwald	Ponte	(6,82x2,41)x13,3	6140,745793	R\$ 2.210,67	R\$ 8.351,41
16	Rua Alfredo Colin	Galeria Dupla	(3.5x2.22/3.5x2.22)x14,29	25055,36167	R\$ 9.019,93	R\$ 34.075,29
17	Rua das Telefonistas	Galeria Dupla	(3.50x2,51/3.50x2,51)x18,2	33528,82071	R\$ 12.070,38	R\$ 45.599,20
20	Rua Bélgica	Ponte	(11.88x2.78)x12,42	6614,832136	R\$ 2.381,34	R\$ 8.996,17
21	Rua Campina Grande	Ponte	(11,71x3,20)x12,56	7700,023552	R\$ 2.772,01	R\$ 10.472,03
22	Rua Monsenhor Gercino	Ponte	(10,24x9,97)x16,77	31903,23676	R\$ 11.485,17	R\$ 43.388,40
23	Rua Florianópolis	Ponte	(13,70x3,41)x15,66	10230,54035	R\$ 3.682,99	R\$ 13.913,53
TOTAL:					R\$	371.503,84
CONSTRUÇÃO - ITAUM-AÇU						
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (Bxhxl)	Custo Direto com BDI	Custo Implantação	Custo Total
25-CA-IA-P01	R. Afonso Moreira	Ponte	10x3,3x12	R\$ 475.281,32	R\$ 171.101,28	R\$ 646.382,60
25-CA-IA-P02	R. Constantino Caetano	Ponte	12x4,3x12	R\$ 500.707,76	R\$ 180.254,79	R\$ 680.962,55
25-CA-IA-P03	R. Esmaelita Frida	Ponte	10x4,1x12	R\$ 287.800,96	R\$ 103.608,35	R\$ 391.409,31
25-CA-IA-P04	R. Chico Mendes	Ponte	10x3,7x12	R\$ 500.707,76	R\$ 180.254,79	R\$ 680.962,55
25-CA-IA-P05	R. Boehmerwaldt	Ponte	10x3,8x16	R\$ 532.440,96	R\$ 191.678,75	R\$ 724.119,71
25-CA-IA-P06	R. Alfredo Colin	Ponte	10x3,7x12	R\$ 374.932,91	R\$ 134.975,85	R\$ 509.908,75
25-CA-IA-P07	R. das Telefonistas	Ponte	14x3,8x12	R\$ 628.650,41	R\$ 226.314,15	R\$ 854.964,56
25-CA-IA-P08	R. Bélgica	Ponte	20x4,1x12	R\$ 566.497,35	R\$ 203.939,05	R\$ 770.436,40
25-CA-IA-P09	R. Campina Grande	Ponte	20x4,7x12	R\$ 606.803,75	R\$ 218.449,35	R\$ 825.253,10
25-CA-IA-P10	R. Monsenhor Gercino	Ponte	20x4,8x16	R\$ 606.803,75	R\$ 218.449,35	R\$ 825.253,10
25-CA-IA-P11	R. Florianópolis	Ponte	24x4,8x16	R\$ 755.589,04	R\$ 272.012,05	R\$ 1.027.601,09
*	R. Aimorés	Ponte	16,45x4x41,42	R\$ 323.555,31	R\$ 116.479,91	R\$ 440.035,22
*	R. Guanabara	Ponte	29,03x5,1x20	R\$ 738.836,40	R\$ 265.981,10	R\$ 1.004.817,50
25-CA-IA-G01	R. Oscar A. Pinheiro	Galeria	4x2,5x12	R\$ 252.495,93	R\$ 90.898,54	R\$ 343.394,47
25-CA-IA-G02	R. Leon Hirszmann	Galeria	4x2,5x15	R\$ 125.045,93	R\$ 45.016,54	R\$ 170.062,47
25-CA-IA-G03	R. Carlos Emilio Alexandre Schwartz	Galeria	4x2,5x18	R\$ 151.658,73	R\$ 54.597,14	R\$ 206.255,87
25-CA-IA-G04	R. Adolfo da Veiga com rua Arthur Carlos	Galeria	5x2,5x21	R\$ 139.041,98	R\$ 50.055,11	R\$ 189.097,09
25-CA-IA-G05	R. Adolfo da Veiga	Galeria	6x3x30	R\$ 323.555,31	R\$ 116.479,91	R\$ 440.035,22
25-CA-IA-G06	R. Elza Gomes	Galeria	6x3x21,5	R\$ 738.836,40	R\$ 265.981,10	R\$ 1.004.817,50
Regularização do Leito do Canal				R\$ 54.678.666,84	R\$ 19.684.320,06	R\$ 74.362.986,90
Subtotal					R\$	86.098.755,97
CONSTRUÇÃO - ITAUM-MIRIM						
Dispositivo	Local	Tipo	Dimensão (Bxhxl)	Custo Direto com BDI	Custo Implantação	Custo Total
25-CA-IM-P01	R. Agulhas Negras	Ponte	14x3,8x12	R\$ 383.430,15	R\$ 138.034,85	R\$ 521.465,00
25-CA-IM-P02	R. Fátima	Ponte	14x4x16	R\$ 712.940,25	R\$ 256.658,49	R\$ 969.598,74
25-CA-IM-P03	R. Suburbana	Ponte	18x4,3x12	R\$ 715.240,82	R\$ 257.486,70	R\$ 972.727,52
25-CA-IM-P04	R. Florianópolis	Ponte	18x4,5x16	R\$ 678.824,90	R\$ 244.376,96	R\$ 923.201,86
25-CA-IM-P05	R. Comandante Alberto Lepper	Ponte	18x4,7x12	R\$ 922.962,69	R\$ 332.266,57	R\$ 1.255.229,25
25-CA-IM-P06	R. Passo Fundo	Ponte	18x5x12	R\$ 719.969,34	R\$ 259.188,96	R\$ 979.158,31
25-CA-IM-G01	R. Lourival Leite Palhares	Galeria	4x3x12	R\$ 166.077,83	R\$ 59.788,02	R\$ 225.865,84
25-CA-IM-G02	R. dos Baobás	Galeria	4x3x14,29	R\$ 168.627,38	R\$ 60.705,86	R\$ 229.333,24
25-CA-IM-G03	R. Lourenço Dias Inácio	Galeria	4x3x12	R\$ 165.401,78	R\$ 59.544,64	R\$ 224.946,42
25-CA-IM-G04	R. Niralcí de Oliveira	Galeria	4x3x18,28	R\$ 235.134,42	R\$ 84.648,39	R\$ 319.782,81
25-CA-IM-G05	R. Constantino Oliveira Borges	Galeria	6x3,5x23,09	R\$ 210.606,47	R\$ 75.818,33	R\$ 286.424,80
25-CA-IM-G06	Estrada de Ferro	Galeria	8x4,2x43,73	R\$ 286.656,41	R\$ 103.196,31	R\$ 389.852,72
25-CA-IM-G07	Av. Francisco Alves	Galeria	8x4x3,5x21	R\$ 307.336,92	R\$ 110.641,29	R\$ 417.978,21
25-CA-IM-G08	Rua Luiz Ceratti	Galeria	8x4,5x12	R\$ 250.494,97	R\$ 90.178,19	R\$ 340.673,16
25-CA-IM-G09	R. Monsenhor Gercino	Galeria	8x4,5x16,77	R\$ 359.055,01	R\$ 129.259,80	R\$ 488.314,81
Regularização do Leito do Canal				R\$ 24.664.271,82	R\$ 8.879.137,86	R\$ 33.543.409,68
Subtotal					R\$	42.087.962,36
Soleira em Cabião Caixa a Jusante da Ponte Guanabara - Rio Itaum Açú				R\$ 227.660,39	R\$ 81.957,74	R\$ 309.618,13
Custo Total (Obras + Indiretos)					R\$	129.308.575,85
Custo Total de Desapropriações					R\$	40.832.264,97
TOTAL					R\$	170.140.840,82
Manutenção / ano					R\$	274.272,32
Obs: Os dispositivos destacados receberão obras de reforço estrutural.						