Consórcio
ENGECORPS | HIDROSTUDIO | BRLi

Plano Diretor de Drenagem Urbana da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira

Estudo de Alternativas e Anteprojeto

Volume 1 | Metodologia

Critérios de Dimensionamento e Metodologia

Fevereiro / 2011

951-PMJ-PDC-RT-P751 | 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 1 – CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO E METODOLOGIA

ELABORADO: ASM / FG / LDLF		APROVADO: Alberto Lang Filho		
VERIFICADO: Alberto Lang Filho		COORDENADOR GERAL: Danny Dalberson Oliveira	CREA :	0600495622
Nº PMJ:		DATA:	jan/11	FOLHA:
Nº ENGECORPS:	951-PMJ-PDC-RT-P751			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 1 – CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO E METODOLOGIA

CONSÓRCIO ENGECORPS ♦ HIDROSTUDIO ♦ BRLi

951-PMJ-PDC-RT-P751
Rev. 1
Janeiro / 2011

SUMÁRIO

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

- ✓ Volume 1 – Critérios de Dimensionamento e Metodologia.
- ✓ Volume 2 – Estudos:
  - ✧ Tomo I – Sub-Bacia 1 – Nascente do Rio Cachoeira;
  - ✧ Tomo II – Sub-Bacia 2 – Rio Cachoeira Leito Antigo;
  - ✧ Tomo III – Sub-Bacia 3 – Rio Bom Retiro;
  - ✧ Tomo IV – Sub-Bacia 4 – Rio Luiz Tonnemann;
  - ✧ Tomo V – Sub-Bacia 5 – Rio Walter Brandt;
  - ✧ Tomo VI – Sub-Bacia 6 – Rio Alvino Vöhl;
  - ✧ Tomo VII – Sub-Bacia 7 – Vertente do Morro do Boa Vista – Canal Aracaju;
  - ✧ Tomo VIII – Sub-Bacia 8 – Vertente da Rua Salvador – Canal Salvador;
  - ✧ Tomo IX – Sub-Bacia 9 – Rio Mirandinha;
  - ✧ Tomo X – Sub-Bacia 10 – Rio Morro Alto;
  - ✧ Tomo XI – Sub-Bacia 11 – Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Água Marinha;
  - ✧ Tomo XII – Sub-Bacia 12 – Vertente do Morro do Boa Vista – Parque de France;
  - ✧ Tomo XIII – Sub-Bacia 13 – Vertente do Morro do Boa Vista – Lagoa Saguaçu;
  - ✧ 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-Açu;
  - ✧ Tomo XXVI – Rio Cachoeira.

ÍNDICE
VOLUME 1

PÁG.

1. APRESENTAÇÃO 1

2. DESCRIÇÃO GERAL DOS TRABALHOS 3

2.1 CENÁRIOS DE PLANEJAMENTO 3

3. ESTUDOS ECONÔMICOS 5

3.1 METODOLOGIA DE QUANTIFICAÇÃO DE BENEFÍCIOS 5
3.1.1 Danos Evitados 5
3.1.2 Valorização Imobiliária 10
3.1.3 Benefícios de Tráfego 12
3.1.4 Benefícios Indiretos 13
3.1.5 Benefícios Totais 13
3.2 CUSTOS 13
3.2.1 Custo de Investimento 13
3.2.2 Custo de Operação e Manutenção 14
3.2.3 Conversão de Preços Financeiros em Preços Econômicos 14
3.3 SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS 15
3.4 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE 17
3.4.1 Modelagem das Simulações 19

4. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DAS ALTERNATIVAS 21

4.1 CONCEPÇÃO DE ALTERNATIVAS 21
4.1.1 Alternativa A 21
4.1.2 Alternativa B 23
4.1.3 Alternativa C 24
4.1.4 Tipologia das Obras de Drenagem Principais Consideradas 24
4.2 CRITÉRIOS PARA QUANTIFICAÇÃO DO APORTE DE SEDIMENTOS 28
4.2.1 Processos de Transporte 28
4.2.2 Descarga Sólida Total pelo Método Simplificado de Colby (1957) 29
4.2.3 Critérios para Quantificação do Aporte de Sedimentos na Bacia do Rio Cachoeira 34
4.3 CRITÉRIOS HIDRÁULICOS PARA DIMENSIONAMENTO DAS ALTERNATIVAS 35
4.3.1 Critérios Gerais de Hidráulica 35
4.3.2 Cálculo do Escoamento nos Canais 36
4.3.3 Cálculo do Escoamento em Dispositivos de Drenagem 38
4.3.4 Condições de Contorno 40
4.3.5 Velocidades de Escoamento 43
4.3.6 Níveis de Marés 43
4.4 CANAIS 44
4.5 GALERIAS TIPO "BY PASS" 45

4.6 RESERVATÓRIOS 45
4.7 TRAVESSIAS (DISPOSITIVOS DE DRENAGEM) 47
4.8 CRITÉRIOS PARA DEFINIÇÃO DE ÁREA A SER DESAPROPRIADA 47
4.8.1 Fase de Estudo de Alternativas 47
4.8.2 Fase de Detalhamento do Projeto 48
4.8.3 Diretrizes Legais e Ambientais 48

5. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE CUSTO 50

5.1 CRITÉRIOS GERAIS 50
5.2 FASE DE ESTUDO DE ALTERNATIVAS 52
5.2.1 Orçamento das Obras - Curvas Paramétricas 52
5.2.2 Custos de Desapropriação 58
5.2.3 Custos de Manutenção 59
5.3 FASE DE DETALHAMENTO DA ALTERNATIVA SELECIONADA 62
5.3.1 Orçamento Detalhado das Obras 62
5.3.2 Custos de Desapropriação 62
5.3.3 Custos de Manutenção 62

6. APRESENTAÇÃO DOS PROJETOS 63

6.1 ESTUDO DE ALTERNATIVAS 63
6.2 DETALHAMENTO DO PROJETO 63
6.3 MEMÓRIAS DE CÁLCULO 63

7. BIBLIOGRAFIA 63

ANEXO I - CURVAS PARAMÉTRICAS

ANEXO II - DOCUMENTOS PADRÃO

ÍNDICE DE FIGURAS

PÁG.

Figura 3.1 – Distribuição de Probabilidades para VPL do Projeto....20
Figura 3.2 – Distribuição de Probabilidades para TIR do Projeto 20
Figura 4.1 – Canais com Contenções Laterais VS. Faixas de Desapropriação....22
Figura 4.2 – Relocação do Eixo dos Canais para Minimizar as Desapropriações....23
Figura 4.3 – Tipologia das Obras de Drenagem Principais - Canais....25
Figura 4.4 – Tipologia das Obras de Drenagem Principais - Galerias 25
Figura 4.5 – Tipologia das Obras de Drenagem Principais - Pontes....26
Figura 4.6 – Tipologia das Obras de Drenagem Principais - Reservatórios....27
Figura 4.7 – Distribuições Verticais das Frações Granulométricas em um Curso D'água. (Carvalho, 1994) 29
Figura 4.8 – Ábaco 1 - Obtenção da Descarga Sólida Não-Medida Aproximada, por Metro de Largura do rio, a Partir da Velocidade Média do Curso D'água (Adaptado ao Sistema Métrico). (Carvalho, 1994) 31
Figura 4.9 – Ábaco 2 - Obtenção da Concentração Relativa a partir da Velocidade Média e da Profundidade Média do Curso D'água (Adaptado ao Sistema Métrico). (Carvalho, 1994) 32
Figura 4.10 – Ábaco 3 - Obtenção do Fator de Correção a partir da Razão de Eficiência (Carvalho, 1994) 33
Figura 4.11 – Condição de Contorno dos Afluentes junto a Foz no rio Cachoeira....41
Figura 4.12 – Critério de Borda Livre em Canais 42
Figura 4.13 – Critério de Borda Livre em Galerias....42
Figura 4.14 – Critério de Borda Livre em Pontes....42
Figura 4.15 – Estrutura de Reservação – Concepção Básica....46
Figura 5.1 – Curvas Paramétricas de Custo de Construção de Canais 54
Figura 5.2 – Curvas Paramétricas de Custo de Construção de Galerias....55
Figura 5.3 – Curva Paramétrica de Custo de Construção de Pontes....57
Figura 5.4 – Curva Paramétrica de Custo de Reservatórios....58
Figura 5.1 – Bacia do rio Cachoeira - Custo por m^2 de Terrenos....60
Figura 5.2 – Bacia do rio Cachoeira - Custo por m^2 de Edificações 61

ÍNDICE DE QUADROS

PÁG.

Quadro 1.1 – Principais Sub-bacias do rio Cachoeira *2*
Quadro 3.1 – Estimativa do Valor do Metro Quadrado dos Imóveis – SB Bom Retiro *7*
Quadro 3.2 – Simulação para os Parâmetros KD e ME - SB Bom Retiro *8*
Quadro 3.3 – Intervalos de Variações da Modelagem de Exemplo – SB Bom Retiro *9*
Quadro 3.4 – Fatores de Conversão *15*
Quadro 4.1 – Dados da Estação Fluviométrica 5 ..... *34*
Quadro 4.2 – Taxa Média de Produção de Sedimentos em Arraste e Suspensão (Estação 5) *35*
Quadro 4.3 – Coeficientes de Manning *37*
Quadro 4.4 – Velocidades Máximas em Função do Revestimento *43*
Quadro 5.1 – Custos Unitários dos Serviços Principais *50*
Quadro 5.2 – Composição do Custo de Manutenção *62*

1. APRESENTAÇÃO

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

Seu objetivo é o de apresentar 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, seleção de alternativa por sub-bacia e detalhamento da alternativa selecionada para integrar o PDDU da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira, no município de Joinville.

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 Cenário, Diagnóstico e Prognóstico das Inundações, onde foram identificados componentes da rede de macrodrenagem que tem capacidade insuficiente, provocando inundações na bacia do rio Cachoeira.

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

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

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

Ao longo do leito com extensão de aproximadamente 15 km, o rio Cachoeira recebe a contribuição de vários afluentes, passa pela área central da cidade, desaguando na lagoa do Saguaçú. O Quadro 1.1 relaciona as principais sub-bacias do rio Cachoeira.

QUADRO 1.1
PRINCIPAIS SUB-BACIAS DO RIO CACHOEIRA

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

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

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

2. DESCRIÇÃO GERAL DOS TRABALHOS

2.1 CENÁRIOS DE PLANEJAMENTO

Conforme definido nos Termos de Referência, os cenários deverão possibilitar a avaliação da eficiência das medidas de controle propostas, otimizar as soluções e fornecer elementos para o Plano Municipal de Drenagem (PMD) a ser desenvolvido na fase final do PDDU.

Para tanto devem ser estabelecidos e estudados os seguintes cenários:

- ✓ Cenário Atual, no qual deve ser estudado o impacto da urbanização atual sobre o sistema de drenagem existente. Os estudos de diagnóstico, apresentados no relatório R3, identificam o comportamento atual da bacia do rio Cachoeira face ao processo de urbanização existente na cidade de Joinville;

- ✓ Cenário Tendencial, no qual deve ser estudado o impacto da urbanização futura sobre o sistema de drenagem existente. Este cenário representará a tendência de aumento dos prejuízos provocados pelas inundações considerando-se a expansão da mancha urbana sem a implantação das medidas de controle propostas no PDDU. Os estudos de prognóstico, apresentados no relatório R3, avaliam o comportamento esperado da bacia do Rio Cachoeira considerando o crescimento urbano da cidade de Joinville conservando o sistema de drenagem pluvial em suas condições atuais;

- ✓ Cenários Alternativos de Planejamento, que representarão os efeitos das diversas alternativas de controle estudadas no PDDU;

- ✓ Cenário Proposto que, dentre os Cenários Alternativos de Planejamento, será o que apresentar maior eficiência considerando-se os critérios de melhor relação benefício/custo e de menor impacto ambiental. O resultado dos estudos de avaliação das alternativas de controle com a seleção da melhor alternativa indicará a alternativa que irá integrar o Cenário Proposto.

Foram realizados estudos para avaliar a ocupação futura, no horizonte de planejamento, de cada bairro ou sub-bacia integrante da bacia do rio Cachoeira, definindo a tendência de ocupação de cada sub-bacia. Com o andamento dos estudos, optou-se por definir a situação futura de ocupação da bacia a partir da ocupação das áreas disponíveis para urbanização. Desta forma foi definido um cenário único de uso e ocupação da bacia do rio Cachoeira para o horizonte de projeto.

Na elaboração de cenários alternativos de planejamento, visando a solução do problema de cheias urbanas na bacia do rio Cachoeira deve-se considerar duas vias de ação, isolada ou concomitantemente:

- ✓ a implantação de medidas não estruturais que possam limitar, ou mesmo diminuir, a geração de vazões na sua origem;

- ✓ a implantação de medidas estruturais, seja visando o rápido afastamento das vazões geradas, seja atenuando os picos de vazão possibilitando diminuir o tamanho das obras a serem implantadas para o escoamento das cheias.

O principal fator que influencia a geração de cheias em sua origem é o aumento da área impermeabilizada em cada sub-bacia. A cidade de Joinville, em decorrência de sua história, em especial do desenvolvimento que já ocorre há décadas, tem características consolidadas de ocupação urbana. As áreas urbanizadas ocupam quase toda a extensão da bacia do rio Cachoeira, deixando poucas áreas não utilizadas distribuídas na trama urbana. Entre estas, as mais notáveis são as terras situadas em morros, acima da cota 40 m, que atualmente são legalmente protegidas, constituindo espaços verdes, os quais serão mantidos, independentemente de novas diretrizes emanadas do PDDU.

A consolidação do modo de vida dos habitantes da cidade gera toda uma cultura no tratamento e no modo de ver a presença dos corpos hídricos no seio da malha urbana que dificulta e mesmo inibe a implantação de medidas que visem a melhoria do comportamento dos corpos hídricos durante os eventos de cheia.

Nas reuniões realizadas entre o Consórcio e a PMJ foi concluído, com base em discussões preliminares e antecipadas do relatório R4 (Medidas não Estruturais), que na cidade de Joinville há dificuldades para implantação de medidas não estruturais, o que resulta na inviabilidade de definir adequadamente os resultados decorrentes de sua incorporação, para consideração no planejamento de obras.

Considerando estes fatores, o Consórcio e a PMJ consensaram que a implantação de medidas não estruturais no ambiente urbano de Joinville não deveria ser considerada no estabelecimento dos cenários de planejamento. Todas as obras estudadas no PDDU deverão ser dimensionadas considerando o desenvolvimento natural da cidade e as restrições já existentes de planejamento, em especial o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano.

Esta decisão não implica em que sejam abandonados o estudo e implantação de medidas não estruturais. Estas devem ser estudadas e implantadas, visando obter melhorias adicionais na relação entre a cidade e a rede de drenagem pluvial. Em especial, diminuindo-se a capacidade de geração de cheias em qualquer sub-bacia será aumentada a proteção contra inundação das áreas ribeirinhas, ou seja, será diminuído o risco de ocorrência de enchentes para as obras implantadas ou a serem implantadas.

Em resumo, foi definido um único cenário futuro de desenvolvimento da urbanização da bacia do rio Cachoeira, o qual foi caracterizado e utilizado na elaboração do Prognóstico da bacia do rio Cachoeira. Este mesmo cenário será utilizado no estudo de implantação de medidas estruturais para controle dos fenômenos de cheia na cidade de Joinville, sem que estes fenômenos venham a provocar enchentes. Para este cenário de desenvolvimento serão elaboradas alternativas de obras para o controle de cheias na área urbana de Joinville.

Dentro deste contexto, os estudos para seleção da alternativa de obras e intervenções a ser implantada no PDDU para cada sub-bacia e para a definição do grau de risco a ser adotado no detalhamento das obras serão realizados tendo como diretriz a realização dos estudos econômicos, com as seguintes etapas que dão suporte aos estudos em pauta:

- ✓ definição e dimensionamento de 3 (três) alternativas para o controle de enchentes em cada uma das sub-bacias em estudo (Período de Retorno de 25 anos);
- ✓ elaboração das estimativas de custos de implantação de cada alternativa;
- ✓ apresentação e discussão com a comunidade das alternativas estudadas, elencando sua preferência quanto às alternativas apresentadas;
- ✓ avaliação econômica e seleção da alternativa;
- ✓ dimensionamento das obras de drenagem da alternativa selecionada para os períodos de retorno de 5, 10 e 50 anos;
- ✓ avaliação econômica para definição do grau de risco a ser adotado na alternativa selecionada.

Definida a alternativa e o grau de risco associado, deverão ser realizados o detalhamento e a orçamentação das obras que integrarão o PDDU da bacia do rio Cachoeira.

É importante observar que as sub-bacias listadas a seguir não contemplarão estudos de alternativas de obras, pois a rede de drenagem existente suporta as vazões associadas aos períodos de retorno avaliados, conforme indicado nos estudos de Diagnóstico e Prognóstico:

- ✓ Vertente do Morro do Boa Vista – Parque de France;
- ✓ Vertente do Morro do Boa Vista – Lagoa Saguaçú;
- ✓ Vertente do Morro do Boa Vista – Ponta Grossa;
- ✓ Vertente do Morro do Boa Vista – Rua Pedro Álvares Cabral;
- ✓ Vertente do Morro do Boa Visa – Rua Noruega.

3. ESTUDOS ECONÔMICOS

3.1 METODOLOGIA DE QUANTIFICAÇÃO DE BENEFÍCIOS

3.1.1 Danos Evitados

O primeiro procedimento para quantificação dos benefícios consiste na caracterização das manchas de inundação associadas a chuvas com período de retorno de 5, 10, 25 e 50 anos em cada uma das sub-bacias avaliadas.

Em seguida, estabelece-se a distinção dos imóveis situados nas áreas afetadas por inundação, classificando-os em duas áreas distintas: (i) direta e (ii) indireta. Define-se como área direta a região que se situa no interior da mancha de inundação, tomando-se como referência os respectivos tempos de recorrência. Imóveis situados na área indireta são aqueles situados na região periférica à mancha de inundação, a qual, embora não tendo suas casas invadidas pelas águas, sofre com a exposição a doenças e outras dificuldades, como a impossibilidade de acesso e travessias de ruas inundadas, contato com sujeira e lama e outros graves inconvenientes. Delimitou-se que os imóveis da área indireta estariam circunscritos a uma hipotética mancha com distância de 100 metros da borda da mancha de inundação.

Definidas as regiões de interesse, cabe estimar o tamanho da área inundada, bem como os níveis médios altimétricos da inundação e o valor de mercado dos imóveis situados nas respectivas áreas. Para efeito de estimativa do número de imóveis situados nas áreas de estudo, utilizou-se as informações do cadastro imobiliário da Prefeitura de Joinville, as quais foram cruzadas com os levantamentos atualizados das manchas de inundação nas respectivas sub-bacias do rio Cachoeira.

Para o cálculo dos benefícios por danos evitados utilizou-se uma curva do tipo nível/prejuízo (MACHADO, et al, 2003) a qual assume que a redução das inundações com a implantação das obras produz a redução dos danos e essa redução é considerada equivalente aos benefícios gerados pelo empreendimento[1].

Os danos foram estimados por meio de uma equação empírica definida para situações de inundação similares. Essa equação expressa os danos esperados em função da magnitude da inundação, inferidos a partir de registros históricos.

Nessa equação supõe-se que os prejuízos diretos em edificações urbanas, incluindo o conteúdo e áreas externas (jardins, quintais, etc.) são proporcionais à altura da inundação, à área afetada, ao índice de urbanização, ao valor médio dos imóveis, multiplicados por um coeficiente de correlação, assim definida:

$$Cd = Kd \,.\, Me \,.\, h \,.\, A \,.\, U$$

onde:

Cd = prejuízo direto;

Kd = coeficiente de correlação;

Me = valor de mercado das edificações por unidade de área;

h = altura da inundação;

U = relação entre a área urbanizada e a área total inundada;

A = área inundada.

[1] Utilizou-se neste estudo a mesma função risco/prejuízo apresentada no estudo de viabilidade econômica e ambiental para o projeto de macrodrenagem da bacia hidrográfica do rio Morro Alto, em Joinville, financiado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento.

Considerando a informação disponível sobre valor dos imóveis, altura da lâmina d'água e área de inundações, sendo esta a área líquida, ou seja, já descontadas as áreas reservadas ao sistema viário, praças, etc., foi possível prescindir do parâmetro U.

Para o parâmetro K_D, coeficiente de correlação que mede o índice de dano da enchente, utilizou-se um coeficiente padrão de 0,15, sendo este, o mesmo coeficiente já adotado no estudo apresentado pela Prefeitura de Joinville para a bacia hidrográfica do rio Morro Alto em projeto financiado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID).

O método indicado e adotado para estimativa de danos evitados diretos às propriedades foi desenvolvido por James (1972, *apud* TUCCI, 2005), onde K_D é igual a um índice de dano de enchente em unidades monetárias por unidades de profundidade de inundação, uma vez que o autor considera que os prejuízos têm crescimento praticamente linear com a altura da inundação. HOMAN e WAYBUR (1960, *apud* TUCCI, 2005) determinaram o valor do parâmetro K_D de 0,052 para cheias de cerca de 5 pés de profundidade (1,5 m) e James (1964, *apud* TUCCI, 2005) apresentou um valor médio de 0,044 para o mesmo parâmetro. Em Blumenau, TACHINI *et al. (2009)* identificaram uma correlação entre danos e níveis de profundidade (K_D) de 0,0933, 0,1436 e 0,2368 para os dados estatísticos levantados para enchentes ocorridas nos anos de 1984, 2001 e 1983, respectivamente.

A escolha do método simplificado e sua utilização com o parâmetro K_D fixo em 0,15, é corroborada pelos estudos realizados recentemente em Blumenau e pela experiência do Consórcio em estudos similares. É importante registrar que a utilização do parâmetro "M_e" da equação de James (valor de mercado das edificações por unidade de área) incorpora o valor médio ponderado das edificações por tipo de uso (residencial, comercial, industrial, etc.), o que acaba por introduzir nos resultados, de forma indireta, a variabilidade pretendida no parâmetro K_D.

A título de exemplo, apresenta-se no Quadro 3.1 os cálculos utilizados para o parâmetro M_e na sub-bacia Bom Retiro.

QUADRO 3.1
ESTIMATIVA DO VALOR DO METRO QUADRADO DOS IMÓVEIS – SB BOM RETIRO

Tipo	*Quantidade*	*Participação*	*Participação no Custo Ponderado*	*Custo Médio (R$/m²)*
Apartamento	26	0,0355	40,07017322	1.129,67
Casa	569	0,7763	771,9600271	994,46
Escritório	21	0,0286	52,64564903	1.837,58
Especial	5	0,0068	3,173396999	465,22
Galpão	47	0,0641	19,82976808	309,26
Indústria	4	0,0055	2,113396999	387,28
Loja	38	0,0518	95,26355538	1.837,58
Outros	13	0,0177	8,250832196	465,22
Telheiro	10	0,0136	2,65047749	194,28
	733		995,9572765	

Como pode ser observado, o valor médio dos 733 imóveis suscetíveis à inundação na sub-bacia Bom Retiro é de R$995,96, resultado da média ponderada entre tipologia e preços por metro quadrado destes imóveis, o que resulta na incorporação no parâmetro M_e da equação de danos evitados uma variabilidade segundo o uso dos imóveis. Considerando a importância do tema, foi realizada ainda análise de sensibilidade para ambos os parâmetros (M_e e K_D) através de simulações pelo método Monte Carlo com o objetivo de verificar o impacto que a variação nestes parâmetros causam nos resultados obtidos para o prejuízo estimado em cada sub-bacia. Como exemplo foram realizados os cálculos para a sub-bacia Bom Retiro para o TR de 25 anos, sendo os resultados apresentados no Quadro 3.2.

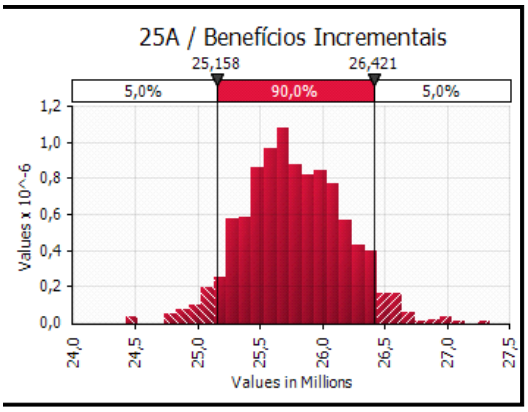
QUADRO 3.2

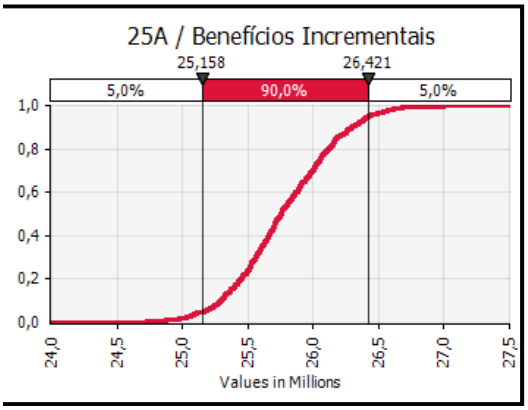
SIMULAÇÃO PARA OS PARÂMETROS K_D E M_E - SB BOM RETIRO

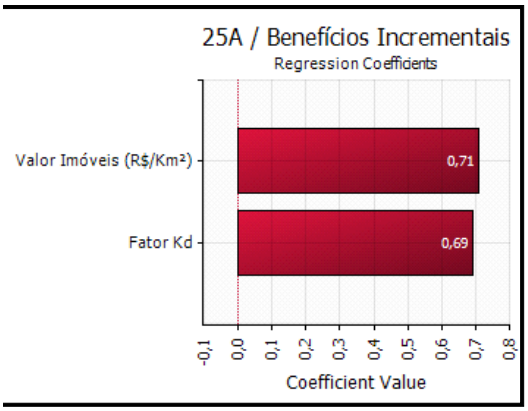
@RISK Output Report for 25A / Benefícios Incrementais

Performed By: Luiz Cláudio Faria

Date: terça-feira, 21 de setembro de 2010 21:32:00







Simulation Summary Information	
Workbook Name	03 BR Dano Evitado_Risco Kd.xlsx
Number of Simulations	1
Number of Iterations	1000
Number of Inputs	2
Number of Outputs	1
Sampling Type	Monte Carlo
Simulation Start Time	9/21/10 22:31:53
Simulation Duration	00:00:01
Random # Generator	Mersenne Twister
Random Seed	1286952892

Summary Statistics for 25A / Benefícios Incrementais			
Statistics		Percentile	
Minimum	24.422.974	5%	25.158.209
Maximum	27.347.866	10%	25.291.754
Mean	25.779.211	15%	25.371.727
Std Dev	398.392	20%	25.446.393
Variance	1,58716E+11	25%	25.511.231
Skewness	0,130792505	30%	25.558.540
Kurtosis	3,251183877	35%	25.609.665
Median	25.755.441	40%	25.658.360
Mode	26.057.860	45%	25.703.453
Left X	25.158.209	50%	25.755.441
Left P	5%	55%	25.809.777
Right X	26.420.527	60%	25.868.350
Right P	95%	65%	25.927.815
Diff X	1.262.318	70%	25.992.180
Diff P	90%	75%	26.054.579
#Errors	0	80%	26.112.995
Filter Min	Off	85%	26.180.973
Filter Max	Off	90%	26.300.365
#Filtered	0	95%	26.420.527

Regression and Rank Information for 25A / Benefícios Inc			
Rank	Name	Regr	Corr
1	Valor Imóveis (R$	0,710	0,698
2	Fator Kd	0,694	0,679

Como se observa, foram realizadas 1000 (mil) simulações pelo método Monte Carlo para ambos os parâmetros, buscando avaliar o impacto nos resultados da variável de saída do modelo, que é dada pelos benefícios estimados por danos evitados.

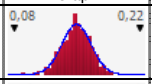
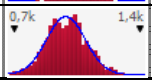
Através dos dados da regressão pode-se verificar que a variação nos dados dos parâmetros têm importância semelhante para as duas variáveis de entrada (K_D e M_e) do modelo, sendo o parâmetro M_e (valor dos imóveis) ligeiramente mais sensível a variações.

No Quadro 3.3 pode-se observar o intervalo de variações a que foi submetido o modelo, através das colunas *Min, Mean, Max*.

QUADRO 3.3

INTERVALOS DE VARIAÇÕES DA MODELAGEM DE EXEMPLO – SB BOM RETIRO

@RISK Input Results
Performed By: Luiz Cláudio Faria
Date: terça-feira, 21 de setembro de 2010 21:32:01

	Name	Cell	Graph	Min	Mean	Max	5%	95%	Errors
	Fator Kd	I43		0,09391558	0,1503893	0,2040662	0,125652	0,1724872	0
	Valor Imóveis (R$/Km²)	I42		704,53380	1003,15700	1304,41500	847,30300	1172,18400	0

Nos resultados apresentados no Quadro 3.2, pode-se observar que o valor dos benefícios por danos evitados, após serem submetidos à análise de sensibilidade[2], apresentam probabilidade de 90% de estarem no intervalo entre R$25,158 milhões e R$26,421 milhões na sub-bacia Bom Retiro. Tendo em vista que os cálculos da linha de base da análise de viabilidade econômica para os benefícios por danos evitados para o TR de 25 anos na sub-bacia do Bom Retiro foram estimados em R$24,2 milhões, pode-se considerar que o modelo base é bastante robusto, pois se encontra praticamente no centro do intervalo após o processo de 1000 (mil) simulações aleatórias para os parâmetros K_D e M_e, não se justificando a elaboração dos estudos de campo para identificar um parâmetro K_D específico para sub-bacia

Considera-se assim que os modelos estão ajustados de forma conveniente, não sendo necessários ajustes específicos do parâmetro K_D por sub-bacia, uma vez que o parâmetro M_e já incorpora a variabilidade desejada na tipologia dos imóveis suscetíveis à inundação, por sub-bacia.

Os cálculos dos danos associados a cada período de retorno resultam da multiplicação da área pela altura média, pelo valor do metro quadrado do imóvel e finalmente pelo coeficiente de correlação entre danos evitados e valor do imóvel, fixado em 0,15. Os resultados obtidos, são multiplicados pela probabilidade de ocorrência das inundações associadas ao respectivo período de retorno, que corresponde matematicamente ao inverso do número de anos. Somando-se os resultados obtidos para o período de retorno desejado e diminuindo-os do total referente à situação sem projeto obtém-se o benefício incremental por danos evitados.

[2] Realizadas 1000 (mil) simulações para cada variável de entrada.

3.1.2 Valorização Imobiliária

Às vezes, a avaliação social de projetos de investimentos requer que se atribuam valores monetários a 'bens' tais como ar puro, cursos d'água, parques (naturais ou não), locais com potencial turístico, patrimônios históricos, etc. Esses são exemplos de bens públicos ou 'bens de consumo coletivo' (Samuelson, 1954), que têm valor para a sociedade, mas não têm mercados onde tal valor possa ser expresso. Porém, a sociedade, como pré-requisito para a tomada de decisões sociais racionais, com o objetivo de avaliar qualquer investimento com vistas a utilizar ou proteger um dado recurso dessa natureza, necessita contar com mecanismos adequados para estimar o seu valor social.

Entre os vários métodos de avaliação extra-mercado existentes, os mais conhecidos são os denominados Custo de Viagem, Avaliação Contingente e Preços Hedônicos. O primeiro enfoque é usado para estimar a demanda (e os benefícios daí decorrentes) de vários tipos de recursos naturais, locais recreacionais, praias, reservas naturais e parques nacionais. O modelo do Custo de Viagem fundamenta-se no fato de que, para consumir os serviços proporcionados pelo recurso natural de que se trate, os usuários devem deslocar-se até esse local. Consumidores que moram a diferentes distâncias do lugar em questão incorrem em diferentes custos de viagem para atingi-lo. Essa diferença de custos proporciona uma "*cross-section*" de variações de preços que permitem, em princípio, estimar a chamada 'função de demanda de custo de viagem (BISHOP e HEBERLEIN, 1976 - LOOMIS et al., 1991).

A técnica de Avaliação Contingente consiste em perguntar aos beneficiários potenciais de um projeto específico quanto estariam dispostos a pagar pelas melhorias ambientais, ou pela instalação de serviços diversos, resultantes da implantação daquele projeto. A partir dessa informação sobre a disposição a pagar dos beneficiários, o método deriva estimativas dos benefícios. Para essa finalidade uma pesquisa de campo faz-se necessária. Ao utilizar esse método o objetivo maior é determinar o preço (valor) que a população alvo de um projeto estaria disposta a pagar para usufruir os benefícios gerados a partir de sua implantação. As perguntas feitas aos entrevistados, para tentar estabelecer essa disposição a pagar pelos serviços do projeto, referem-se a situações hipotéticas alternativas (MITCHELL e CARSON, 1989; HAUSMAN, 1993; AGUIRRE e FARIA, 1996).

Apesar de estar incluído entre os métodos de avaliação extra-mercado, o modelo dos preços hedônicos[3] refere-se a um tipo especial de mercado. Trata-se de mercados onde se transacionam bens de mesma natureza, mas com atributos diferentes (bens heterogêneos). O preço que equilibra um desses mercados reflete a quantidade de atributos que o bem em questão possui. Quanto melhores os atributos, maior o preço a eles atribuído. Existem muitos exemplos desse tipo: mercado de vinhos, de carros, de produtos manufaturados e de imóveis, entre outros. Hoje em dia, a utilização mais frequente desse método no trabalho empírico dos

[3] Essa expressão vem do inglês 'hedonic prices', e já ficou cunhada dessa forma entre os economistas que a usam. Sua origem está ligada ao Hedonismo, uma antiga filosofia grega que afirma que o homem, por natureza, é um ser que busca o prazer. A conotação de hedonista surge do fato do método basear-se na observação, no mercado, do comportamento do consumidor que, supostamente, age tentando maximizar sua utilidade (seu prazer).

economistas é, sem dúvida, na avaliação de imóveis, uma vez que as moradias têm muitos atributos.

O método utiliza informações estatísticas concretas, dados correspondentes a um mercado real qualquer, referentes ao preço de certo número de imóveis juntamente com a lista das características (atributos) dos mesmos. Todas essas informações permitem estimar uma 'função de preços hedônicos', mediante uma regressão múltipla onde o valor do imóvel é a variável dependente e todas as características dos imóveis são as variáveis independentes da relação. Os coeficientes de regressão estimados são os preços implícitos dos diferentes atributos.

Especificação da Função Hedônica

Os problemas enfrentados na estimação de uma função hedônica são os usuais do trabalho de estimação econométrica. Assim, encontrar a especificação correta da relação hedônica requer a escolha da variável dependente (preço do imóvel ou aluguel), a lista correta de variáveis independentes, e a verdadeira forma funcional.

De acordo com Aguirre e Faria (1997), uma vez que o objetivo da análise hedônica é determinar o impacto de uma característica sobre o valor do imóvel, mantendo os outros atributos constantes, um ponto importante é a identificação correta da lista de fatores relevantes a serem incluídos como variáveis independentes. Esse assunto ganha maior relevância - e fica mais difícil de ser tratado - devido à possibilidade da existência de multicolinearidade entre as características estruturais da moradia. Segundo os autores, considerações desse tipo nos levam a enfrentar um "*trade off*" entre aumentar o viés devido à omissão de variáveis que estão correlacionadas com a variável dependente em estudo ou aumentar a variância ou imprecisão dos coeficientes estimados quando são incluídas na regressão variáveis que são colineares.

Na literatura podem-se encontrar as mais diversas formas funcionais para essa função: linear, quadrática, logarítmica, semilogarítmica, e muitas outras. É comum uma análise começar estimando as formas linear e semilogarítmica. Nessa última, apenas a variável de resposta é transformada, permanecendo o conjunto de variáveis explicativas na mesma forma que no caso linear. Na sua forma mais simples, apenas a variável dependente é transformada, mantendo o mesmo conjunto de variáveis independentes.

Objetivando superar os obstáculos de se estimar a valorização imobiliária das áreas de projeto, este estudo utiliza a função de preços hedônicos para calcular os benefícios econômicos dos projetos nas respectivas sub-bacias. Em outras palavras, a função de preços hedônicos permite avaliar a capitalização devida ao projeto a partir de atributos específicos embutidos no projeto público e que não são transacionados em mercados bem estabelecidos.

Basicamente, o método escolhido propõe estabelecer a função hedônica de preços, na qual o valor do bem de mercado é variável dependente e as variáveis explicativas são as características

(prazeres[4]) que determinam este preço, que neste caso específico inclui-se entre elas, a eliminação ou redução de áreas inundadas por chuvas.

A base estatística utilizada para estimar a função hedônica de preços é o banco de dados do cadastro imobiliário do município de Joinville, de onde se extraóram as variáveis que estimam o valor de mercado dos imóveis, sendo estas utilizadas nos diferentes modelos estimados.

3.1.3 Benefícios de Tráfego

Para estimar os benefícios decorrentes do tráfego de veículos, foram feitas simulações considerando a metodologia tradicional de (i) redução do custo operacional de veículos e (ii) tempo de viagem dos usuários de automóveis e do transporte coletivo em Joinville em virtude da eliminação e/ou redução de pontos de alagamento nas vias públicas.

Do ponto de vista teórico, o deslocamento de um usuário faz correspondência a uma utilidade pessoal, de satisfação do mesmo, que incorpora um custo que deve ser suportado e através do qual as opções de deslocamento são levadas em consideração. Esse custo é denominado custo de circulação cujas principais variáveis diretas, e, portanto mais facilmente mensuráveis, são os custos relacionados ao tempo dos usuários e a operação dos veículos.

A quantificação dos benefícios econômicos para projetos que interferem na circulação de veículos é dada a partir das estimativas de redução em custos de operação (custo econômico) para os distintos tipos de veículos e de tempos de viagem para os usuários quando comparadas uma situação base (atual) com a situação futura (prevista) após a implantação do projeto. O primeiro, é reduzido sobretudo em consequência da melhoria nas condições das vias, pelo surgimento de alternativas viárias para os mesmos deslocamentos atualmente realizados, embora no caso em estudo a redução do custo operacional dos veículos esteja mais associada a diminuição e/ou redução dos pontos de estrangulamento nas vias públicas em decorrência de alagamentos. Em relação ao tempo de viagem dos usuários, os ganhos estão relacionados ao aumento da velocidade média do tráfego associado à diminuição das ocorrências de inundações nas vias públicas.

A adoção da situação atual com base de referência é um preceito consagrado de análise de viabilidade econômica de projetos. A adoção da situação base como sendo uma situação futura sem a implementação do projeto teria como único efeito, incorporar à linha de base as incertezas inerentes às projeções, ainda mais quando se trata de tráfego e sistema viário em um horizonte de 25 anos. Tendo em vista ainda, as indefinições sobre os cronogramas e priorizações para implantação das obras propostas no PDDU, à hipotética *"situação futura sem projeto"* caberia uma infinidade de possibilidades, desistimulando sua utilização como linha de base.

Considerando que os impactos das inundações no sistema viário provocam prejuízos que não estão limitados a uma única sub bacia do rio Cachoeira, foram estimados os benefícios totais para o conjunto de sub bacias do rio Cachoeira e posteriormente distribuídos entre as sub-

[4] Daí o nome Preços Hedônicos, derivado de hedonismo.

bacias de forma proporcional à população residente nas respectivas sub-bacias, uma vez que não foram realizadas pesquisas de tráfego do tipo origem-destino para determinar uma forma de alocação perfeita dos benefícios entre as sub bacias. Levando-se em conta que os benefícios de tráfego são relativamente baixos e os custos associados à preparação e realização de estudos de tráfego são muito elevados, não se justificaria a realização destes para estimar aqueles.

3.1.4 Benefícios Indiretos

Como medidas de benefício econômico foram considerados também os gastos correntes incorridos pelo Estado e Prefeitura na solução de problemas emergenciais devidos às enchentes e inundações frequentes na área de projeto.

Tendo em vista que não existem dados históricos confiáveis sobre o volume de recursos dispendidos pelo setor público com gastos com obras emergenciais para enchentes, foi adotado portanto, à exemplo do que já fora utilizado anteriormente pela Prefeitura de Joinville para o projeto de drenagem na bacia hidrográfica do rio Morro Alto, um acréscimo de 20% sobre o valor total dos benefícios diretos estimados, à título de benefícios indiretos proporcionados pelas obras, correspondentes aos gastos emergenciais do poder público para aplacar os efeitos das inundações na bacia do rio Cachoeira.

3.1.5 Benefícios Totais

A somatória dos benefícios estimados através das metodologias de (i) danos evitados, (ii) valorização imobiliária, (iii) benefícios de tráfego e (iv) benefícios indiretos (20% de I + II + III) corresponde aos benefícios totais dos projetos, os quais foram calculados para cada sub bacia e para os diversos tempos de retorno.

Cabe ressaltar que na primeira fase de avaliação do estudo, que corresponde à seleção da melhor alternativa econômica para cada sub bacia, os benefícios foram estimados somente para o tempo de retorno de 25 anos. Posteriormente, após a seleção da melhor alternativa de projeto[5] na sub bacia, foram estimados os benefícios para os tempos de retorno (TR) de 5, 10 e 50 anos, as quais serão comparadas em Fluxo de Caixa Descontado (FCD) com os respectivos custos, identificando-se o TR que máxima o Valor Presente Líquido (VPL).

3.2 CUSTOS

Com respeito aos gastos inerentes à implantação dos projetos, foram considerados os custos de investimentos e os custos de operação e manutenção.

3.2.1 Custo de Investimento

Os investimentos referem-se a todos os itens de serviços, material e equipamentos necessários à implantação da alternativa técnica identificada. Na primeira fase de avaliação de alternativas os custos de investimento foram estimados para três alternativas distintas em cada uma das sub

[5] Ver item 3.3 – Seleção de Alternativas

bacias do rio Cachoeira para o tempo de recorrência de 25 anos. Num segundo momento, definida a melhor alternativa de projeto nas respectivas sub bacias, foram estimados os custos da alternativa selecionada para os tempos de retorno de 5, 10 e 50 anos. A data base dos custos é agosto de 2010. Os preços financeiros (de mercado) foram convertidos[6] para preços econômicos (eficiência) de acordo com os fatores de conversão apresentados no Quadro 3.4, no item 3.2.3.

Para efeito de avaliação econômica, de forma conservadora e em benefício da segurança da análise, admitiu-se que todos os custos de investimentos são realizados no ano 1 dos projetos. Os custos de operação e manutenção são estimados a partir do ano 2 dos projetos. O prazo de avaliação é de 25 anos para todas alternativas avaliadas.

3.2.2 Custo de Operação e Manutenção

Os custos de operação e manutenção foram estimados para cada uma das alternativas de projeto em cada sub bacia, considerando-se o tempo de análise de 25 anos. A data-base dos custos de operação e manutenção são de agosto de 2010. Os preços financeiros (de mercado) foram convertidos para preços econômicos (eficiência) de acordo com os fatores de conversão apresentados no Quadro 3.4, no item 3.2.3.

3.2.3 Conversão de Preços Financeiros em 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[7] ou preço eficiência, é o preço que vigoraria no mercado se não existissem distorções. As distorções são as conhecidas falhas de mercado, adicionadas dos impostos e da distribuição de rendimentos, entre outras, tais como os monopólios, o desemprego e a desigualdade na distribuição de rendimentos.

A utilização de preço eficiência 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 de eficiência ou econômicos.

Para a conversão dos preços financeiros (de mercado) para preços econômicos (eficiência) foram utilizados os seguintes fatores de conversão indicados no Quadro 3.4.

[6] Ver item 3.2.3 – Conversão de preços financeiros em preços econômicos
[7] Shadow-Price

QUADRO 3.4
FATORES DE CONVERSÃO

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

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

3.3 SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS

Para a 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 mencionado anteriormente, na primeira etapa do estudo, para cada uma das sub-bacias, são avaliadas no mínimo três alternativas ("A", "B" e "C"), no tempo de recorrência de 25 anos, considerando-se:

a) Custos de investimento;

b) Custos de operação e manutenção;

c) Benefícios resultantes;

d) Análise benefício/custo através de fluxo de caixa descontado para um período de 25 anos e

e) Taxa de Oportunidade do Capital de 12% ao ano.

O fluxo de caixa simboliza as estimativas de custos e benefícios ao longo 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) Valor Presente Líquido e (ii) Taxa Interna de Retorno (TIR).

O Valor Presente Líquido (VPL) é um indicador que busca dimensionar o valor de um dado projeto. Em linhas gerais, pode-se dizer que o VPL é 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:

$$VPL = \{ \sum [FCn / (1 + i)n]\} - \{ C0 + \sum [Cn / (1 + i)^n]\}$$

onde,

C_0 = montante investido no momento zero;

C_n = montantes de investimentos previstos em cada momento subsequente;

$_i$ = custo de oportunidade do capital;

FC = Fluxos previstos de entradas de caixa em cada período 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 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,

$$C0 + \sum [Cn / (1 + i)n = \sum [FCn / (1 + i)n]$$

onde:

C_0 = montante investido no momento zero;

C_n = montantes de investimentos previstos em cada momento subsequente;

$_i$ = 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, por sub bacia, 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.

Entretanto, de acordo com os termos acordados com o Banco Interamericano de Desenvolvimento, haverá que se comparar a hierarquização econômica com a escolha efetuada pela população em cada sub bacia, cujo processo de seleção se deu através de audiências públicas.

Neste caso, quando comparados os critérios econômicos aos desejos manifestados pela população, a prioridade será da alternativa escolhida pela população local, desde que esta não apresente custos totais superiores em 50% da melhor alternativa econômica e, simultaneamente, apresente Taxa Interna de Retorno (TIR) maior ou igual a 12% e Valor Presente Líquido (VPL) maior ou igual a zero[8].

Isto significa que, para aqueles casos em que a alternativa escolhida pela população apresentar viabilidade econômica nos termos citados acima, a hierarquização pela TIR e VPL será secundária, dando-se desenvolvimento dos estudos técnicos para os tempos de retorno de 5, 10, e 50 anos para a alternativa escolhida pela população em cada sub bacia, independentemente de haver uma alternativa técnica com indicadores de retorno econômico (TIR e VPL) superiores à alternativa selecionada pela população.

Definidas as alternativas eleitas em cada sub-bacia, serão desenvolvidos os estudos técnicos para os tempos de retorno de 5, 10 e 50 anos, os quais serão submetidos à análise de viabilidade econômica, repetindo-se o processo de análise de rentabilidade econômica já realizado para a escolha da alternativa, calculando-se novamente a TIR e o VPL para cada tempo de recorrência, por sub-bacia. Em seguida, são realizadas análises de sensibilidade para diversos parâmetros da modelagem econômica, com o objetivo identificar as variáveis que mais impactam os indicadores de viabilidade econômica.

3.4 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Tradicionalmente, a análise de viabilidade de projetos passa pelas seguintes fases:

a) Identificação das alternativas de investimentos;

b) Estudo preliminar da viabilidade das alternativas, através da estimação de custos e receitas;

c) Aplicação de critérios simples de decisão e seleção preliminar das alternativas;

d) Estudo da viabilidade das alternativas selecionadas com aplicação de critérios quantitativos de decisão;

e) Considerações sobre risco, incerteza, análise de fatores intangíveis, etc. e tomada de decisão; e

f) Implantação das alternativas selecionadas.

Estas fases transcorridas não significam afirmar com certeza que a alternativa de investimento escolhida através deste processo seja a mais rentável, ou até mesmo que proporcione lucro (no caso do setor privado). Este fato ocorre, principalmente, porque a análise de investimento é toda feita por projeções, ou seja, estimam-se custos de investimentos, custos operacionais e benefícios econômicos, entre outras variáveis. Considerando-se que todo ato de projeção

[8] Conforme entendimento firmado na Ajuda Memória da teleconferência realizada entre representantes do Consórcio, da Gerenciadora e do BID em 13/07/2009.

apresenta riscos associados a ele, não há como afirmar com toda certeza qual foi a melhor projeção, consequentemente, se a hipótese base é aquela que maximiza os benefícios entre todas as opções disponíveis.

Quando se trabalha com a avaliação por fluxo de caixa descontado (FCD) surge uma grande deficiência, a qual pode até minimizar a importância dos instrumentos utilizados na análise. Esta deficiência é que o output (saídas das variáveis), frequentemente depende de vários inputs (entradas) os quais são carregados de incertezas, ou seja, foram estimados através de projeções.

Segundo Faria, Melo e Saliby (1999), o que usualmente se faz é introduzir no problema os valores mais prováveis destas variáveis, o que é uma simplificação da realidade. O que ocorre é que muitas vezes a combinação destes valores mais prováveis é, por si só, improvável, e esta simplificação pode conduzir a uma análise inadequada dos resultados.

Até porque, à medida que as projeções pretendem retratar um comportamento futuro, menores são suas chances de estarem corretas. Dessa forma, é preciso atentar-se para o fato de que análises feitas por projeções apresentam riscos associados a ela, sendo este, a probabilidade do que foi projetado não acontecer, e consequentemente, os resultados previstos não se efetivarem.

Assim, segundo WOILER e MATHIAS (1996), emprestamos um caráter determinístico às projeções, quando, na verdade, o futuro se nos apresenta probabilístico. De acordo com Scherr (1989), o risco das previsões propostas não se efetivarem por causa das estimativas estarem sujeitas aos erros de previsão podem ser superadas através de três métodos de análise: inclusão da taxa de desconto ajustada, análise de sensibilidade e simulação.

No método da taxa de desconto ajustada, a taxa de oportunidade do capital é aumentada para permitir projetos de risco mais alto. Este método tem o inconveniente de discriminar projetos de longa duração e foi descartado no presente estudo.

Quanto à análise de sensibilidade, esta é muito limitada, pois os ajustes são feitos em algumas variáveis de forma determinística, ou seja, carrega em si a mesma carga de incerteza já introduzida nas projeções iniciais e seu efeito prático é apenas aumentar a elasticidade dos parâmetros de entrada das projeções iniciais resultando na determinação de intervalos mais elásticos também para os resultados e devido ao seu caráter limitado, este método também foi descartado.

A escolha da simulação, também chamada de análise de risco, como procedimento para um teste de estresse na análise benefício-custo é justificada pelo fato de que a simulação é uma tentativa de replicação de um sistema real, através da construção de um modelo matemático tão parecido quanto possível com a realidade. Ela procura modelar um sistema e observar como as variáveis nos parâmetros de entrada[9] do sistema afetam suas variáveis de saída[10], mas diferentemente dos métodos determinísticos usualmente utilizados, os métodos probabilísticos

[9] Custos e receitas do projeto
[10] VPL e TIR

consideram o risco em suas projeções, traçando a probabilidade de ocorrência de cada evento ou o conjunto deles, simultaneamente. Este foi o método utilizado para o presente estudo.

3.4.1 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 em relação a metodologia tradicional, em que os valores são determinísticos e não existe a consideração do risco nas projeções. Para isto, o modelo simula valores diferentes para as variáveis de entrada do sistema base, tais como: (i) custos de investimentos, (ii) taxa de oportunidade do capital, (iii) benefícios por danos evitados e (iv) benefícios por valorização imobiliária.

Estes parâmetros de entradas do modelo são 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.

Com o apoio de recursos computacionais, como planilha eletrônica associada a *softwares* específicos para simulação, pode-se encontrar a distribuição de frequência assumida para as variáveis de saída (VPL e TIR no presente estudo). Foi utilizado para o desenvolvimento da simulação o software Palisade @Risk 5.0 for Excel. Tal software trabalha vinculado com a planilha eletrônica Excel a partir de um modelo construído para simular "n" valores (500 simulações aleatórias no presente estudo) para cada variável de entrada, obtendo-se ao final "n" valores para a variável de saída, o que possibilita 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 somente para a melhor alternativa de projeto em cada sub-bacia.

A título de ilustração, são apresentadas as Figuras 3.1 e 3.2, que representam as respectivas distribuições de probabilidade encontradas para as variáveis de saída (VPL e TIR) de um modelo hipotético para a construção de um gasoduto, após as simulações realizadas nas variáveis de entrada do modelo base.

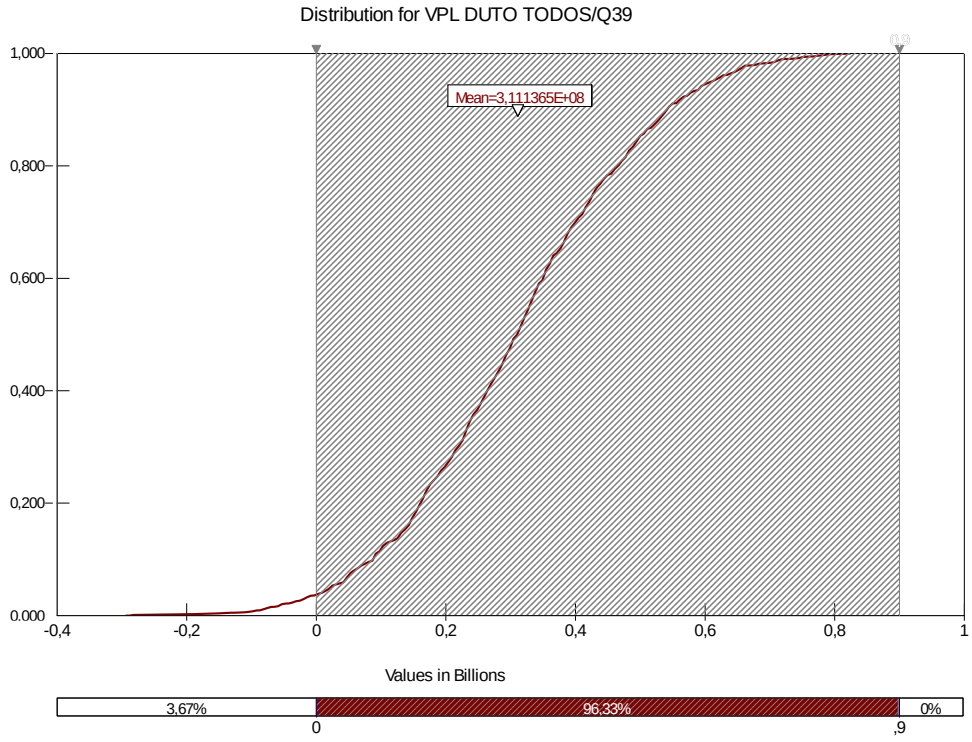


Figura 3.1 – Distribuição de Probabilidades para VPL do projeto.

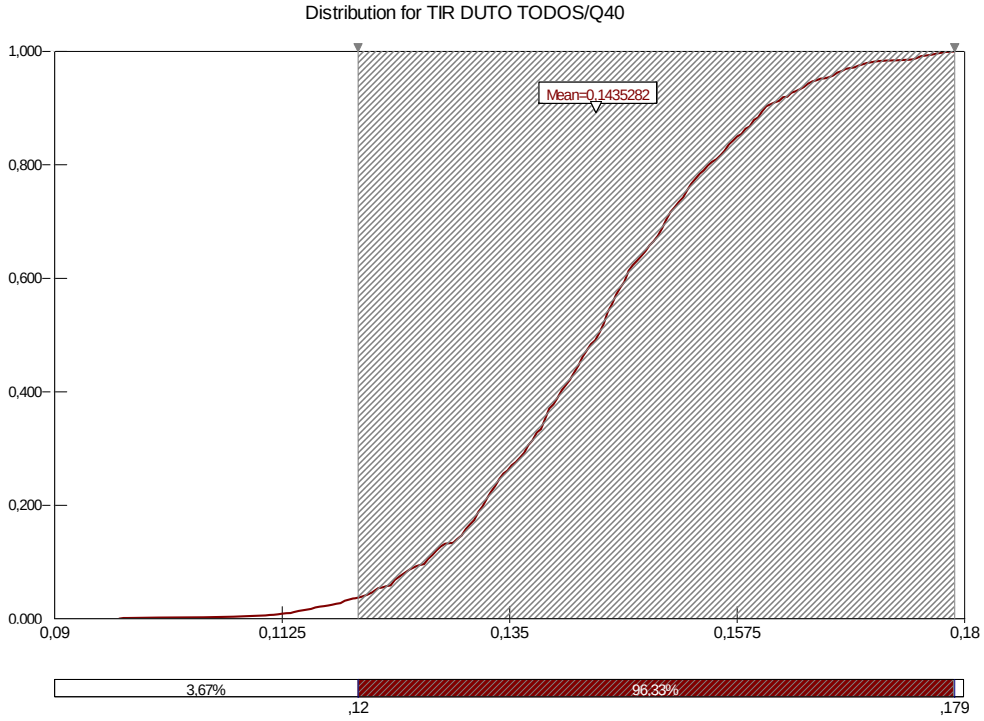


Figura 3.2 – Distribuição de Probabilidades para TIR do projeto.

Para a análise dos resultados do projeto hipotético apresentado acima, os valores dos VPLs maiores que zero são representados na Figura 3.1 pela área hachurada, assim como os valores para a TIRs maior que 12% na Figura 3.2.

Nestas circunstâncias existe uma chance, isto é, uma probabilidade de 96,33% do projeto de investimento ser viável financeiramente, e consequentemente, uma probabilidade de 3,67% do projeto não ser viável, o que corresponde ao risco a ser assumido pelo investidor em caso de decidir-se pela implantação do projeto, considerando-se os "n" testes efetuados nas variáveis de entrada do modelo base.

4. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO DAS ALTERNATIVAS

4.1 CONCEPÇÃO DE ALTERNATIVAS

Para a realização dos estudos procurou-se elaborar, em princípio, três alternativas distintas combinando obras e intervenções de drenagem para cada sub-bacia, em conformidade com as diretrizes e concepção geral descritas a seguir. A concepção das alternativas buscou privilegiar os melhores arranjos e características das intervenções, atrelada às particularidades de cada sub-bacia.

Neste processo optou-se por associar a cada uma das alternativas um conceito/diretriz principal, combinando o mesmo com outras possibilidades de intervenção.

As diretrizes básicas consideradas buscaram utilizar e/ou combinar soluções que garantissem: (i) a ampliação da capacidade de vazão do curso d'água com obras de baixo custo; (ii) a implantação de obras de maior custo sob as vias públicas (galerias), minimizando as desapropriações; e/ou (iii) a implantação de reservatórios de detenção visando manter, sempre que possível, as vazões de cheias em valores inferiores à capacidade da rede de drenagem existente. Registre-se, por fim, que as alternativas concebidas poderão resultar em simples variantes entre as mesmas, buscando verificar o melhor comportamento e resposta das soluções envolvidas.

4.1.1 Alternativa A

A concepção da alternativa A tem por diretriz básica a adoção de soluções que garantam 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. Como consequência as cheias são rapidamente afastadas para jusante.

Nesta alternativa as obras são dimensionadas para a vazão de pico que percorre os diversos trechos da rede de macrodrenagem. Sua grande desvantagem está em que ao transferir para jusante os picos de vazão, sem a inundação das várzeas laterais, os picos de cheia dos trechos a jusante são significativamente aumentados.

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

Considerando que na área urbana de Joinville os canais de drenagem têm suas margens ocupadas e, em geral, não há espaço para ampliação do canal, foram adotados os seguintes critérios para concepção e dimensionamento das obras envolvidas na alternativa A:

- ✓ a alternativa A procura privilegiar e analisar a viabilidade de implantação de obras menos custosas, ou seja, canais escavados, evitando, em princípio, o emprego de obras de contenção e revestimentos. É importante registrar que mesmo com a adoção de estruturas de contenção lateral, mostra-se inevitável uma desapropriação lateral para garantir a implantação das pistas laterais de acesso e manutenção e da seção hidráulica requerida, por vezes significativa e da mesma ordem de grandeza das soluções sem contenção, conforme ilustrado, de forma esquemática, na Figura 4.1.

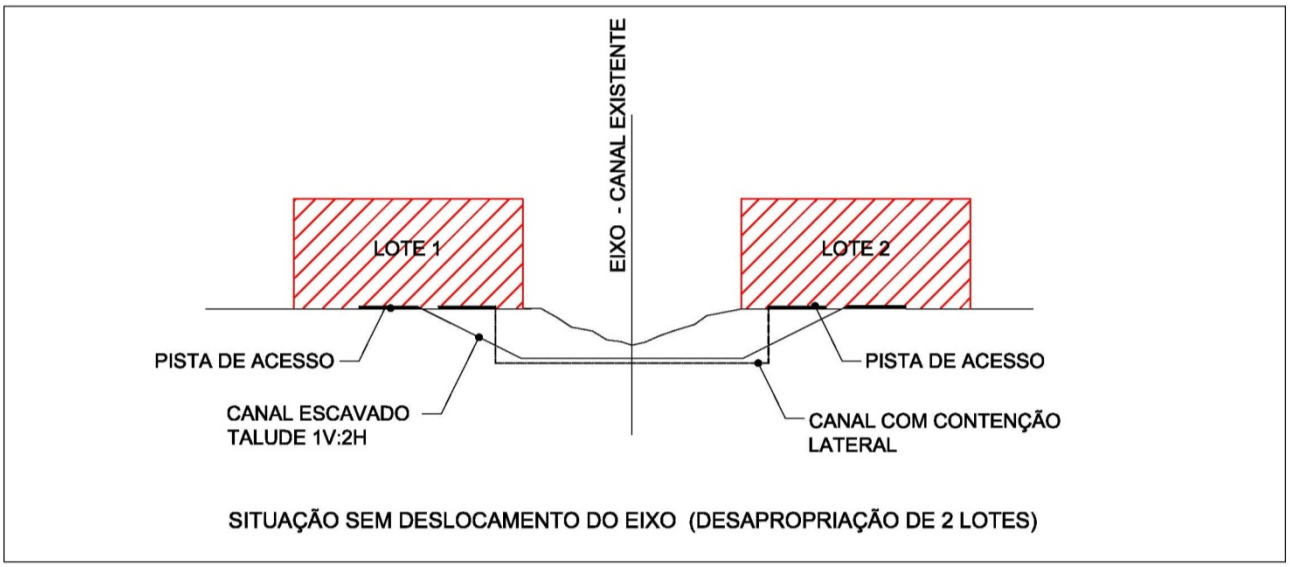


Figura 4.1 – Canais com contenções laterais vs. Faixas de desapropriação.

- ✓ considerando que na fase de análise de alternativas o critério de desapropriação considera a desapropriação integral dos imóveis afetados, o eixo do canal deverá preferencialmente ser deslocado para uma das margens, minimizando a desapropriação, conforme ilustrado esquematicamente na Figura 4.2;

- ✓ os canais serão revestidos nos casos em que a velocidade de escoamento assim o exigir;

- ✓ em casos específicos, por exemplo em subtrechos que envolvam edificações de difícil remanejamento, poderão ser previstas obras de contenção em concreto ou gabião.

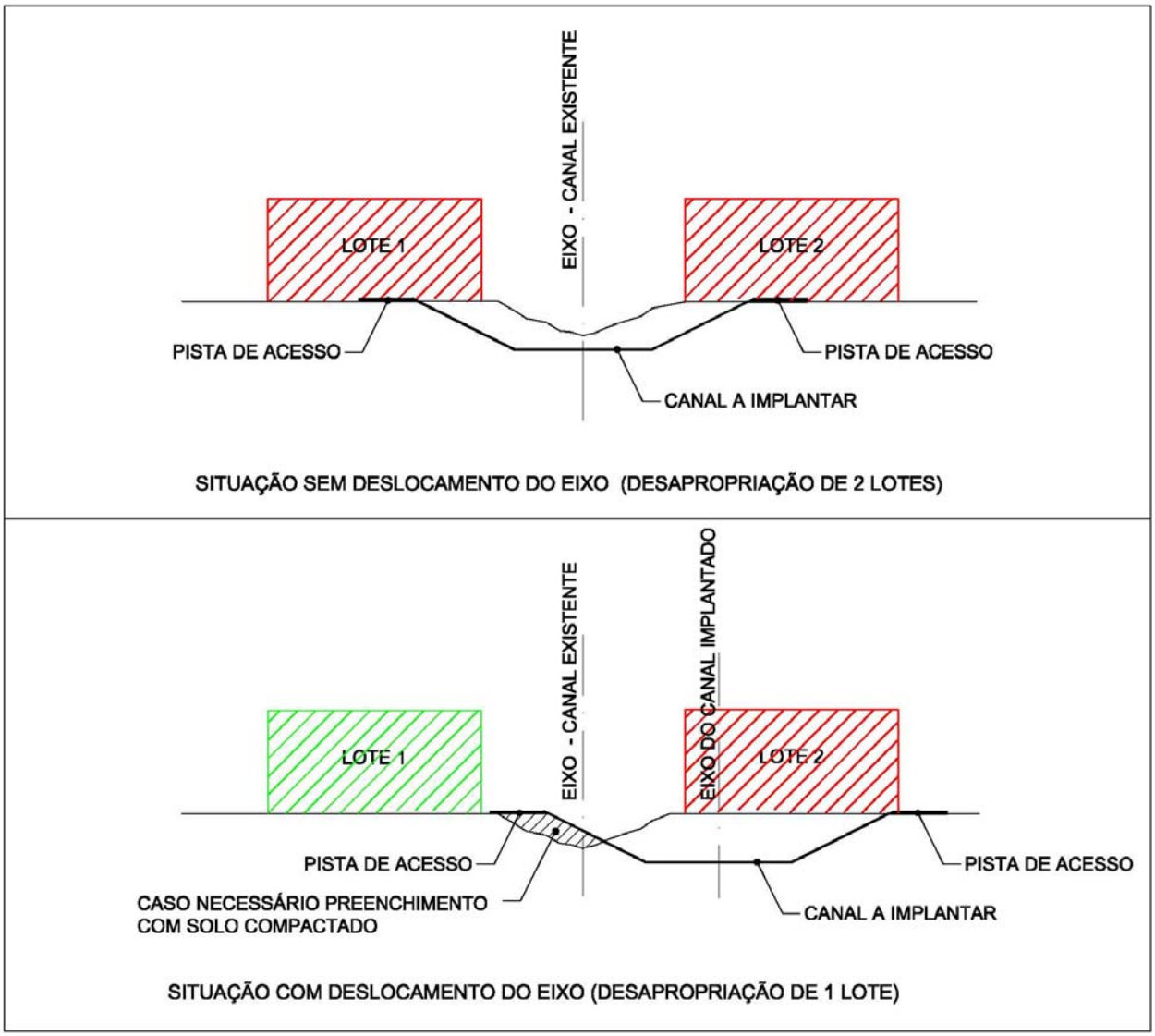


Figura 4.2 – Relocação do eixo dos canais para minimizar as desapropriações.

4.1.2 Alternativa B

A concepção da alternativa B busca incorporar soluções que minimizem os problemas de desapropriação e, em especial, de remoção/relocação de moradores ribeirinhos. Desta forma, como critério geral, considera a construção de dispositivos que desviem parte do fluxo do canal principal para um "*by-pass*" construído em áreas disponíveis. Estes dispositivos são combinados com outras soluções, complementando a capacidade de vazão dos canais existentes.

Esta alternativa privilegia, portanto, o emprego de dispositivos que reduzam o impacto na população ribeirinha, incorporando, por exemplo, galerias de concreto armado de grandes dimensões sob a via pública. Em contraposição, devido à construção sob a via pública, é gerado nos trechos de adoção desta solução maior impacto durante o período de obras, com a interrupção de trânsito na via para implantação da galeria.

Através desta alternativa há uma redução, nos trechos onde viabiliza-se a implantação de galerias, no impacto das obras em relação aos moradores das margens e, em especial, nos custos de desapropriação.

4.1.3 Alternativa C

A concepção da alternativa C procura privilegiar e incorporar soluções que diminuam as vazões que percorrem o sistema de macrodrenagem da bacia do rio Cachoeira, obviamente combinadas, onde necessário, com outras intervenções e soluções complementares. Para atingir este objetivo, em cada sub-bacia analisada são procurados locais que possibilitem a construção de reservatórios de detenção de cheias. Os reservatórios de detenção visam reduzir localmente a vazão de pico, e com isso diminuir a onda de cheia nos trechos a jusante.

Com a redução dos picos de cheia, esta alternativa, ao privilegiar o conceito retromencionado, gera um impacto de menores proporções em relação às duas alternativas anteriores no aspecto de desapropriação/relocação de populações ribeirinhas. Por se tratar de uma solução pontual que busca contribuir para a redução das vazões a jusante, devido ao amortecimento da cheia com a retenção local do excesso de vazão, seus benefícios muitas vezes são proporcionados não na sub-bacia em estudo, mas nos trechos situados a jusante.

Sob o aspecto de funcionamento/operação existem dois tipos de bacia de detenção: com ou sem equipamentos a serem utilizados na operação do dispositivo. Nas reuniões havidas entre o Consórcio e a PMJ foi constatado que esta Prefeitura, à semelhança da maioria das municipalidades brasileiras tem dificuldades para garantir a manutenção de equipamentos que serão necessários para garantir o perfeito funcionamento dos dispositivos.

Desta maneira, os reservatórios de detenção considerados para implantação no município de Joinville são do tipo gravidade, isentos de equipamentos de manobra e/ou bombeamento. Neste tipo de dispositivos, o escoamento do reservatório se dá pela ação da gravidade. O controle de vazão é realizado por dispositivos hidráulicos que restringem a vazão de saída do reservatório fazendo com isso que parte das vazões afluentes se acumule no interior do reservatório, reduzindo ou mesmo eliminando a necessidade de ampliação da capacidade hidráulica dos canais e galerias situados a jusante. O esvaziamento do reservatório é realizado quando da diminuição da vazão afluente, ocasião em que a vazão de saída passa a superar a de entrada até o esvaziamento do reservatório. As soluções de reservação merecem atenção especial no tocante a manutenção, tendo em vista o elevado potencial de assoreamento, vetores, odores, etc. No item seguinte apresentam-se as bases teóricas e critérios a serem utilizados para consideração do transporte de sedimentos e assoreamento dos reservatórios e demais dispositivos de drenagem, enquanto que no item 5.2.3 são indicados os critérios para estimativa dos custos de operação e manutenção dos sistemas.

4.1.4 Tipologia das Obras de Drenagem Principais Consideradas

Para configuração das alternativas descritas forma consideradas as seguintes obras principais: canais a céu aberto com e sem revestimento, galerias "by-pass", reservatórios e travessias

(galerias e pontes), cuja representação esquemática encontra-se ilustrada nas Figuras 4.3, 4.4, 4.5 e 4.6, respectivamente.

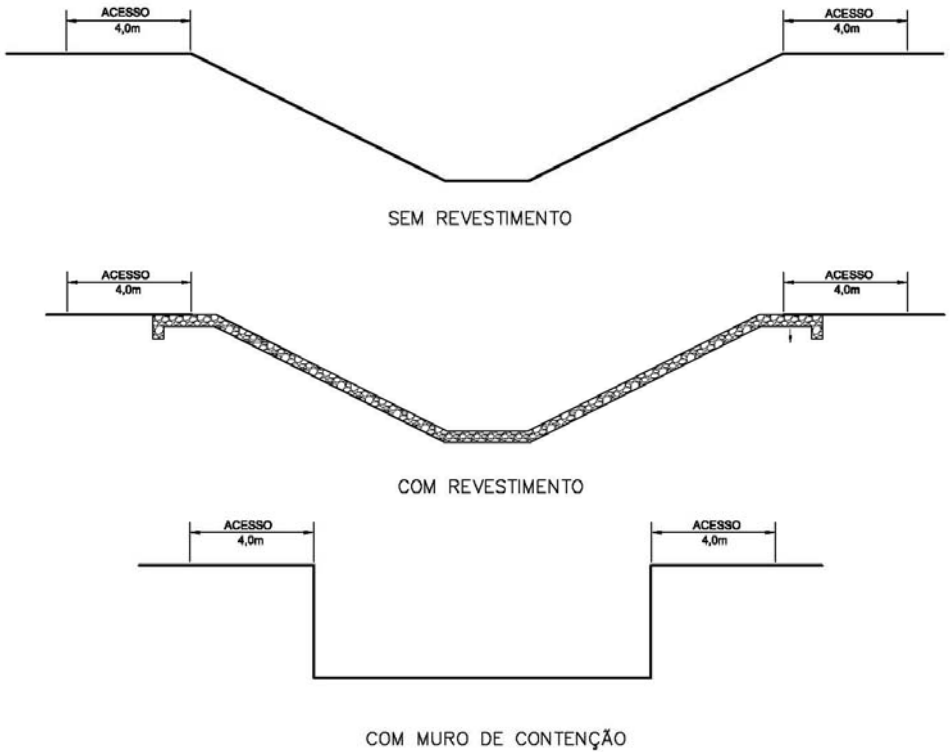


Figura 4.3 – Tipologia das obras de drenagem principais – Canais.

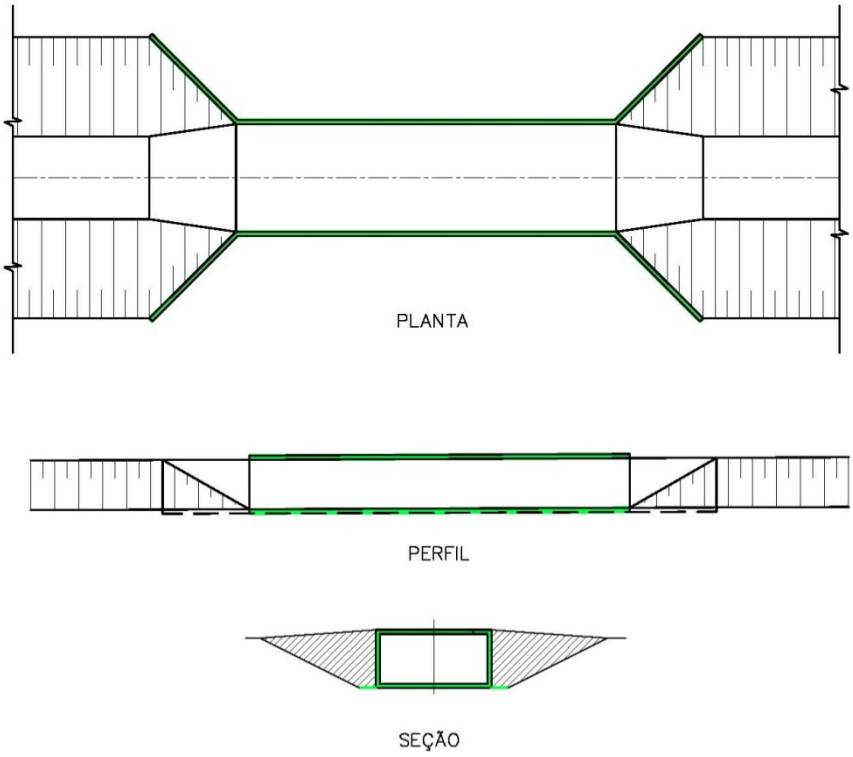


Figura 4.4 – Tipologia das obras de drenagem principais – Galerias.

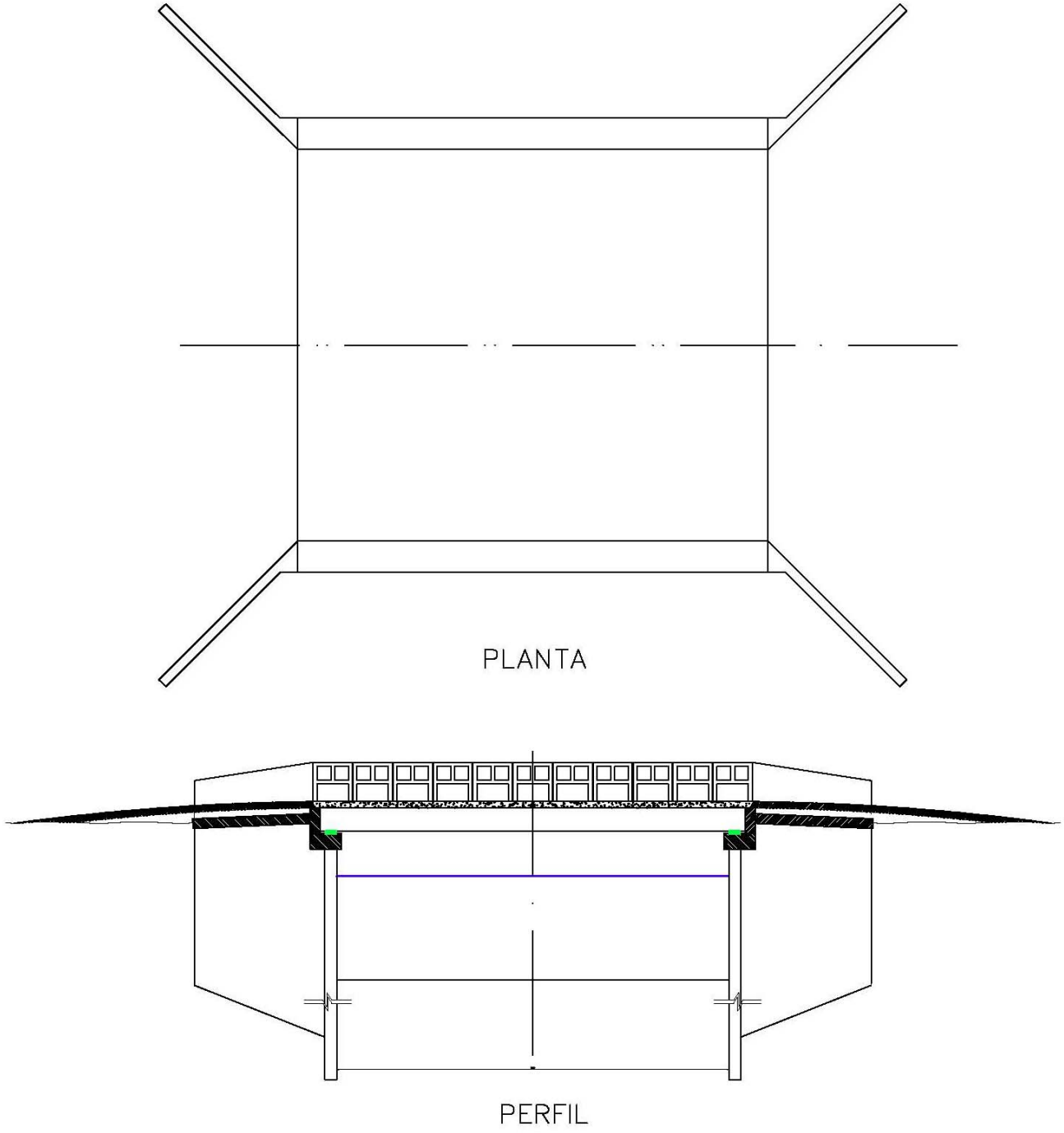


Figura 4.5 – Tipologia das obras de drenagem principais – Pontes.

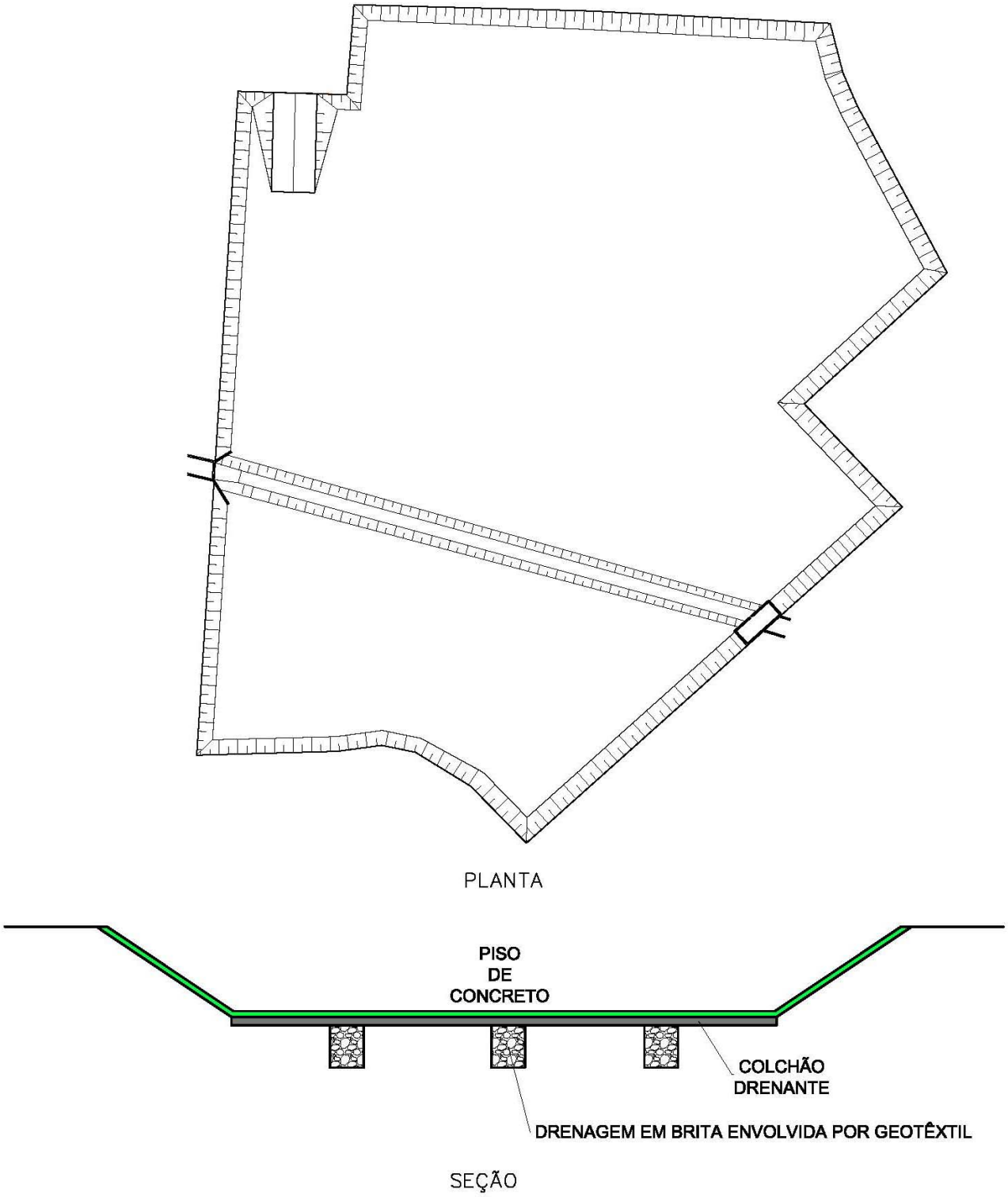


Figura 4.6 – Tipologia das obras de drenagem principais – Reservatórios.

4.2 CRITÉRIOS PARA QUANTIFICAÇÃO DO APORTE DE SEDIMENTOS

O transporte e a deposição dos sedimentos são comandados pelas leis da hidrodinâmica. Os processos fundamentais de transporte de partículas sedimentares em meio fluído podem ser resumidos em três tópicos: tração e rolamento, saltação e suspensão.

As partículas mais pesadas são transportadas junto ao fundo em contato com outras partículas. À mesma velocidade, as partículas mais leves são carreadas por saltação, enquanto as menores por suspensão.

Duas noções surgem como importantes para o transporte fluvial: a *competência* e a *capacidade*. A competência retrata o tamanho das partículas que podem ser movimentadas pelo fluxo, sendo determinada pelo diâmetro encontrado entre os detritos transportados como carga de leito. A capacidade relaciona-se com a quantidade de material que pode ser removida por unidade de tempo. A capacidade corresponde à quantidade máxima de sedimentos, de determinada granulometria, que o rio pode transportar (CHRISTOFOLETTI, 1981).

4.2.1 Processos de Transporte

a) Transporte por Tração e Rolamento

A porção mais grosseira de um sedimento é transportada por tração e rolamento, constituindo a carga de tração, enquanto as partículas sílticas e argilosas são levadas em suspensão.

Em geral, os sedimentos de diferentes ambientes apresentam um subgrupo de granulometria mais grosseira que exibe valores de diâmetro médio e seleção diferentes dos dois outros subgrupos. Mas alguns sedimentos, como os de origem fluvial, não permitem separar muito claramente os subgrupos de saltação e de rolamento. Sugeriu-se (SUGUIU, 1982) que o ponto de limiar entre esses sub-grupos situa-se próximo a 2Ø, que é o limite de validade para as partículas que se decantam segundo as leis de impacto e de Stokes.

b) Transporte por Saltação

Há poucas informações sobre a fração granulométrica máxima que se pode mover por saltação. Vários fatores hidrodinâmicos, tais como velocidade da corrente, profundidade da água e natureza do leito, podem controlar o diâmetro máximo da partícula a ser transportada por saltação (SUGUIU, 1982).

c) Transporte por Suspensão

O diâmetro do material transportado em suspensão é comumente menor que 0,1 mm, mas o tamanho máximo depende da energia e da turbulência do meio de transporte (SUGUIU, 1982).

A granulometria máxima do material depositado a partir de uma suspensão depende das condições hidrodinâmicas por ocasião da sedimentação. Normalmente, ocorre uma mistura

em maior ou menor grau entre as cargas de suspensão e de fundo, fato que pode ser facilmente reconhecido como subpopulações separadas nas curvas de probabilidade .

As distribuições verticais dos sedimentos em suspensão em um curso d'água, dadas suas frações granulométricas, são apresentados pela Figura 4.7.

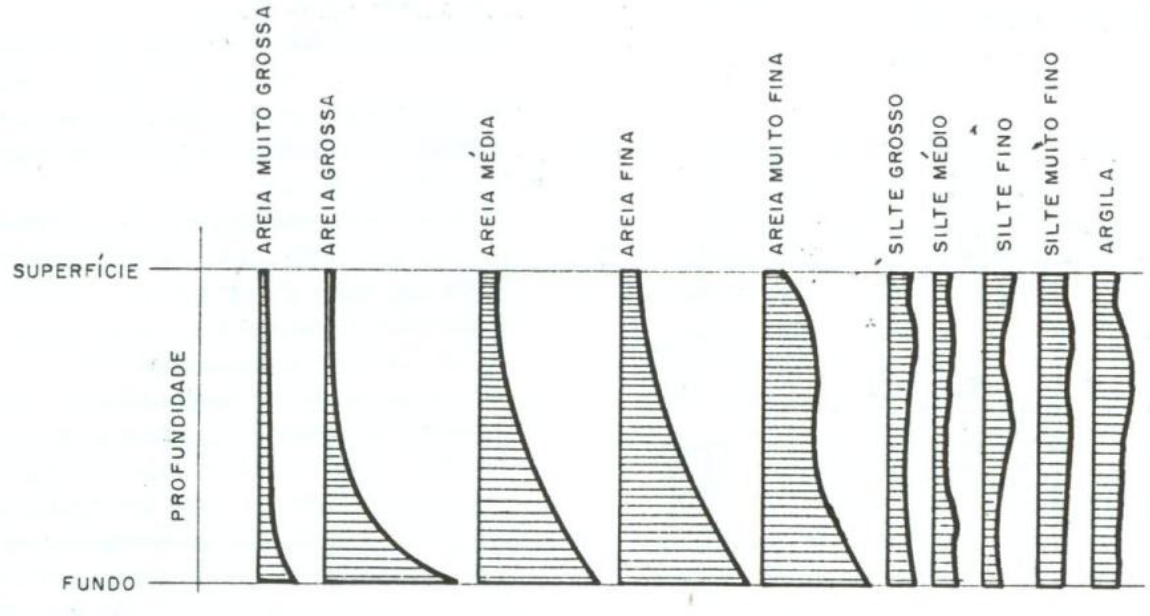


Figura 4.7 – Distribuições verticais das frações granulométricas em um curso d'água. (CARVALHO, 1994)

4.2.2 Descarga Sólida Total pelo Método Simplificado de Colby (1957)

Existem várias equações semiempíricas que objetivam estimar a descarga sólida de arraste em um determinado canal fluvial. Entretanto, essas equações não permitem o uso de dados antigos. São onerosas, pois necessitam análises do material em campo, em laboratório, além de um período mínimo recomendável de um ano hidrológico.

Devido aos escassos dados sobre os materiais do leito e características físicas das águas de um rio, muitos autores (SANTOS et al, 2001; CARVALHO, 1994) sugerem a equação do método simplificado de Colby (1957), baseado no método modificado de Einstein. Esse método é vantajoso, devido a simplicidade e ao uso de poucos dados. Permite, outrossim, o aproveitamento de dados antigos.

Esse método necessita dos dados morfométricos do leito, tal qual a sua largura em metros, da concentração de sedimentos em suspensão (em ppm ou mg/l), da descarga líquida (m^3/s), da velocidade média do fluxo (m/s) e da profundidade média (m).

A descarga sólida total é calculada pelas seguintes expressões:

$$Q_{st} = Q_{sm} + Q_{nm} \ (1)$$

$$Q_{sm} = 0{,}0864 \ . \ Q \ . \ C_s \ (2)$$

$$Q_{nm} = q_{nm} \cdot K \cdot L \quad (3)$$

Em que:

Q_{st} – descarga sólida total, em t/dia;

Q_{sm} – descarga sólida medida, em t/dia;

Q_{nm} – descarga sólida não medida, em t/dia;

Q – descarga líquida, em m^3/s;

L – largura do rio, em m;

K – fator de correção.

O valor Q_{nm} corresponde à descarga de arrasto somada à descarga não-amostrada, sendo encontrado com auxílio de ábacos a partir da velocidade média em m/s, da profundidade média em m, da concentração de sedimentos em suspensão medida em ppm (ou mg/l) e da largura da seção em m.

O procedimento de uso dos ábacos e cálculos é o seguinte:

- ✓ No ábaco 1 (Figura 4.8) é necessária a velocidade média para obtenção do q_{nm}, cujo produto será a descarga sólida não medida aproximada por metro de largura;
- ✓ No ábaco 2 (Figura 4.9), a partir da velocidade média e da profundidade média obtém-se C_r, concentração relativa;
- ✓ Calcula-se C_s / C_r, obtendo-se a razão de eficiência;
- ✓ Utilizando-se o ábaco 3 (Figura 4.10) e a partir de C_s / C_r, obtém-se o K, fator de correção;
- ✓ Calcula-se a descarga sólida não-medida Q_{nm} pela expressão anteriormente indicada.

Em estudos realizados entre 2003 e 2007, nas sub-bacias do Rio Cubatão (OLIVEIRA et al, 2007), em Joinville, e em uma bacia localizada em área urbana de Jaraguá do Sul (POLZIN et al, 2005), adaptou-se os ábacos e a equação do método simplificado de Colby em um *software* (POLZIN et al, 2005), o qual utiliza as mesmas premissas da equação analógica, facilitando a inserção dos parâmetros exigidos e obtendo os resultados instantaneamente. Tal *software* será utilizado pelo Consórcio para quantificação das descargas sólidas.

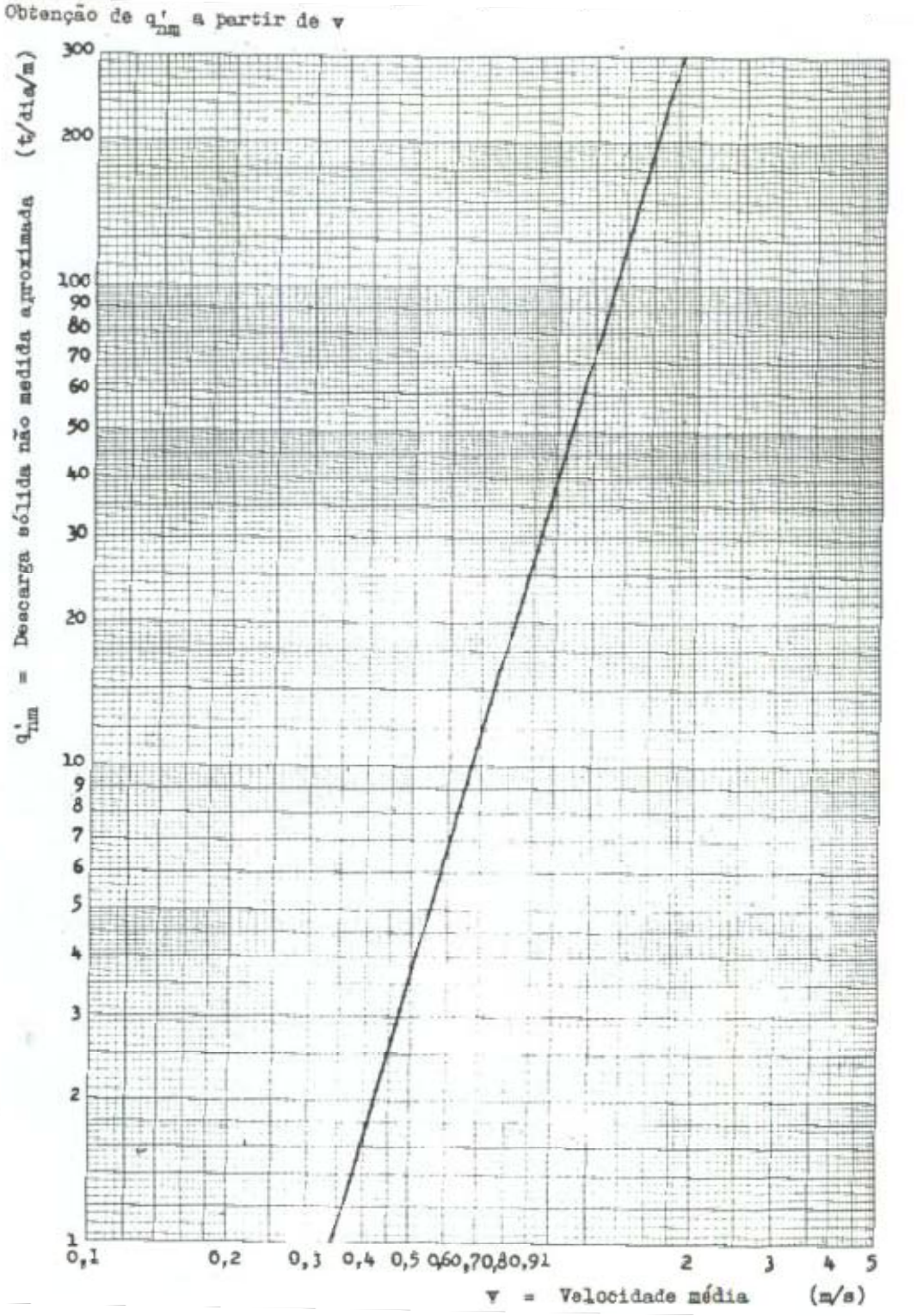


Figura 4.8 – Ábaco 1 - Obtenção da descarga sólida não-medida aproximada, por metro de largura do rio, a partir da velocidade média do curso d'água (adaptado ao sistema métrico). (CARVALHO, 1994)

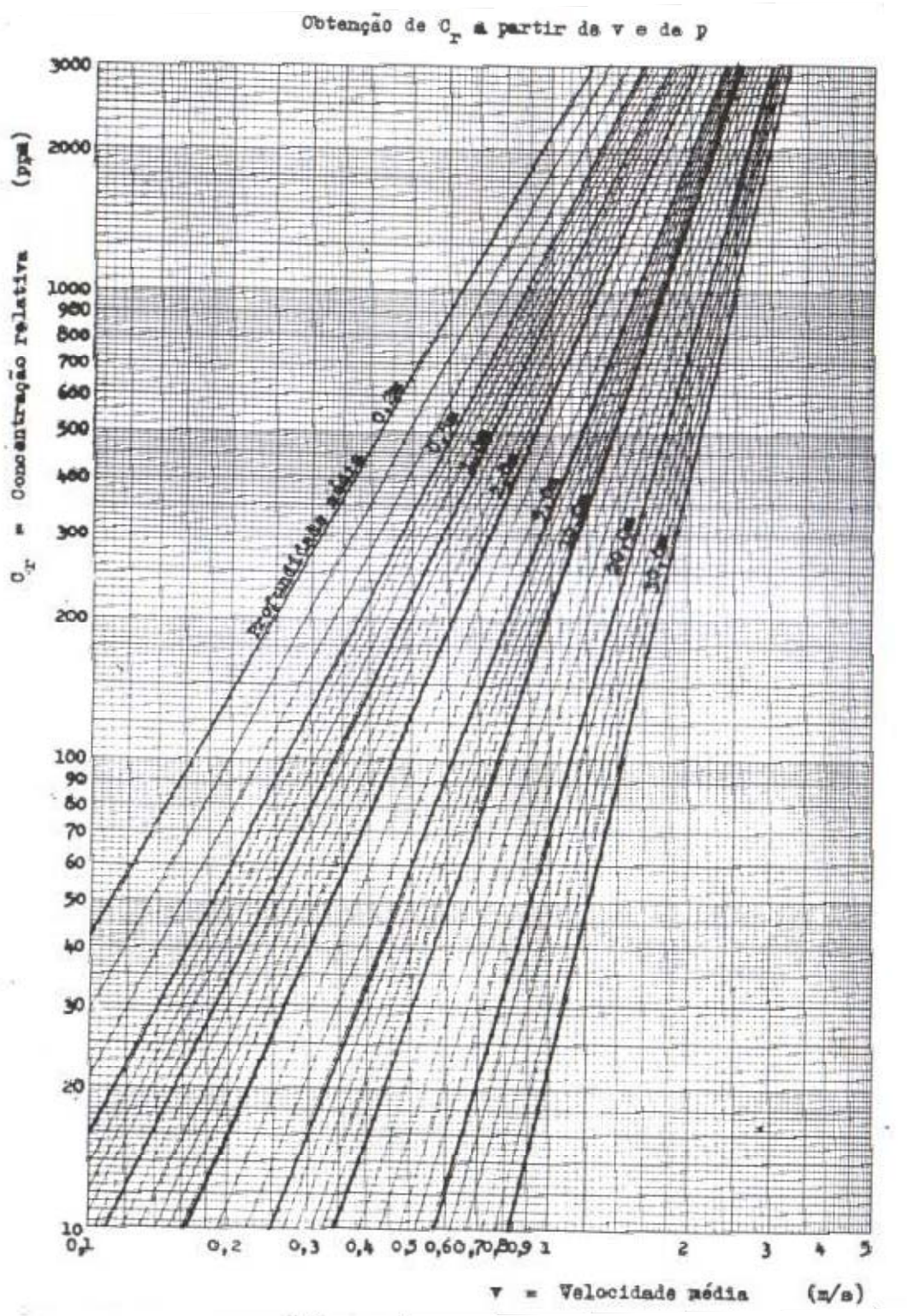


Figura 4.9 – Ábaco 2 - Obtenção da concentração relativa a partir da velocidade média e da profundidade média do curso d'água (adaptado ao sistema métrico).
(CARVALHO, 1994)

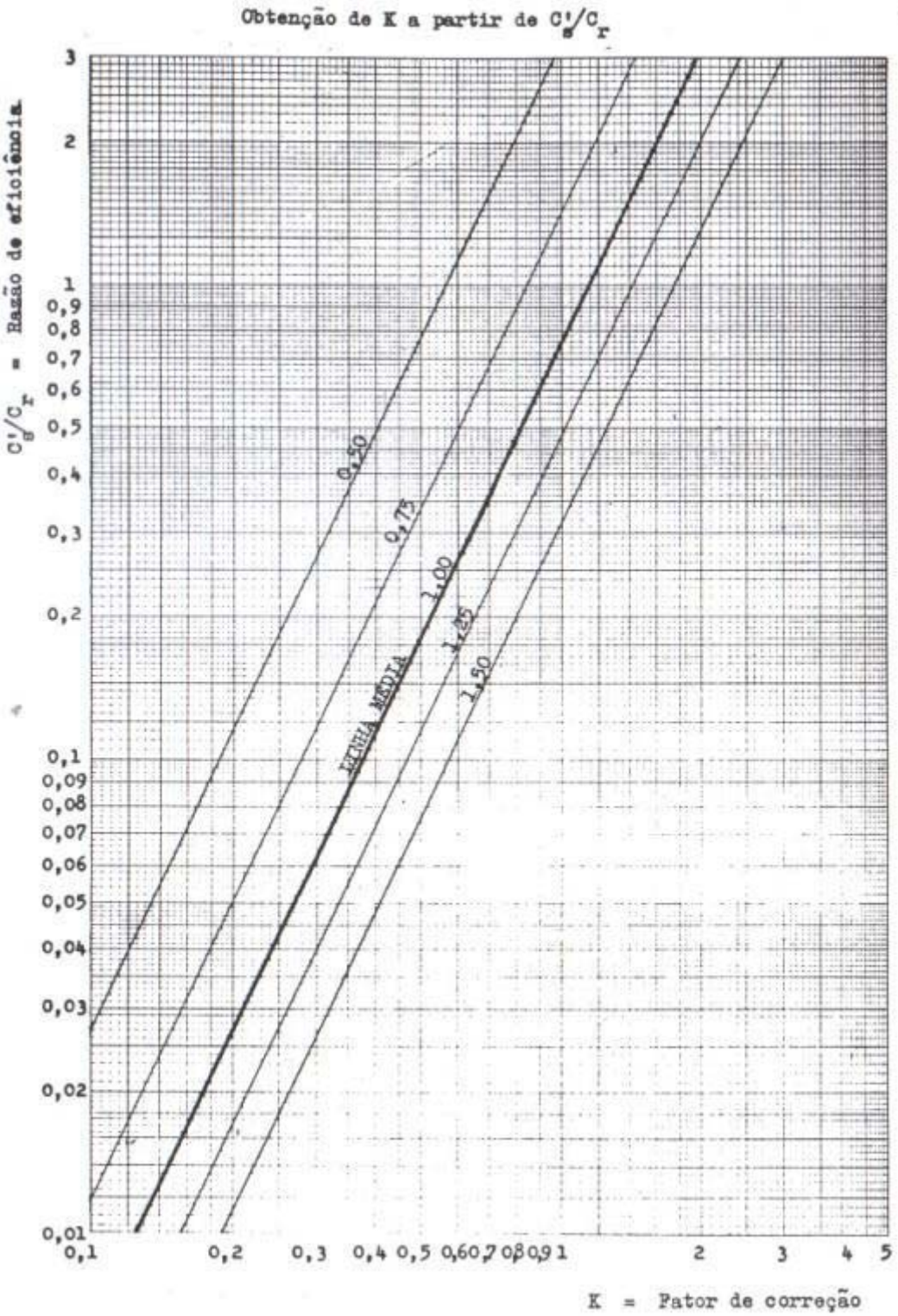


Figura 4.10 – Ábaco 3 - Obtenção do fator de correção a partir da razão de eficiência. (CARVALHO, 1994)

4.2.3 Critérios para Quantificação do Aporte de Sedimentos na Bacia do Rio Cachoeira

Para estimar a produção de sedimentos nas sub bacias do rio Cachoeira, utilizou-se o método simplificado de Colby (1957) para o cálculo da descarga sólida total no leito, cujo embasamento teórico e formulação para quantificação foram apresentados anteriormente. 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 4.1) para obtenção da taxa de sedimentos carreados no rio Cachoeira.

QUADRO 4.1
DADOS DA ESTAÇÃO FLUVIOMÉTRICA 5

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

Devido à escassez de dados hidrossedimentométricos na região da bacia e, dadas às características semelhantes de ocupação do solo, da geomorfologia e do clima, adotou-se a taxa de sedimentos medida no rio Cachoeira (vide Quadro 4.2) para todos os seus afluentes.

QUADRO 4.2
TAXA MÉDIA DE PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS EM ARRASTE E SUSPENSÃO (ESTAÇÃO 5)

Estação 5	Data	Arraste (t/ano)	Suspensão (t/ano)	km²	Arraste (t /ano/km²)	Suspensão (t/ano/km²)
	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**

A taxa adotada de 57,82 t/ano/km² para os sedimentos em arraste e 364,73 t/ano/km² para os em suspensão deve ser multiplicada pelas áreas em km² das sub bacias correspondentes, obtendo-se assim a estimativa de sedimentos produzidos no período de um ano.

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

Nos canais fluviais, galerias e pontes, 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.

4.3 CRITÉRIOS HIDRÁULICOS PARA DIMENSIONAMENTO DAS ALTERNATIVAS

4.3.1 Critérios Gerais de Hidráulica

No dimensionamento das alternativas de solução dos problemas de macrodrenagem serão adotados os seguintes critérios gerais de hidráulica:

- ✓ a vazão adotada para o dimensionamento dos canais é a vazão de pico obtida dos modelos de simulação hidrológica HEC-HMS para o cenário futuro (Prognóstico do Relatório R3);
- ✓ Nos casos em que seja prevista a implantação de reservatórios de detenção, a modelagem da bacia deverá ser refeita, incluindo os reservatórios com suas características específicas, e obtendo as vazões resultantes na rede de macrodrenagem resultantes do amortecimento nos reservatórios;
- ✓ em cada trecho de propagação do modelo hidrológico será adotada vazão constante e igual à vazão efluente da junção situada a montante do trecho;
- ✓ o dimensionamento será realizado através do modelo hidráulico HEC-RAS em escoamento permanente gradualmente variado;
- ✓ o dimensionamento será realizado preferencialmente em regime fluvial.

No Volume 2 do Relatório R3 foram apresentados critérios de cálculo hidráulico, os quais foram utilizados no prognóstico. Quando cabível ou não especificado a seguir, estes critérios deverão nortear o dimensionamento das obras. A seguir são reproduzidos alguns destes critérios e apresentadas diretrizes específicas para dimensionamento das obras de drenagem.

4.3.2 Cálculo do Escoamento nos Canais

Para o cálculo do escoamento nas condições mencionadas serão utilizadas as equações da continuidade e de conservação da energia (Bernoulli), as quais são apresentadas a seguir:

$$Q = V_1 A_1 = V_2 A_2$$

$$Z_1 + Y_1 + \frac{a_1 V_1^2}{2.g} = Z_2 + Y_2 + \frac{a_2 V_2^2}{2.g} + h_e$$

Q - vazão (m^3/s);

Z - cota do leito na seção de cálculo (m);

Y - profundidade na seção de cálculo (m);

V - velocidade média na seção de cálculo (m/s);

a - coeficiente de energia cinética;

g - aceleração da gravidade (m/s^2);

h_e - perda de carga entre as duas seções de cálculo (m);

A - área da seção transversal (m^2).

No caso de escoamento fluvial, as condições de escoamento são determinadas por uma condição de jusante, e no caso do escoamento torrencial, são determinadas por uma condição de montante. O cálculo do escoamento deve acompanhar esta condição.

O equacionamento apresentado é valido somente para escoamento gradualmente variado. Nos casos de escoamento bruscamente variado a equação de conservação de energia deve ser substituída pela equação da conservação da quantidade de movimento.

Os afluentes da bacia hidrográfica do rio Cachoeira apresentam declividades baixas, o que usualmente resulta em escoamento fluvial e gradualmente variável. No entanto, deve ser verificada a possibilidade de ocorrência de regime bruscamente variado e, caso necessário utilizar o equacionamento apropriado.

4.3.2.1 Perdas de Energia por Atrito

As perdas de energia decorrentes do atrito do escoamento foram calculadas utilizando a equação de Manning:

$$V = \frac{1}{n} . R_h^{2/3} . i^{1/2}$$

R_h - raio hidráulico (m);

n - coeficiente de rugosidade de Manning;

V - velocidade média (m/s);

i - declividade do trecho (m/m);

No Quadro 4.3 estão apresentados os valores recomendados por PORTO (2003) e CANHOLI (2005) para vários tipos de superfície e os valores adotados pelo Consórcio para a simulação hidráulica.

Nos trechos em canal aberto, com presença de várzea ou leito maior junto às margens o escoamento foi subdividido em três porções para os quais foram definidos três coeficientes de rugosidade: canal principal, margem direita e margem esquerda.

Para obter a capacidade total de escoamento do canal foi utilizada a metodologia de soma das debitências dos canais parciais, dada pelas equações:

$$K = \frac{1}{n}.A.R_h^{2/3}$$

$$Q = \sum K_i \,.\, S_f^{1/2}$$

K_i - debitância do canal i

QUADRO 4.3
COEFICIENTES DE MANNING

	Coeficiente de Manning		
Material / Revestimento	***Menor***	***Maior***	***Adotado***
Galerias Pré-moldada	0,012	0,018	0,016
Tubos de Concreto	0,012	0,016	0,016
Canais em Pedra sem Revestimento	0,017	0,030	0,020
Canais em Terra	0,017	0,030	0,030
Canais com Vegetação nos Taludes	0,030	0,040	0,035
Canais em Gabião-Manta*	0,022*	0,027*	0,026*

Fonte: (PORTO, 2003); (*) (CANHOLI, 2005).

4.3.2.2 Perda de Carga por Variação da Seção no Canal

Para calcular a perda de energia em canais abertos, decorrentes da variação da velocidade de escoamento entre duas seções, será adotada a formulação recomendada pelo USACE no Reference Manual do HEC-RAS (2008) que considera esta perda proporcional à variação da energia cinética:

$$h = C\left|\frac{a_2 V_2^2}{2g} - \frac{a_1 V_1^2}{2g}\right|$$

h - perda de carga localizada (m);

C - coeficiente de perda por contração ou expansão;

V - velocidade média na seção de cálculo (m/s);

a - coeficiente de energia cinética;

g - aceleração da gravidade (m^2/s);

Foram utilizados os coeficientes recomendados na mesma publicação:

- ✓ coeficiente de perdas por contração do escoamento 0,10
- ✓ coeficiente de perdas por expansão do escoamento 0,30

4.3.3 Cálculo do Escoamento em Dispositivos de Drenagem

Para o cálculo do escoamento em dispositivos de drenagem serão consideradas as condições de escoamento em cada situação. Foi adotada a formulação e coeficientes recomendada pelo USACE no Reference Manual do HEC-RAS (2008).

Para o cálculo serão adotadas as seguintes metodologias:

- ✓ Escoamento em Canais

Nos casos de pontes e galerias, em que a seção no dispositivo de drenagem apresenta pequena variação com relação à seção dos canais afluentes e defluentes e o escoamento não sofre interferência do teto do dispositivo, o cálculo será realizado como canal, obtendo as perdas por atrito pela equação de Manning e as perdas localizadas conforme indicado anteriormente.

Os pilares das pontes serão considerados nos estudos, pois representam obstruções ao escoamento.

- ✓ Escoamento em Bueiros e Galerias

Nos casos de bueiros e galerias que apresentam uma redução significativa da seção de escoamento quando comparados com os canais a montante e a jusante será utilizado equacionamento que considera:

- ✓ cálculo das perdas por atrito no interior da galeria utilizando a equação de Manning, considerando o escoamento livre ou em pressão;
- ✓ cálculo de perdas localizadas na entrada do dispositivo utilizando a fórmula:

$$h_{en} = k_{en} \frac{V_{en}^2}{2g}$$

h_{en} – perda de carga na entrada (m);

k_{en} – coeficiente de perda na entrada;

V_{en} – velocidade média do escoamento na entrada do dispositivo (m/s);

g – aceleração da gravidade (m/s^2);

Para o coeficiente de perdas na entrada será adotado o valor de 0,50 ("square cut end of pipe").

- ✧ cálculo de perdas localizadas na saída do dispositivo considerando a perda total da variação de energia cinética, ou seja:

$$h_{ex} = k_{ex}\left(\frac{a_{ex}V_{ex}^2}{2g} - \frac{a_2V_2^2}{2g}\right)$$

h_{ex} – perda de carga na saída (m);

k_{ex} – coeficiente de perda na saída. Adotado = 1 (perda total da variação de energia);

V_{ex} – velocidade média do escoamento na saída do dispositivo (m/s);

V_2 – velocidade média do escoamento na seção a jusante do dispositivo (m/s);

a_{ex} – coeficiente de energia cinética na saída do dispositivo;

a_2 – coeficiente de energia cinética na seção a jusante do dispositivo;

g – aceleração da gravidade (m/s^2);

✓ Escoamento em Orifícios

Nos casos em que o dispositivo de drenagem tem seção transversal com dimensões da mesma ordem de grandeza ou inferiores à sua extensão (por exemplo nas pontes), para o escoamento em pressão será considerado o equacionamento de escoamento em orifício como:

$$Q = C_oA\sqrt{2gH}$$

Q – vazão (m^3/s);

C_o – coeficiente de descarga do orifício;

A – área do orifício (m^2);

H – carga hidráulica (m);

g – aceleração da gravidade (m/s^2);

Para o coeficiente de descarga do orifício será adotado o valor de 0,80.

✓ Extravasamento sobre a Estrutura

O extravasamento por sobre as estruturas de travessia que contém os dispositivos de drenagem podem ocorrer em duas situações: por afogamento pelo escoamento a jusante e por falta de capacidade do dispositivo de drenagem.

No primeiro caso o cálculo do escoamento é efetuado normalmente, utilizando a equação de Mannning, dando continuidade aos cálculos do tramo a jusante da estrutura.

No caso do extravasamento ocorrer por falta de capacidade do dispositivo de controle, a obra de travessia passa a funcionar como soleira vertente e o cálculo do escoamento é efetuado utilizando a fórmula de vertedouros:

$$Q = C_v L H^{3/2}$$

Q – vazão (m^3/s);

C_v – coeficiente de descarga do vertedor;

L – largura da soleira vertente (m);

H – carga hidráulica sobre a soleira (m);

Para o coeficiente de descarga do vertedouro foi adotado o coeficiente de 1,40.

4.3.4 Condições de Contorno

Existem regiões de mútua interferência entre as estruturas hidráulicas previstas para os afluentes e as estruturas hidráulicas previstas para o rio Cachoeira. Portanto as escolhas de alternativas estão vinculadas, o que obriga que as seleções sejam feitas de montante para jusante.

No entanto, para o dimensionamento das estruturas hidráulicas dos afluentes faz-se necessário definir um nível base de jusante junto à foz do rio Cachoeira para estabelecer a condição de contorno do escoamento.

Tendo essa premissa como referência, o dimensionamento da rede de macrodrenagem deverá ser realizado através de simulações hidráulicas considerando os seguintes critérios para definição do N.A. na foz dos rios:

✓ Os afluentes deverão ser dimensionados adotando como N.A. na foz níveis do rio Cachoeira que atendam os critérios de borda livre para o curso principal, conforme apresentado na Figura 4.11;

✓ Após a seleção e detalhamento das obras de todas as sub-bacias deverão ser verificadas as simulações realizadas, considerando os NA's na foz correspondentes à situação com obras e mesmos períodos de retorno da sub-bacia. Essa avaliação possibilitará, onde necessário, ajustar as obras levando em consideração a interferência mutua entre as estruturas hidráulicas previstas.

- ✓ no rio Cachoeira e nos afluentes que em sua foz sofrem a ação de marés será adotado o nível de maré de 1,60 m, conforme descrito no item 4.3.6.

Figura 4.11 – Condição de contorno dos afluentes junto a foz no Rio Cachoeira.

Conforme apresentado no relatório R3, o nível de preamar de 1,60 m (IBGE) corresponde ao limite de nível de maré na região estuarina do rio Cachoeira a partir do qual iniciam os fenômenos de inundação da área urbana de Joinville. Com a utilização desse nível no dimensionamento do sistema de drenagem procura-se proteger a área urbana situada na faixa de inundação por marés excepcionais, de inundações decorrentes de eventos extremos de precipitação em situações mais frequentes de níveis de preamar, ou mesmo nos períodos de baixamar ou maré média.

O dimensionamento final das obras, na fase de detalhamento do projeto de engenharia deverá ser realizado utilizando este mesmo nível, fazendo-se a verificação do comportamento das obras quando da ocorrência de marés meteorológicas extremas. Para esta verificação deverá ser adotado o preconizado no item 4.3.6.

A verificação terá por objetivo avaliar a propagação da inundação para montante, devendo buscar ajustes nas obras para limitar estes efeitos.

Como diretriz geral para o projeto, a borda livre mínima nas obras de drenagem deverá ser de 0,20 m ou 10% da altura da lâmina d'água. Esta borda livre se refere ao limite de revestimento em canais, (quando aplicável) teto de galerias, luz sob as pontes, etc. Em condutos circulares deverá ser respeitada a lâmina máxima de 75% do diâmetro do conduto.

Adicionalmente, deverá ser considerada borda livre adicional de 0,50 m em relação ao terreno para possibilitar a inclusão de estruturas de pontes e galerias, cobertura mínima de obras enterradas, etc. Esta borda livre adicional considera também o dimensionamento das redes de microdrenagem, evitando o alagamento de vias próximas, por remanso nos condutos. As Figuras 4.12, 4.13 e 4.14 apresentam, de forma esquemática, os critérios de borda livre descritos, respectivamente, para as situações em canais, galerias e pontes.

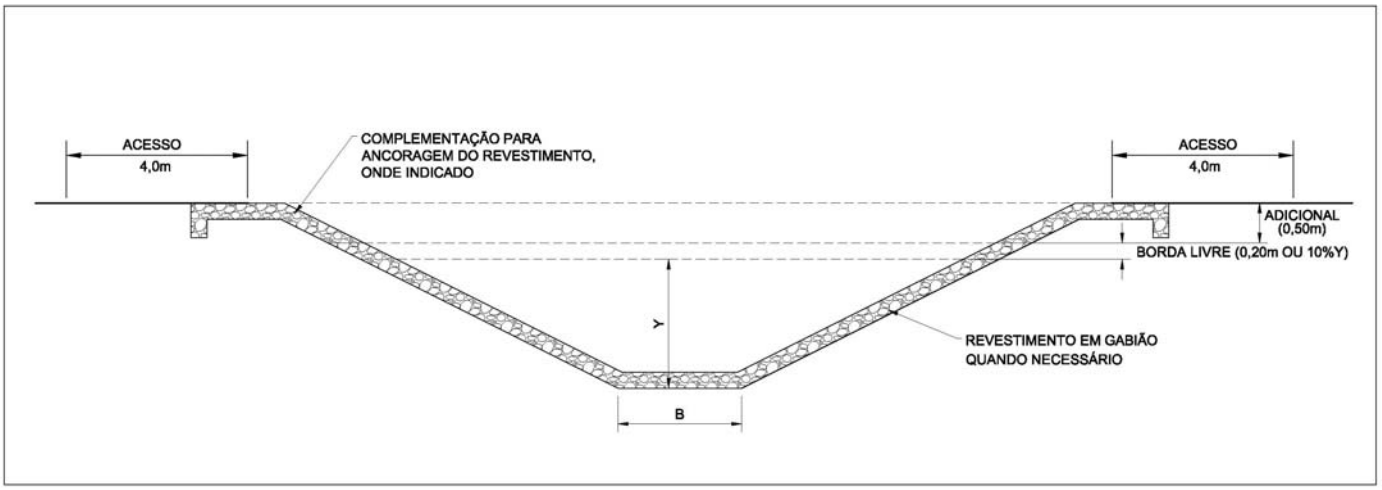


Figura 4.12 – Critério de Borda Livre em Canais.

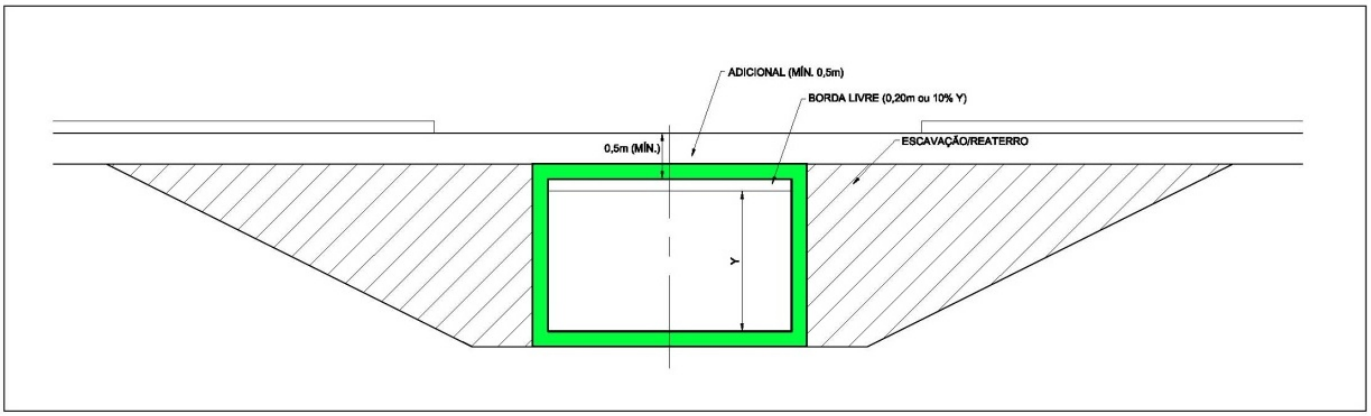


Figura 4.13 – Critério de Borda Livre em Galerias.

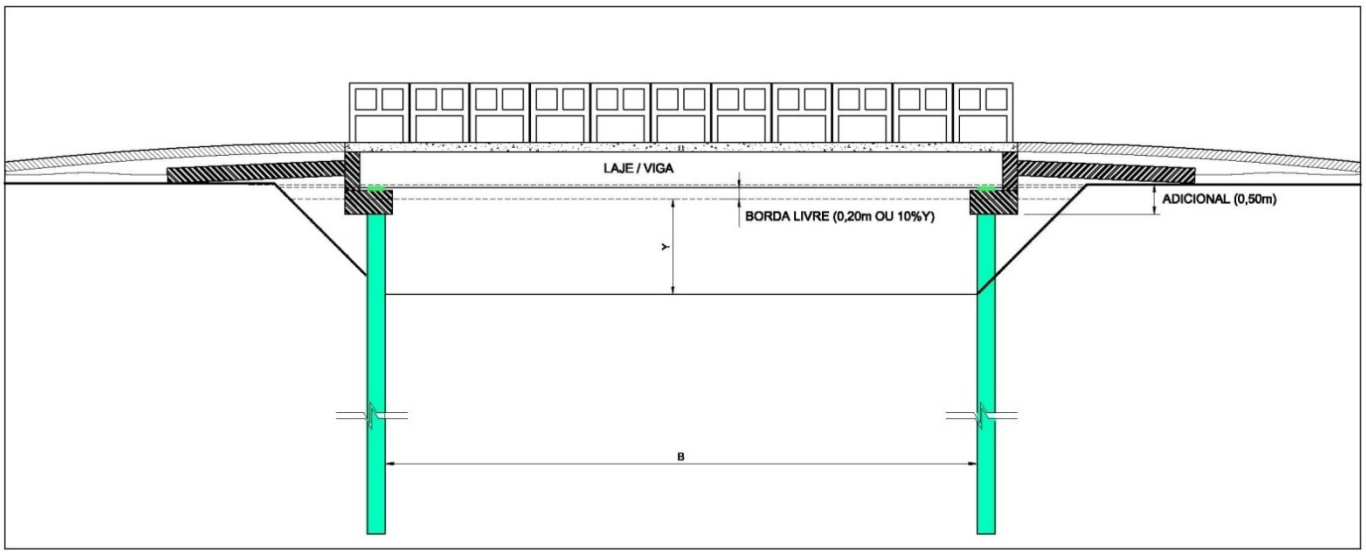


Figura 4.14 – Critério de Borda Livre em Pontes.

4.3.5 Velocidades de Escoamento

As velocidades máximas adotadas para o dimensionamento, em função do revestimento dos canais e galerias estão indicadas no Quadro 4.4.

QUADRO 4.4
VELOCIDADES MÁXIMAS EM FUNÇÃO DO REVESTIMENTO

Revestimento	*Velocidade (m/s)*
Solo Natural	1,2
Gabião	2,5
Alvenaria de Pedra Seca ou Argamassada	3,0
Concreto	5,0

4.3.6 Níveis de Marés

Para avaliar e verificar o comportamento da rede de macrodrenagem quanto à sua capacidade hidráulica nas situações atual e futura de urbanização da bacia do rio Cachoeira, a adoção de níveis máximos anuais de maré astronômica, associados a períodos de retorno e ainda majorados pelas marés meteorológicas, implica em inundação de áreas urbanizadas significativas da bacia. O período de retorno de 10 anos, por exemplo, corresponde ao nível de maré astronômica igual a 1,81 m (IBGE) que acrescido da maré meteorológica (admitindo o critério de 40% da maré astronômica) conduz a um nível máximo de 2,53 m, (IBGE) inundando uma área urbanizada de cerca de 4,7 km^2, conforme descrito em maior detalhe no Volume 2 do relatório R3. Adotando-se este critério, a área referida deixaria de ser objeto de avaliação quanto à inundação por eventos de precipitação, uma vez que estaria inundada pela maré máxima. Neste sentido, o nível de maré utilizado nos estudos de diagnóstico e prognóstico procurou garantir a avaliação do comportamento de toda a rede de macrodrenagem inserida na área urbanizada, conceito este que conduziu a adoção do nível de 1,60 m (IBGE) correspondente ao limite entre a área urbanizada e a região de mangues.

O dimensionamento da rede de macrodrenagem da bacia do rio Cachoeira deverá ser realizado tendo por premissa a proteção contra eventos de inundação decorrentes de precipitação intensa, para níveis máximos de preamar que não causem inundação nas regiões urbanizadas. Os níveis máximos de maré de até 1,60 m, apesar de associados a baixos períodos de retorno, refletem esta situação, garantindo a proteção contra eventos de precipitação intensa em situações de preamar baixa, bem como para os períodos de maré média e baixamar. Desta forma, com este critério será proposta uma proteção efetiva contra inundação quando da ocorrência desta situação.

No detalhamento da alternativa selecionada deverá ser feita a verificação do comportamento da rede de macrodrenagem da bacia do rio Cachoeira para a ocorrência simultânea de precipitações intensas e nível de maré de 2,53 m (IBGE). Esse nível é resultante da ocorrência simultânea de uma maré astronômica com período de retorno de 10 anos (1,81 m IBGE) acrescida da maré meteorológica, admitindo como critério a adoção de um valor igual a 40% da maré astronômica (0,72 m IBGE).

Com a adoção deste critério, a área urbanizada da bacia situada entre os níveis de maré de 1,60 m e o nível 2,53 m (IBGE) ficará protegida na situação de projeto. No caso de ocorrência de marés de até 2,53 m, haverá inundação da área, mesmo que não ocorram precipitações significativas. Para estas situações não há projeto de rede de drenagem que possa proteger a referida área. Nesta situação são antevistas duas soluções tecnicamente viáveis para a área: o endicamento da região, com a construção de polderes e bombeamento da área interna e/ou a remoção da área urbana da região afetada. A primeira solução é contra indicada para áreas urbanas pela possibilidade de rompimento das estruturas, pondo em risco as vidas dos que estiverem no seu interior. A segunda é uma medida não estrutural, de alto custo, com fortes implicações sociais.

Em suma, considerando a variabilidade dos níveis de maré na foz dos rios Cachoeira e seus afluentes do trecho jusante, o projeto deve ser complementado com verificações de comportamento da rede de drenagem nas seguintes situações:

- ✓ verificação e análise do comportamento da rede de drenagem para níveis altos de preamar, quando ocorrência da concomitância de níveis máximos de marés astronômica/ meteorológica com precipitações intensas. O nível a ser adotado para estas verificações é o nível de maré de 2,53 m (IBGE). Esta verificação deve considerar a implantação de obras e ajustes no projeto, com o intuito de garantir o funcionamento da rede de drenagem e minimizar a propagação das áreas de inundação para montante;

- ✓ verificação e análise do comportamento da rede de drenagem para níveis baixos de maré. Esta verificação tem o objetivo de verificar o comportamento dos trechos mais a jusante de cada rio e considerar a necessidade de implantação de obras de proteção e/ou soleiras visando controlar a ocorrência de erosões no leito dos rios. Para esta verificação propõe-se a adoção do nível médio de maré na régua, ou seja, 0,12 m (IBGE).

4.4 CANAIS

Para o estudo de alternativas, nos locais em que haja disponibilidade de terreno para ampliação, os canais de drenagem projetados serão escavados em seção trapezoidal com taludes laterais 1V:2H. Considerando os critérios de desapropriação definidos no item 4.8, a disponibilidade de terreno, será também decorrente da necessidade de desapropriação de imóvel lindeiro para acomodação das obras de ampliação. É importante observar, conforme descrito no item 4.1.1, que a implantação de estruturas de contenção laterais e/ou revestimentos não necessariamente resultarão em diminuição/eliminação da desapropriação.

Em princípio, todos os canais serão executados sem revestimento. Nos trechos em que seja necessária a execução de proteção para evitar erosão por velocidades será previsto revestimento com gabião manta ou concreto, de acordo com as velocidades presentes. Na Figura 4.3 apresenta-se esquematicamente as soluções previstas em canal.

Nos casos de canais existentes em que se verifique haver espaço disponível para ampliar sua capacidade sem necessidade de desapropriação de terrenos marginais, caso utilizadas seções

retangulares, estas serão previstas como muros laterais de contenção, considerando, para fins de orçamento, estruturas em concreto.

Ao longo de todos os canais a serem implantados e/ou recuperados deverão ser previstos caminhos de acesso e manutenção, em ambas as margens das obras. Os caminhos de acesso e manutenção terão largura de 4,0 m e revestimento primário como pista de rolamento. Tais acessos visam garantir condições para limpeza, manutenção e recuperação dos sistemas de drenagem.

4.5 GALERIAS TIPO "BY-PASS"

As galerias deverão ser implantadas preferencialmente sob as vias públicas, evitando custos de desapropriação. Serão previstas em concreto armado de seção retangular, com seção mínima de 2,0 x 1,5 m (L x B).

Nos casos em que deva ser prevista galeria com dimensões inferiores à mínima definida, deverão ser empregadas galerias com tubos pré-moldados de concreto armado em seção circular.

Nas galerias implantadas em terrenos fora da via pública deverá ser prevista a implantação de faixa de acesso para construção e manutenção com largura mínima de 2,0 m em cada lado da faixa ocupada pela galeria. Esta faixa deverá ter acabamento com revestimento primário.

Deverão ser previstos PV's e a cada 50 m com o intuito de promover pontos de acesso para manutenção. Na Figura 4.4 apresenta-se esquematicamente a solução prevista em galeria.

4.6 RESERVATÓRIOS

Conforme solicitação da PMJ, em decorrência das dificuldades de se garantir a execução de planos de manutenção de equipamentos, todos os reservatórios deverão operar por ação da gravidade e estarem isentos de equipamentos de controle e/ou bombas. Poderão ser projetados "*on line*" ou "*off line*" (p.ex. com vertedouros laterais nos canais).

Os reservatórios serão escavados no terreno, com taludes laterais 1V:1,5H. O fundo dos reservatórios e os taludes serão revestidos com placas de concreto, de modo a possibilitar maior facilidade nas operações de limpeza e manutenção dos reservatórios. Será realizada drenagem de fundo para evitar sub-pressão na laje de fundo em concreto. Essa drenagem será prevista com colchão drenante e trincheira de britas envoltas por geotextil. As Figuras 4.6 e 4.15 apresentam de forma esquemática, a concepção básica das obras de reservação.

Circundando os reservatórios deverá também ser previsto caminho de acesso de manutenção com largura de 4,0 m. O acesso de manutenção deverá ter revestimento primário.

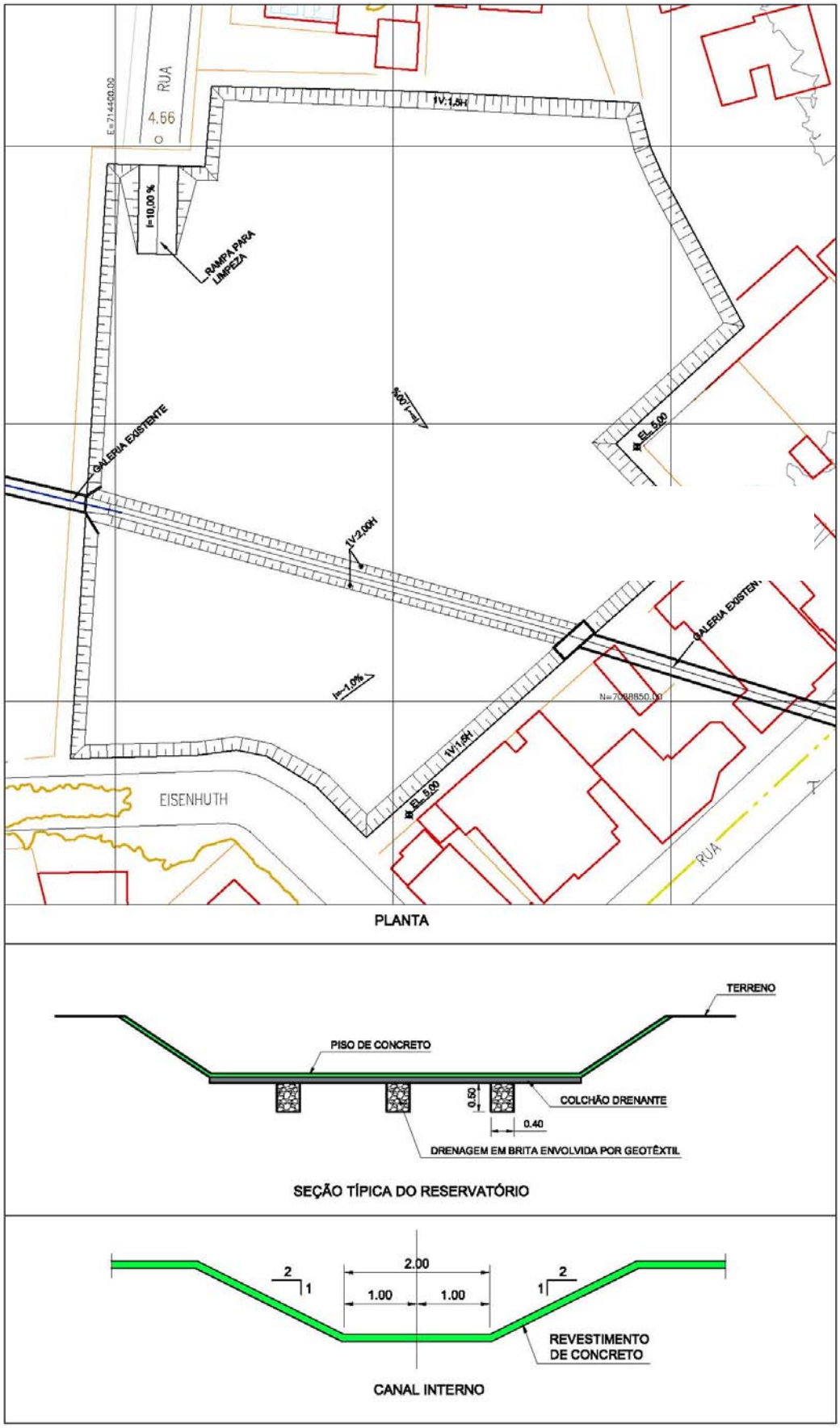


Figura 4.15 – Estrutura de Reservação – Concepção Básica.

Deverão ser previstos nos reservatórios:

- ✓ dispositivos de entrada em concreto, conectando os canais e galerias afluentes ao reservatório. Estes dispositivos deverão ser dimensionados considerando a condição de projeto do reservatório ("on line" ou "off line");
- ✓ dispositivos de saída, para os quais serão preferencialmente utilizados orifícios. Nos casos em que seja viável garantir a borda livre para o escoamento em galerias a jusante, poderá ser utilizada ligação direta o reservatório com a galeria, utilizando para o dimensionamento do reservatório a curva cota x vazão da entrada da galeria;
- ✓ canal interno ao reservatório para escoamento de vazões de seca.
- ✓ grade de proteção no dispositivo de entrada com o intuito de evitar carreamento de lixo e entulhos para dentro dos reservatórios, devendo seu detalhamento ser realizado nas fases de projeto posteriores ao plano.

Considerando que os reservatórios serão escavados no terreno e que o seu transbordamento em situações excepcionais se dará naturalmente para o terreno circundante, os reservatórios não serão dotados de vertedouros de segurança.

Deverá ser prevista rampa para acesso ao fundo do reservatório, para equipamentos de limpeza e manutenção dos reservatórios.

4.7 TRAVESSIAS (DISPOSITIVOS DE DRENAGEM)

Nas travessias de vias públicas sobre os cursos da água onde haja necessidade de ampliação/substituição dos dispositivos de drenagem existentes, serão empregadas pontes ou galerias em concreto armado/protendido com dimensões adequadas para as vazões de projeto.

Na implantação das pontes e galerias serão utilizados muros alas à 45° na entrada e saída de cada dispositivo.

Esses muros minimizam as perdas de cargas decorrentes das transições entre o canal e a galeria/ponte.

Nas travessias com vãos iguais e inferiores a 8,0 metros serão utilizadas galerias, conforme ilustrado, de forma esquemática, na Figura 4.4. Para vãos maiores que 8,0 metros serão utilizadas pontes, conforme ilustrado esquematicamente na Figura 4.5.

4.8 CRITÉRIOS PARA DEFINIÇÃO DE ÁREA A SER DESAPROPRIADA

4.8.1 Fase de Estudo de Alternativas

Na fase de estudo de alternativas deverá ser considerada a desapropriação integral de todos os lotes com área total menor que 2.000 m afetados pela implantação das obras de drenagem.

A desapropriação deverá evitar edificações de difícil remanejamento como igrejas, hospitais, escolas, terminais rodoviários, dentre outros.

No item 5.2.2 apresenta-se o zoneamento da bacia do rio Cachoeira em termos do custo por metro quadrado dos terrenos e edificações existentes, o qual poderá ser utilizado para subsidiar a definição das alternativas e obras associadas.

Considerando que na bacia do rio Cachoeira existem ainda áreas de grandes dimensões com baixa ou nenhuma ocupação, nos imóveis com área total maior que 2.000 m^2 deverá ser considerada desapropriação parcial do lote sempre que as áreas remanescentes forem superiores a 50% da área do lote e maiores que 360 m^2.

4.8.2 Fase de Detalhamento do Projeto

Na fase de detalhamento do projeto deverá ser considerada a desapropriação parcial dos terrenos, prevendo-se a desapropriação unicamente das áreas necessárias para implantação das obras. A desapropriação do imóvel deverá ser integral quando ocorrer qualquer uma das seguintes condições:

- ✓ as obras afetarem área superior a 30% da área do terreno;
- ✓ a área remanescente for inferior a 360 m^2.

No caso em que as obras afetarem as edificações, sem haver necessidade de desapropriação integral do lote, deverá ser considerara a desapropriação integral da edificação, mantendo o critério de desapropriação.

4.8.3 Diretrizes Legais e Ambientais

A questão da desapropriação de áreas lindeiras ao longo dos rios e córregos existentes na bacia do rio Cachoeira deverá respeitar as bases legais vigentes sobre o tema e ao mesmo tempo ser conduzida dentro das políticas de planejamento do município conduzidas pelo PMJ.

A desapropriação de faixas laterais aos cursos d'água remete ao tema das Áreas de Preservação Permanente (APP), tratado pelo Código Florestal, Lei nº 4.771, de 15/9/65, cuja pertinência de tratamento em um plano de drenagem urbana deve ser considerada. Entre outros aspectos o referido instrumento legal define uma faixa de preservação mínima de 30,0 m ao longo dos cursos d'água em áreas urbanas.

Outros instrumentos legais abordam o tema, com destaque para: (i) Lei nº 6766/79 que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, estabelecendo, entre outros aspectos, a reserva de uma faixa não edificável de 15 (quinze) metros de cada lado ao longo das águas correntes e dormentes e das faixas de domínio público das rodovias e ferrovias; e (ii) Lei Estadual nº 14.675 de 13/04/09 que institui o Código Estadual do Meio Ambiente em Santa Catarina, estabelecendo, entre outros aspectos, faixas laterais aos cursos d'água que podem chegar a

5,0m em função da largura das mesmas e da área da propriedade marginal ao referido córrego/rio, ou mesmo inexistir no caso de cursos de água natural regularmente canalizados.

Face aos diferentes critérios estabelecidos pelas leis citadas, o entendimento inicial é que a faixa mínima a ser mantida para proteção dos recursos hídricos em área urbana, seria, em princípio, de 30 m, tendo em vista a abrangência e competência do Código Florestal e preservados os princípios da legislação concorrente sobre o meio ambiente.

As considerações efetuadas dizem respeito ao direito atualmente aplicável às Áreas de Preservação Permanente - APP, urbanas ou rurais. Importa salientar que qualquer situação de ocupação ou edificação em APP há que ser analisada no que se refere à época da construção, considerando que a faixa de APP alterou-se ao longo do tempo e à situação legal no que se refere à documentação: autorizações, habite-se, etc.

Daí a importância da análise de cada caso concreto. Se ficar comprovado que o projeto foi aprovado em compatibilidade com as normas então vigentes, assim como o respectivo alvará, nada há que fazer. Se o poder público pretender aumentar a faixa, para adequação à necessidade de drenagem, urbanização ou outra hipótese, poderá desapropriar o imóvel.

Nos municípios de Santa Catarina, assim como em inúmeras outras cidades brasileiras, há casos em que não apenas os rios foram canalizados, como cobertos por lajes de concreto, tendo-se em alguns casos construído prédios sobre os mesmos.

Nota-se que hoje, em face dos danos ambientais provocados pelas canalizações dos rios, e ocupação das APP, sobretudo no que toca às enchentes e suas consequências, busca-se a recuperação de rios e não o seu desaparecimento. Além disso, a água vem assumindo, cada vez mais, uma importância estratégica em ração de sua escassez em várias regiões do país, muitas vezes provocada pela falta de qualidade para os diversos usos.

Todavia, sabe-se ser inviável a total recuperação dos rios canalizados, com a demolição dos prédios localizados nas margens ou sobre os rios, o que não legaliza a situação. Dessa forma, deve-se buscar o que se pode chamar de compensação, em nível de município e não de imóvel isoladamente.

Em um plano de drenagem, de competência do Poder Público, cabe ao município buscar as possibilidades de abertura dos canais, na medida do possível, intensificando a fiscalização e visando evitar novas ocupações.

No licenciamento das obras relativas ao plano de drenagem, dessa forma, poderão ser incluídas as medidas compensatórias e mitigadoras, associando a implementação de políticas de uso e ocupação do solo que destaquem a racionalidade e a fiscalização efetiva, com vistas ao desenvolvimento sustentável, garantindo o espaço urbano para as atuais e futuras gerações.

Neste sentido, os estudos e projetos desenvolvidos definirão faixas de obras, cabendo à PMJ, no âmbito do seu planejamento estratégico e do embasamento jurídico, conciliar tais faixas

com as políticas de recuperação das faixas marginais aos cursos d'água ocupados ao longo do processo de urbanização do município.

Atualmente para realização de desapropriações devido a melhorias no sistema de drenagem a PMJ costuma declarar essas regiões como sendo de utilidade pública nos termos do art. 5º, alínea "i", do Decreto nº 3365, de 21 de junho de 1941.

5. CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DE CUSTO

5.1 CRITÉRIOS GERAIS

A orçamentação das obras de drenagem na bacia do rio Cachoeira e suas sub-bacias será realizada utilizando duas metodologias distintas conforme a fase dos trabalhos:

- ✓ para a fase de estudo de alternativas serão utilizados custos baseados em curvas paramétricas especialmente desenvolvidas para utilização nos estudos do PDDU da bacia do rio Cachoeira;
- ✓ para a fase de detalhamento das obras o orçamento de construção será elaborado através do levantamento dos quantitativos das obras principais, sobre os quais serão aplicados os custos unitários correspondentes.

Serão adotados, em ambas as metodologias de orçamentação, os custos unitários constantes do Catálogo de Referência de Serviços e Custos da Central de Custos de Obras Públicas (CCOP) Volume 2 – Construções de Obras Públicas, de autoria do IPPUJ (Fundação Instituto de Pesquisa e Planejamento para o Desenvolvimento Sustentável de Joinville) na data base de Maio/2010. Os principais valores adotados para elaboração do orçamento estão apresentados no Quadro 5.1.

QUADRO 5.1
CUSTOS UNITÁRIOS DOS SERVIÇOS PRINCIPAIS

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	CLASS.	UN.	MAT (R$)	M.O. (R$)	TOTAL (R$)
C10.12.10.05.010	Gabião caixa pvc h=50 cm	SER.CG	m³	304,38	31,82	336,20
C10.12.10.05.015	Gabião caixa pvc h=100 cm	SER.CG	m³	255,77	30,25	286,02
C10.28.10.25.005	Armadura de tela de aço CA-60 B (Q138 - 2,20kg/m²)	SER.CG	kg	6,01	0,44	6,46
C10.84.15.15.004	Colchão drenante com areia média	SER.CG	m³	28,50	13,06	41,56
C10.84.25.05.020	Piso rústico de concreto armado fck=13,5 mpa, ripado em quadrados de 150x150cm, espessura=7cm	SER.CG	m²	24,10	18,52	42,62
C20.05.15.10.010	Demolição manual de concreto armado com martelete pneumático	SER.CG	m³	138,19	156,55	294,74
C20.05.15.20.025	Demolição mecanizada de muro de pedra com escavadeira hidráulica - carga e transporte - 10km	SER.CG	m³	15,18	2,40	17,58
C30.37.05.40.020	Entulho (Classe I I) - Obras de Construção Civil	EMPRE	ton	109,80	0,00	109,80

continua...

continuação

QUADRO 5.1
CUSTOS UNITÁRIOS DOS SERVIÇOS PRINCIPAIS

CÓDIGO	*DESCRIÇÃO*	*CLASS.*	*UN.*	*MAT (R$)*	*M.O. (R$)*	*TOTAL (R$)*
C30.40.40.05.005	Ensecadeira de sacos de areia com fornecimento de areia	SER.CG	m³	81,96	25,72	107,68
C30.80.10.05.005	Transporte local c/ caminhão basculante 5 m³ (peso estimado do material:1,6 t/m³)	SER.CG	m³ x km	0,76	0,10	0,86
C35.05.25.05.005	Dreno em brita , envolvida por geotêxtil (largura: 40cm / profundidade: 50cm)	SER.CG	m	17,70	16,48	34,18
C35.05.25.25.005	Colocação de geotêxtil não-tecido (espessura: 2,30mm / largura: 2,15m / densidade: mínimo 180g/m2 / resistência bidirecional: 20 kn/m)	SER.CG	m²	3,66	0,51	4,17
C35.10.05.10.007	Fornecimento, carga,transporte e compactação de aterro com saibro 100% PN (e=10cm)	SER.CG	m³	43,69	0,42	44,11
C35.10.05.10.015	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN	SER.CG	m²	1,61	0,19	1,80
C35.10.05.15.008	Fornecimento, transporte e execução de reforço, com solo cimento	SER.CG	m²	106,05	4,71	110,75
C35.20.10.10.005	Desmatamento e limpeza de terreno com remoção de entulho	SER.CG	m²	0,87	0,08	0,95
C35.25.15.05.021	Escavação carga e transporte de solos moles DMT até 15 km.	SER.CG	m³	64,11	6,97	71,08
C35.25.20.08.005	Colchão reno pvc (espessura: 17 cm)	SER.CG	m³	449,21	15,11	464,32
C35.25.20.25.070	Guarda corpo de concreto armado comprimento 1m	SER.CG	un.	18,61	4,53	21,15
C35.25.35.10.020	Escora contra-flecha - superestrutura	SER.CG	m²	11,32	5,17	16,50
C35.45.05.05.005	Escavação mecânica de vala em material de 1ª cat. c/ retroescavadeira	SER.CG	m³	2,72	0,87	3,59
C35.45.05.10.005	Reaterro e compactação	SER.CG	m³	1,54	10,72	12,25
C35.45.05.15.001	Escavação carga e transporte de mat. 1ª categoria com escavadeira hidraúlica - 10 K m	SER.CG	m³	11,06	1,24	12,30
480	Cone ancoragem completo p/ cabos 6 cordoalha 1/2"	MAT.	un.	491,93	0,00	491,93
25.04.13*	Estaca Raiz em Solo D=31cm		m			408,18
25.04.21*	Taxa de Instalação de Equipamento para Execução de Estaca Raiz		un.			15.173,45
25.09.10*	Croncreto Projetado		m³			1.048,74
27.06.04*	Aço para Concreto Protendido		kg			16,66

* itens obtidos na planilha de preços do DER-SP, data base Junho-2010. O DER-SP não apresenta, em sua planilha de preços unitários, custos relativos aos materiais e à mão de obra, de forma particularizada, estando os mesmos inseridos no custo total.

Considerando que os custos unitários constantes no referido Catálogo referem-se a custos diretos, sem BDI, será admitido no orçamento um BDI de 30% sobre os custos unitários listados.

Para obras e serviços não contemplados no Catálogo do IPPUJ, serão adotados custos unitários de outros órgãos oficiais, preferencialmente os constantes das tabelas oficiais das seguintes entidades:

- ✓ SINAP – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil;
- ✓ DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes;

- ✓ DER-SP- Departamento de Estradas de Rodagem do Estado de São Paulo.

Para os custos indiretos serão adotadas os seguintes percentuais sobre os custos diretos das obras:

- ✓ Projeto, Acompanhamento das Obras, Fiscalização e Gerenciamento: 8% do valor das obras;
- ✓ Construção e Manutenção de Canteiros: 3% do valor das obras;
- ✓ Contingência: 25% do valor das obras.

5.2 FASE DE ESTUDO DE ALTERNATIVAS

5.2.1 Orçamento das Obras - Curvas Paramétricas

A orçamentação das obras principais, na fase de estudo de alternativas, será feita através de curvas paramétricas, estruturadas e concebidas para ter em consideração as peculiaridades da área de trabalho e tipologia das intervenções. Na sequência, apresentam-se os resultados dos estudos e análises desenvolvidas.

A elaboração das curvas paramétricas teve como premissa básica avaliar o comportamento e a variação do custo dos serviços, equipamentos e obras principais em função das dimensões previstas nas alternativas estudadas. Neste sentido, foram consideradas como obras típicas aquelas que certamente responderão pela parcela principal do custo do projeto, como canais, galerias, pontes e reservatórios.

A elaboração das curvas paramétricas tiveram por ponto de partida orçamentos detalhados de dispositivos previstos para o rio Itaum-Açu e Itaum-Mirim. Deste caso particular foi realizada a extrapolação para casos gerais através da utilização de dimensões diversas que resultaram em pontos para o traçado das curvas e respectivas equações. Com base nos valores obtidos foram estabelecidas as curvas paramétricas para cada tipo de obra.

Nas curvas paramétricas foram utilizados os custos unitários apresentados no Quadro 5.1, tendo como data base o mês de maio de 2010, referente ao (CCOP) ano 2010 – 16º Edição e complementados, quando necessário, por itens e preços unitários de outros órgãos conforme já exposto anteriormente.

5.2.1.1 Canais sem Revestimento

Para os canais foram produzidas curvas de custo que relacionam área da seção do canal com o custo por volume de escavação, correspondente à execução do canal diretamente sobre o terreno natural.

Os serviços previstos para a execução dessa seção incluem desmatamento e limpeza; demolição mecanizada; transporte de entulho (DMT =10 km); escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria (DMT = 10km) e de solo mole (DMT = 15 km); ensecadeira de

saco de areia; fornecimento, carga, transporte e compactação de aterro; regularização e compactação de subleito, e fornecimento, transporte e execução de reforço com solo cimento.

Admitiu-se que os taludes do canal têm inclinação 1V:2H, conforme indicado no item 4.3.1 deste documento. Foram elaboradas curvas para as alturas de canal de 2,0 m, 3,0, 4,0 m e 6,0m e base com 2,0 m a 30,0 m de largura, compatíveis com as dimensões observadas nos estudos preliminares de alternativa.

Ao longo dos canais foi considerada a implantação de via de acesso para construção e manutenção em ambas as margens, com pavimento em revestimento primário e previsão de reforço com solo cimento em 10% da extensão das pistas. Com relação ao material escavado, foi admitido que 60% de todo material escavado corresponda a material de 1ª categoria e 40% corresponda à escavação de solo mole.

Os resultados obtidos para a determinação do custo de construção de canais sem revestimento utilizando as curvas paramétricas estão apresentados na Figura 5.1. Matematicamente, o custo unitário de construção de um metro de canal pode ser obtido a partir da equação apresentada no gráfico da figura mencionada, conhecendo-se a área da referida seção e o volume a ser escavado.

No Anexo I estão apresentados os quadros que resumem os cálculos efetuados para obtenção das curvas paramétricas dos canais sem revestimento.

5.2.1.2 Canais com Revestimento

Para os canais revestidos, foi admitida a utilização, com manta gabião sendo produzidas curvas de custo por volume linear de escavação x área do canal para uma seção típica de canal, correspondente à execução do canal diretamente sobre o terreno.

Os serviços previstos para a execução dessa seção incluem desmatamento e limpeza, demolição mecanizada; transporte de entulho (DMT = 10 km); escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria (DMT = 10 km) e de solo mole (DMT = 15 km); ensecadeira de saco de areia; colocação de geotêxtil não-tecido; fornecimento, carga, transporte e compactação de aterro; regularização e compactação de subleito; fornecimento, transporte e execução de reforço com solo cimento; reaterro com material escavado e colchão reno (e=17 cm).

Foi admitido que os taludes do canal revestido têm inclinação 1V:2,0 H. Foram elaboradas curvas para as alturas de canal de 2,0 m, 3,0, 4,0 m e 6,0 m e base com 2,0 m a 30,0 m de largura, compatíveis com as dimensões observadas nos estudos preliminares de alternativa. A otimização dos taludes do canal com revestimento será objeto de estudo nas fases seguintes, após realização das investigações geológico-geotécnicas que permitirão verificar as características dos solos presentes.

Assim como para canais sem revestimento, foi considerada a implantação de via de acesso para construção e manutenção em ambas as margens, com pavimento em revestimento primário e

previsão de reforço com solo cimento em 10% da extensão das pistas. Com relação ao material escavado, foi admitido que 60% de todo material escavado corresponda a material de 1ª categoria e 40% corresponda à escavação de solo mole.

Os resultados obtidos para a determinação do custo de construção de canais com revestimento em manta-gabião utilizando as curvas paramétricas estão apresentados na Figura 5.1. Matematicamente, o custo unitário de construção de um metro de canal pode ser obtido a partir da equação apresentada no gráfico da figura mencionada, conhecendo-se a área da referida seção e o volume a ser escavado.

No Anexo I estão apresentados os quadros que resumem os cálculos efetuados para obtenção das curvas paramétricas dos canais com revestimento.

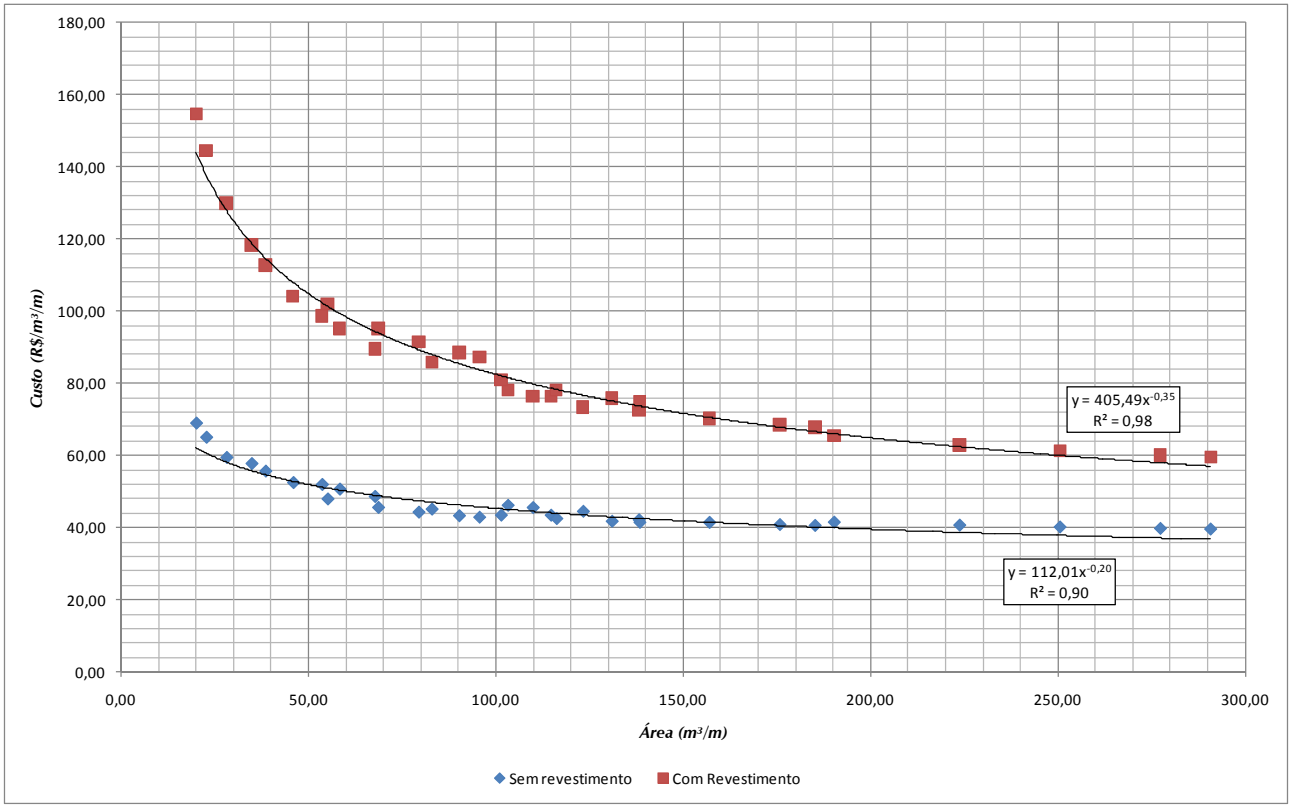


Figura 5.1 – Curvas paramétricas de custo de construção de canais.

5.2.1.3 Galerias

Com referência a este dispositivo foram desenvolvidas curvas paramétricas de custo linear x área da seção da galeria para alturas variando de 1,0 m a 4,0 m e bases variando de 2,0 m a 8,0 m de largura, considerando galerias em concreto armado moldado *"in loco"*.

Os serviços previstos para a execução das galerias incluem remoção de pavimento; escavação de material de 1ª categoria (DMT = 10 km); demolição de guia e sarjeta; demolição de passeio; transporte de entulho; ensecadeira de saco de areia; fornecimento de solo para aterro; execução de aterro; berço de concreto magro; compactação de subleito; brita estabilizada

granulometricamente; imprimação; CBUQ; guia; passeio; forma da galeria; concreto da galeria e armadura da galeria.

Para o custo de eventual remoção de qualquer galeria foi considerado o valor correspondente a 5% da construção de nova galeria com características (dimensões) similares. Foram consideradas galerias dispositivos cuja largura fosse igual ou inferior a 8 m.

Foi também calculado o custo de implantação dos muros de ala na entrada e saída dos dispositivos.

Para a determinação de custos associados a obras de recuperação, reformas e aprofundamento de dispositivos existentes, utilizou-se o valor correspondente a 50% do custo de execução de uma nova galeria com as características da projetada.

Os resultados obtidos para a determinação do custo de construção de galerias utilizando as curvas paramétricas estão apresentados na Figura 5.2. Matematicamente, o custo unitário de construção de um metro de galeria pode ser obtido a partir da equação apresentada no gráfico da referida figura.

No Anexo I estão apresentados os quadros que resumem os cálculos efetuados para obtenção das curvas paramétricas das galerias.

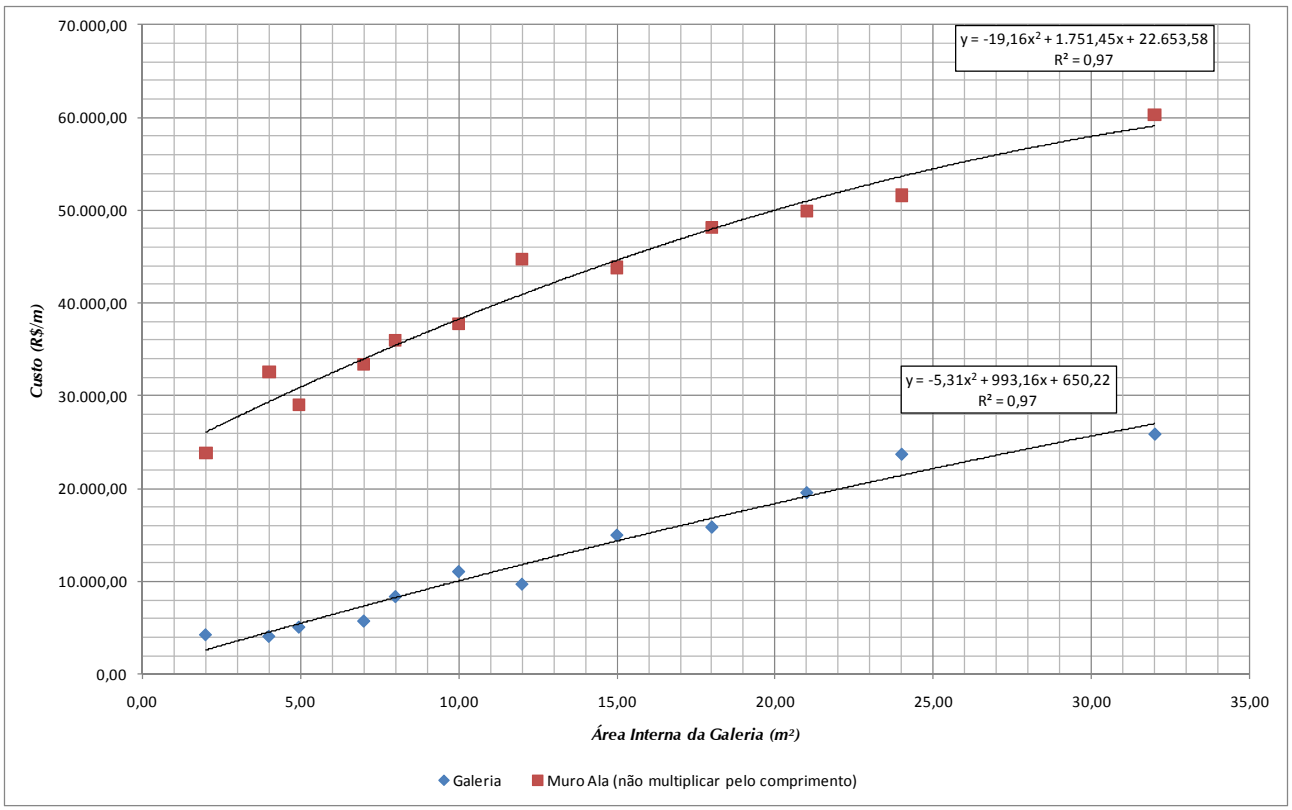


Figura 5.2 – Curvas paramétricas de custo de construção de galerias.

5.2.1.4 Pontes

Com relação às pontes foram desenvolvidas curvas paramétricas de custo x vão de ponte para larguras de 12,0 m e 16,0 m e vãos entre 10,0 m e 24,0 m. Na fundação e contenções laterais adotou-se o emprego de estaca raiz de 0,3 m de diâmetro, comprimento de 7,0 m, sendo 3,0 m correspondentes à ficha, distância de eixo a eixo da estacas de 0,90 m (3D) e fechamento do paramento com concreto projetado e tela metálica.

Em função do vão foram consideradas diferentes soluções estruturais:

- ✓ Vão entre 10,0 m e 12,0 m: utilização de laje armada;
- ✓ Vão entre 12,0 m e 16,0 m: utilização de viga armada;
- ✓ Vão superior a 16,0 m: utilização de viga protendida.

Os serviços previstos para execução das pontes incluem escoramento contínuo de vala; remoção de pavimento; ensecadeira de saco de areia; escavação carga e transporte de material de 1ª categoria (DMT = 10 km); demolição de guia e sarjeta; demolição de passeio; transporte de entulho; imprimação; CBUQ; passeio; formas; concreto; armadura; estaca raiz em solo; guarda corpo de concreto armado; armadura de protensão; cone de ancoragem completo para cabos; escora contra-flecha; aparelho de apoio; tela de aço; concreto projetado; escavação mecânica de vala; reaterro e compactação; e mobilização de equipamento para execução de estaca raiz.

Vale ressaltar que para os preços unitários do aço para concreto protendido, concreto projetado, estaca raiz em solo e mobilização de equipamento para execução de estaca raiz foram adotados os preços unitários do DER-SP uma vez que os referidos itens não constavam do Catálogo de Referência de Serviços e Custos - Volume 2, da IPPUJ em sua 16ª edição.

Para o custo de eventual remoção de qualquer ponte foi considerado o valor correspondente a 5% da construção de uma ponte nova com dimensões equivalentes. Foram consideradas pontes dispositivos cuja largura fosse superior a 8 m. Admitiu-se que os custos para remoção de passarelas ("pinguelas") travessias menores e interferência existentes sobre os cursos d'água estão contemplados no item "contingências".

No caso da obra ser constituída por recuperação ou aprofundamento de fundo do canal, utilizou-se o valor correspondente a 50% do custo de execução de uma nova ponte com as características da obra projetada.

Os resultados obtidos para a determinação do custo de construção de pontes utilizando as curvas paramétricas estão apresentados na Figura 5.3. Matematicamente, o custo unitário de construção de um metro de ponte pode ser obtido a partir da equação apresentada no gráfico da referida figura.

No Anexo I estão apresentados os quadros que resumem os cálculos efetuados para obtenção das curvas paramétricas das pontes.

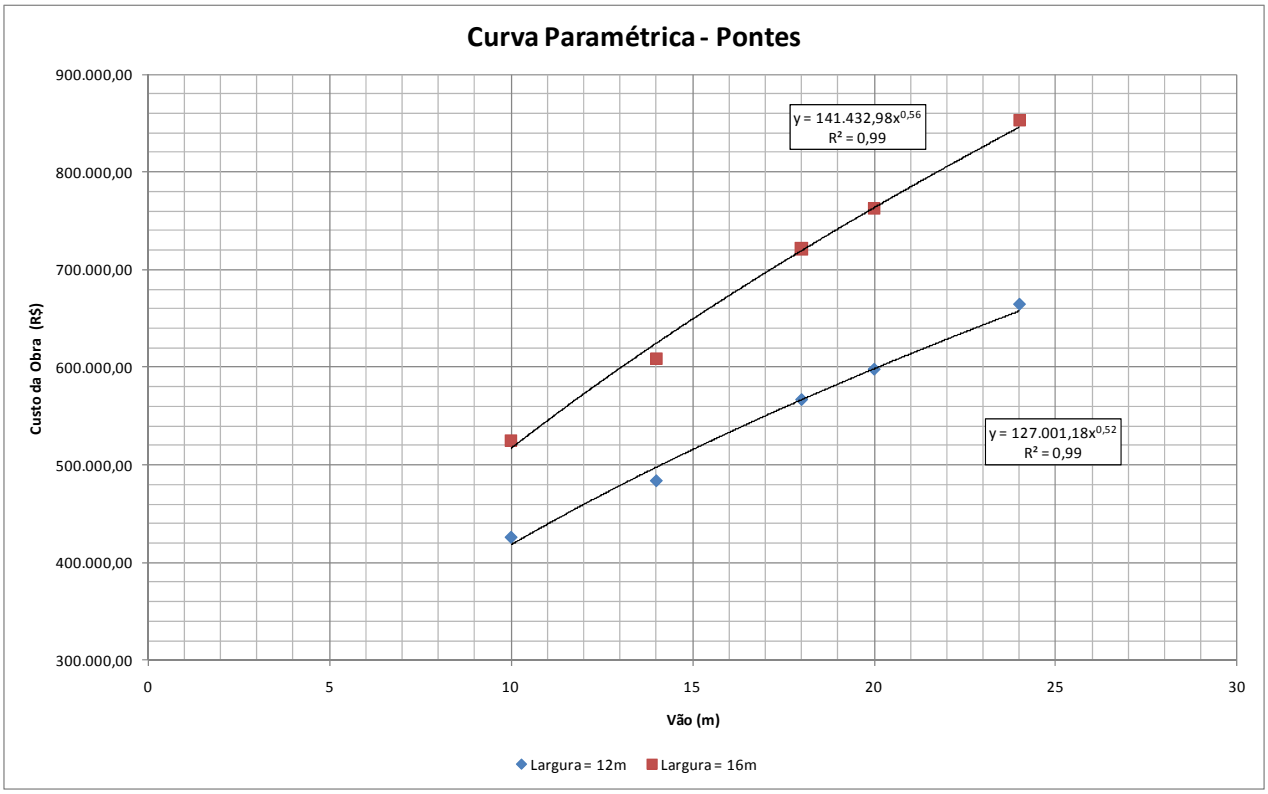


Figura 5.3 – Curva paramétrica de custo de construção de pontes.

5.2.1.5 Reservatórios

Para os reservatórios foram elaboradas curvas paramétricas de custo x volume do reservatório, para profundidades variando entre 1,90 m a 3,50 m.

Na entrada dos reservatórios foi considerada a presença de estrutura de dissipação para as vazões afluentes e na saída, estrutura de controle (orifício) para as vazões efluentes. Os reservatórios serão dotados de revestimento com placas de concreto, associado a sistema de drenagem interna sob as placas.

Os serviços previstos para a execução dos reservatórios incluem desmatamento e limpeza; escavação de material de 1ª categoria; e de solos moles (distância média de transporte até 15 km); demolição de concreto; transporte de entulho; ensecadeira de saco de areia; dreno em brita; colchão drenante; revestimento do fundo do reservatório constituído por piso rústico de concreto armado; forma; concreto para execução do revestimento lateral e armadura.

Os resultados obtidos para a determinação do custo de construção de reservatórios utilizando as curvas paramétricas estão apresentados na Figura 5.4. Matematicamente, o custo unitário de construção de um metro cúbico de reservatório pode ser obtido a partir da equação apresentada no gráfico da referida figura.

Materiais e serviços com menor impacto no custo final da obra, tais como grades, execução de rampa de acesso e cercamento, não foram considerados para efeito do desenvolvimento da curva paramétrica, admitindo que os mesmos estejam abrangidos pelo item de contingências, o qual corresponde a 25% do valor total da construção após aplicação do BDI.

No Anexo I estão apresentados os quadros que resumem os cálculos efetuados para obtenção das curvas paramétricas dos reservatórios.

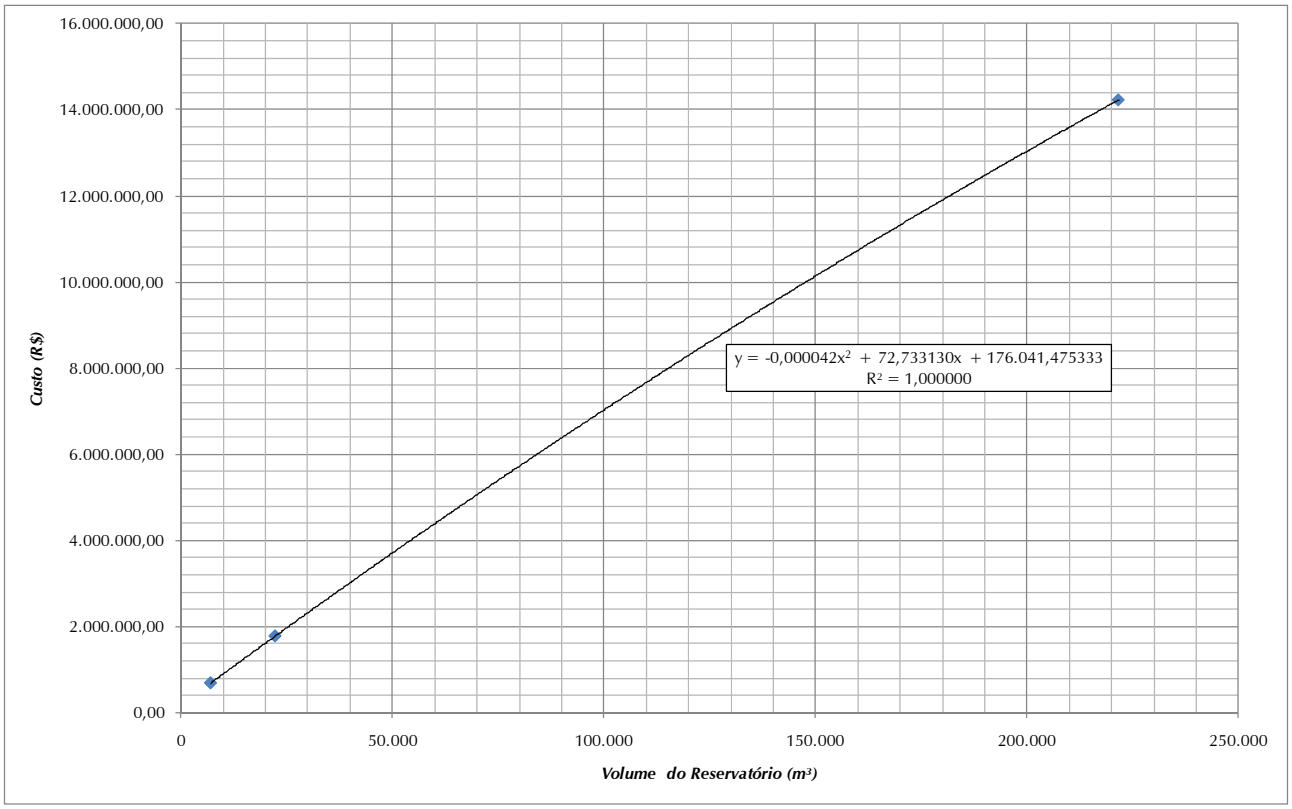


Figura 5.4 – Curva paramétrica de custo de reservatórios.

5.2.2 Custos de Desapropriação

Para a realização dos trabalhos do PDDU da bacia do rio Cachoeira foi fornecida pela Prefeitura Municipal de Joinville a base aerofotogramétrica em escala 1:1.000, levantada pela empresa Aeroimagem S/A no ano de 2007.

Quando da realização desta base cartográfica, utilizando ferramentas GIS, a Aeroimagem subdividiu os dados em *layers* (camadas) atribuindo as respectivas informações no processo de reambulação. Com as informações em formato *shape* foi realizada a inserção de informações alfanuméricas associadas.

No caso dos lotes, os desenhos estão no formato de polígono e as respectivas informações representam as inscrições imobiliárias atribuídas pela Secretaria da Fazenda do município de Joinville. A inscrição imobiliária contém o Quadrante, Quadrícula, Setor, Quadra e Lote, divididos por hífen.

A elaboração dos desenhos de projeto das obras de drenagem utilizando a cartografia georreferenciada possibilitou ao Consórcio realizar o cruzamento entre a área ocupada pelas obras e as informações das inscrições imobiliárias, determinando as propriedades (ou parte delas) que deverão ser desapropriadas para construção das mesmas.

Com base nessas informações, foi consultado o Sistema de Gestão Cadastral da PMJ, disponível no sítio da mesma. Esse sistema disponibiliza os dados do proprietário e as características do terreno e do imóvel, entre as quais a área do terreno e área construída.

O banco de dados do ITBI (Imposto de Transferência de Bens Imóveis) disponibiliza informações sobre o valor do metro quadrado (R$/m^2) para o terreno e para a edificação, sendo este valor diferenciado por bairros. As Figuras 5.5 e 5.6 apresentam a espacialização dos custos por metro quadrado dos terrenos e edificações utilizados para valoração dos custos de desapropriação.

Associando as informações de valor unitário com as características do terreno serão determinados os valores dos imóveis para desapropriação, tendo por base os critérios de desapropriação apresentados no item 4.8.1.

5.2.3 Custos de Manutenção

Na composição dos custos de manutenção foram incluídos os serviços de escavação, carga e transporte de solos moles, escavação manual em rios e pontes e disposição de resíduos (sedimentos) contaminados (classe I) e de resíduos (sedimentos) não contaminados (classe II). Para todos os materiais escavados foi utilizado um peso específico médio de 1,5 t/m^3.

Para o caso das galerias e pontes admitiu-se que do material escavado, 30% corresponde a solos moles escavados mecanicamente e transportados até uma distância de 10 km e que o volume restante será escavado manualmente. Com relação aos sedimentos, foi considerado que 95% do material escavado corresponde a material não contaminado e que, portanto, será destinado a aterros Classe II, e os 5% restantes admitidos como material contaminado e que será destinado a aterros Classe I.

No caso dos reservatórios e canais foi considerada a totalidade da escavação dos sedimentos (solos moles) feita mecanicamente e transportada até 10km. Assim como para as galerias e pontes, foi utilizada uma taxa de 95% de material escavado não contaminado e 5% do material escavado contaminado, que deverão ser transportados e dispostos em aterros Classe II e I, respectivamente.

O método de determinação das taxas e valores de material depositado (arraste e sedimentação) para as galerias, pontes, canais e reservatórios é apresentado no item 4.2.2.

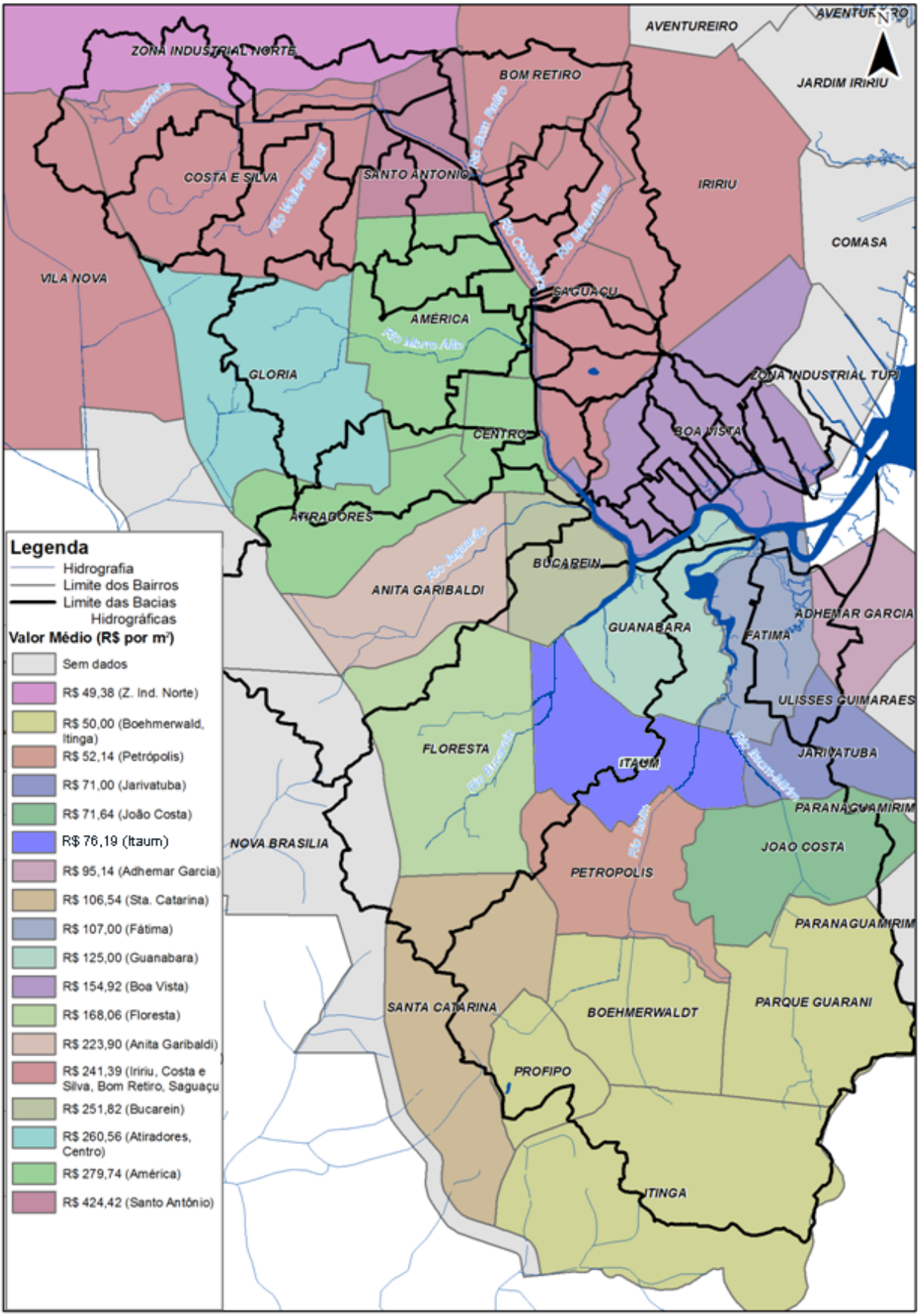


Figura 5.5 – Bacia do rio Cachoeira - Custo por m² de terrenos.

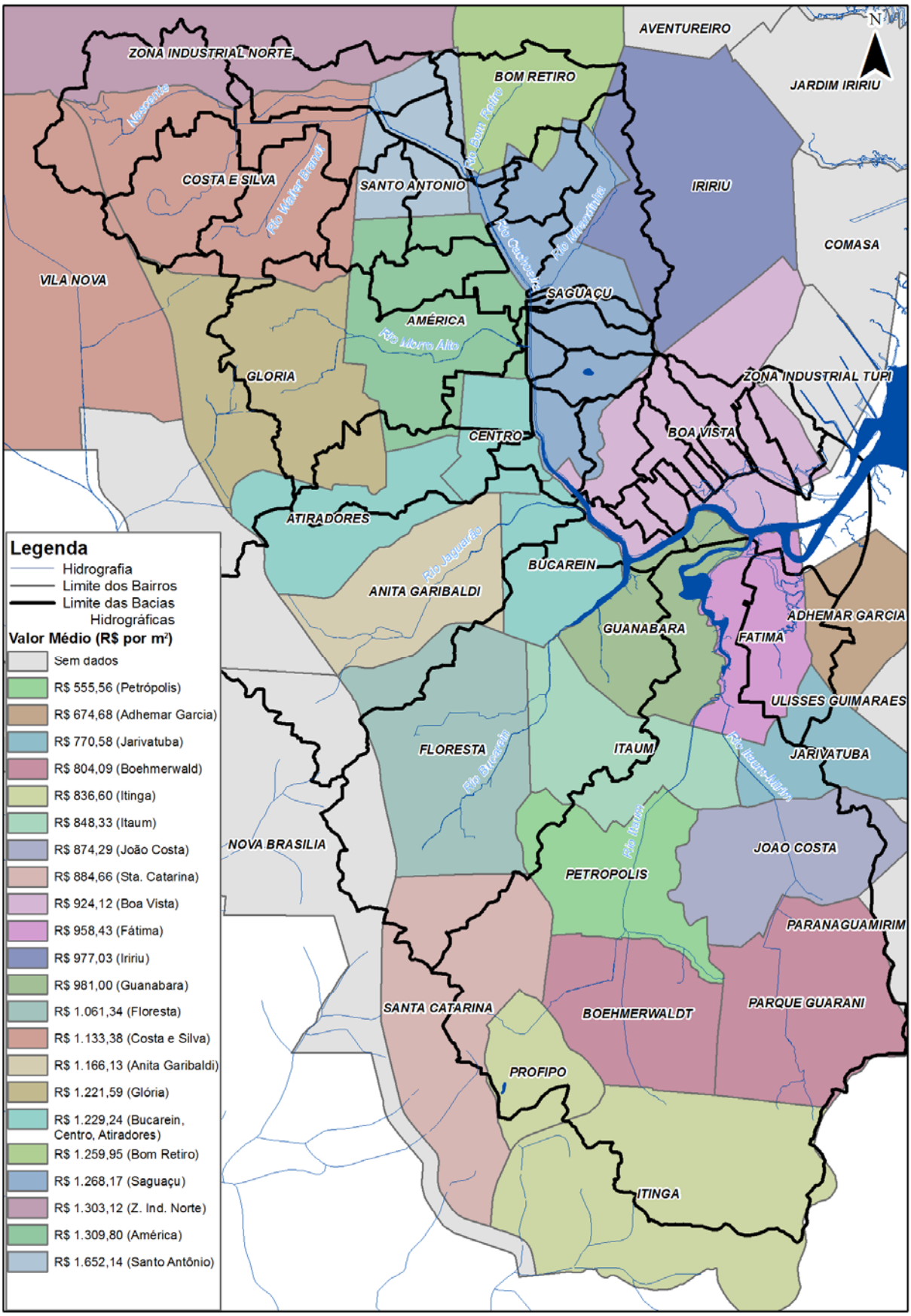


Figura 5.6 – Bacia do rio Cachoeira - Custo por m² de edificações.

O Quadro 5.2 ilustra os itens e as hipóteses adotadas na composição dos preços do custo de manutenção.

QUADRO 5.2
COMPOSIÇÃO DO CUSTO DE MANUTENÇÃO

Descrição	*Código IPPUJ*	*Custo Unitário*	*Unidade*	*Quantidade (m³)*	*Galeria Fechada e Pontes (R$/m³)*	*Bacia de Detenção e Canais (R$/m³)*
Escavação carga e transporte de solos moles DMT até 10 Km.	C35.25.15.05.018	49,61	R$/m3	1	14,88*	49,61
Escavação manual em rios e pontes	C35.25.15.05.006	448,03	R$/m³	1	313,62*	0,00
Resíduo solo não Contaminado (Classe I I) volume 15 a 20 mil m³ - desssoriamento de rios e obras	C30.37.05.40.011	128,79	R$/t	95%	183,53	183,53
Resíduo solo Contaminado (Classe I) volume 0 a 15 mil m³ - desssoriamento de rios e obras	C30.37.05.40.005	308,88	R$/t	5%	23,17	23,17
CUSTO DIRETO (R$)					***535,20***	***256,30***
BDI	***30%***				160,56	76,89
CUSTO TOTAL (R$/m³)					***695,75***	***333,19***

* no caso das galerias e pontes admitiu-se 30% do material escavado como sendo solo mole e 70% escavado mecanicamente

5.3 FASE DE DETALHAMENTO DA ALTERNATIVA SELECIONADA

5.3.1 Orçamento Detalhado das Obras

Para a fase de detalhamento das obras de drenagem integrantes do PDDU será elaborado o orçamento detalhado das obras principais que compõem a alternativa selecionada.

Os quantitativos serão levantados com base nos desenhos de detalhamento da alternativa selecionada, sobre os quais serão aplicados os mesmos preços unitários e critérios definidos no item 5.1.

5.3.2 Custos de Desapropriação

Na fase de detalhamento do projeto serão utilizadas as mesmas bases de dados utilizadas nos estudos de alternativas, diferenciando-se desta, entretanto, pelos critérios de desapropriação apresentados no item 4.8.2.

5.3.3 Custos de Manutenção

Os custos de manutenção apresentados na fase de detalhamento obedecerão os mesmos critérios e itens utilizados na fase de estudo de alternativas, sobre os quais serão aplicadas as quantidades obtidas através dos desenhos de detalhamento.

Caberão, nas próximas fases do trabalho, a realização de investigações dos solos e sedimentos presentes com o objetivo de aferir as reais proporções entre materiais contaminados e não contaminados.

6. APRESENTAÇÃO DOS PROJETOS

6.1 ESTUDO DE ALTERNATIVAS

Na fase de estudos de alternativas os projetos serão apresentados em desenhos de implantação, em plantas com a restituição aerofotogramétrica de 2007. Os desenhos de projeto nesta fase serão elaborados na escala 1:10.000.

No Anexo II é apresentado desenho tipo (no caso, para a sub bacia do rio Mathias) representando a concepção das intervenções na fase de estudo de alternativas.

Os orçamentos de cada alternativa estudada serão elaborados com base nas curvas paramétricas e serão apresentados em planilhas.

6.2 DETALHAMENTO DO PROJETO

Na fase do detalhamento do projeto, a implantação das obras será apresentada em desenhos formato A3, com as seguintes características:

- ✓ canais, galerias e demais obras lineares: planta e perfil na escala 1:2.000;
- ✓ reservatórios: planta, preferencialmente na escala 1:500;
- ✓ pontes e travessias: planta, preferencialmente na escala 1:200;
- ✓ detalhes de obra: planta e seções, preferencialmente nas escalas 1:100 ou 1:50.

No Anexo II são apresentados desenhos padrão das distintas soluções passíveis de serem aplicadas, respeitando as escalas descritas.

Os orçamentos da alternativa selecionada serão elaborados com base em levantamento de quantidades de obras principais e serão apresentados em planilhas.

6.3 MEMÓRIAS DE CÁLCULO

As memórias de cálculo serão apresentadas em formato eletrônico, no CDRom anexo aos documentos de projeto.

7. BIBLIOGRAFIA

ACIESP (Academia de Ciências do Estado de São Paulo), Glossário de Ecologia. 1ª Edição. Publicação ACIESP nº 57 – ACIESP/CNPq/FAPESP/Secretaria da Ciência e Tecnologia, 1987.

AGUIRRE, A. & Faria, D. M. C. P. "Avaliação contingente" de investimentos ambientais: um estudo de caso. Estudos Econômicos, 26(1):85-109, 1996.

AGUIRRE, A. & FARIA, Diomira M.C.P. A utilização de "preços hedônicos" na avaliação social de Projetos. Revista Brasileira de Economia. São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, Vol. 51 nº 3, junho/setembro 1997.

BAPTISTA, MÁRCIO NASCIMENTO. NILO (). Riscos e Tempo de Retorno. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais.

BERTONI D. e LOMBARDI NETO. Manual Técnico de Manejo e conservação do Solo e Água - Embasamento Técnico do Programa de Microbacias Hidrográficas. Manual CATI no 38. Campinas, SP, 1993.

BISHOP, R. C. & Heberlein, T.A. Measuring values of extramarket goods: are direct measures biased? Journal of American Agricutural Economics, 61(6):926-30, 1979.

BONHAM-CARTER, G. F. Geographic Information Systems for Geoscientists: Modelling With GIS. Ottawa: Pergamon, 1996. p. 398.

BREALEY, R. A. e Myers, S. C. Princípios de Finanças Empresariais. 3º Edição, Lisboa: Editora McGraw-Hill de Portugal Ltda, 1992.

CANHOLI, A.P. (2005). Drenagem Urbana e Controle de Enchentes. 1ª Edição. Oficina de Textos. São Paulo.

CARVALHO, N. de O. Hidrossedimentologia Prática. CPRM – Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais, Rio de Janeiro, RJ, 1994.

CHRISTOFOLETTI A. Geomorfologia Fluvial. Editora Edgard Blücher, São Paulo, SP, 1981.

FARIA, H. D; Melo, S. S.; Saliby, E. Análise de risco: uma comparação de diferentes métodos de amostragem. XXIII Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação em Administração (ENANAP), 1999, Florianópolis. Anais ... Rio de Janeiro: ANPAD, 1999 (CDROM).

FENDRICH, R.; OBLADEN, N.; AISSE, M. M. e GARCIAS, C. M. Drenagem e Controle da Erosão Urbana. EDUCA, Editora PUC-PR, Curitiba, PR, 1998.

FIGUEIREDO, R. B. Engenharia Social, Soluções para Áreas de Risco. Makron Books, São Paulo, SP, 1994.

FULLER, 1961 in SUGUIU, K. Rochas Sedimentares – Propriedade, Gênese e Importância Econômica. Ed. Edgard Blücher, USP, São Paulo, SP, 1982. pgs. 481.

GARCIA, G. J. Avaliação de Terras para uso não Agrícola. Notas de Conferência Ministrada no XIII Congresso Latino-Americano de Ciência do Solo. Águas de Lindóia, SP. Resumo em CD. ROM, 1996.

HAUSMAN, J. A. (ed.). Contingent valuation - a critical assessment. Amsterdam, North-Holland,1993.

LANE, 1938 in SUGUIU, K. Rochas Sedimentares – Propriedade, Gênese e Importância Econômica. Ed. Edgard Blücher, USP, São Paulo, SP, 1982. Pág - 201.

LIEBMANN, H. Terra: um Planeta Inabitável? Biblioteca do Exército Editora. Pub. 488, vol. 167, 1979.

LLORET RAMOS, C. A erosão Urbana no Contexto dos Sistemas de Drenagem. Resumo da mesa redonda. 5º Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Anais. Bauru, SP, p. 101-103, 1995.

LOOMIS, J.; Creel, M. & Park, T. A. Comparing benefits estimates from travel cost and contingente valuation using intervals for Hicksian welfare measures. Applied Economics, 23(11):1725-31, 1991

LOPES, P. R., COGO, N. P. e CASSOL, E. A. Influência da Cobertura Vegetal Morta na Redução da Velocidade da Enxurrada e na Distribuição de Tamanho dos Sedimentos transportados. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 17(1);193-197, 1987.

MACHADO, Maria Léia, NASCIMENTO, Nilo, BAPTISTA, Márcio, GONÇALVES, Március, SILVA, Adriano LIMA, Joelma Costa, DIAS, Rodrigo, SILVA, Anderson, MACHADO, Ébio, FERNANDES, Wilson. Curvas de Danos de Inundação versus Profundidade de Submersão: Desenvolvimento de Metodologia. UFMG – Departamento de ENGENHARIA Hidráulica e Recursos Hídricos, Belo Horizonte, 2003.Nagem, F. R. M. Avaliação Econômica dos Prejuízos Causados pelas Cheias Urbanas. Dissertação de Mestrado. UFRJ, 2008.

MITHCELL, R. C. & Carson, R. T. (eds.). Using surveys to value public goods - the contingent valuation method. Washington, Resources for the Future, 1989.

MÜLLER, D. R.; VIEIRA C. V.;LOBO M. Identificação de Áreas Susceptíveis a Movimentos de Massa com Utilização dos Métodos Booleanos e Fuzzy na Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira, UNIVILLE – ainda não publicado.

OLIVEIRA, F. A.; TRETER, U; POLZIN, M. A. Estudo Hidrossedimentológico da Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão.2007*em andamento.

PBLM Consultoria Empresarial Bacia Hidrográfica do Rio Morro Alto. Análise Econômica de Projeto de Macro drenagem: Estudo de Viabilidade Técnica-Econômica e Ambiental, Produto R3 – Relatório Final, dezembro de 2007.

POLZIN, M. A. Programa de Quantificação de sedimentos Totais em Meio Fluvial – Colby. 2005*Software sem registro de patente.

POLZIN, M. A.; OLIVEIRA, F. A. Avaliação da Contribuição de Sedimentos Oriundos de Aterros através de Análises Mineralógicas e Granulométricas de Depósitos Fluviais na Bacia Hidrográfica do Rio Molha, Jaraguá do Sul, SC. In: VII Encontro Nacional da Anpege, 2007, Niteroi-RJ. 2007

RENARD, K. G., FOSTER, G. R., WEESIES, G. A e PORTER, J. P. Revised Universal Soil Loss Equation. Journal of Soil and Water Conservation. Des Moines, 45(1): 30:33, 1991.

RODRIGUES, J. E. Estudos de Fenômenos Erosivos Acelerados – Boçorocas – Tese (Doutorado de Engenharia dos Transportes). EESC-USP, 1982.

SAATY, 1997 in SENA, J. N. O Uso de Sistema de Informação Geográfica na Avaliação de Diferentes Alternativas de Geração de Cartas de Suscetibilidade. Dissertação de Mestrado. UNESP, Ilha Solteira, SP, 2008. 83 pgs.

SAATY, Analytic Hierarchy Process (AHP) by Georesources and Geohazards Group – Technishe Universität Darmstadt, Germany.

SANTOS I. dos; FILL, H. D.; SUGAI, M. R. V.B; BUBA, H.; KISCHI, R.T.; MARONE, E.; LAUTERT, L.F. 2001. Hidrometria Aplicada. LACTEC – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento.

SCHERR, F. C. Modern Working Capital Management. New Jersey: Prentice-Hall, 1989.

STEIN, D. P. Diagnóstico de Erosão. 5º Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Anais. Bauru, SP, p. 55-57, 1995.

SUGUIU, K. Rochas Sedimentares – Propriedade, Gênese e Importância Econômica. Ed. Edgard Blücher, USP, São Paulo, SP, 1982. pgs. 481.

TACHINI, M., KOBYIAMA, M., LOESCH, C., SEVERO, D.L., SILVA, H.S., CORDERO, A. Avaliação de Danos de Inundações Ocorridas em Blumenau/SC nos anos de 1983, 1984, 1992 e 2001. XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Campo Grande, 2009.

TEIXEIRA, E. C. Erosão nos Meios Urbanos: Prevenção e Controle. 5º Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Anais, Bauru, SP, p. 33-35, 1995.

TUCCI, Carlos E. M. Gestão de Águas Pluviais Urbanas. Saneamento para Todos. Programa de Modernização do Setor de Saneamento. Ministério das Cidades. Brasília, 2005. Pg.67-69.

VISHER, 1969 in SUGUIU, K. Rochas Sedimentares – Propriedade, Gênese e Importância Econômica. Ed. Edgard Blücher, USP, São Paulo, SP, 1982. Pág - 201.

WOILER, S. & MATHIAS, W. F. Projetos: planejamento, elaboração e análise. São Paulo: Atlas, 1996.

ZACHAR, D. Soil Erosion. Developments in Soil Science 10. Elsevier Scintific Publishing Company. Bratislava. Slovakia, 1982.

ANEXO I
CURVAS PARAMÉTRICAS

CANAIS - QUANTIDADES																			
Revestimento	*Padrão*	*Base (m)*	*H (m)*	*H total(m)*	*Boca (m)*	*Desmatamento e limpeza (m^2/m)*	*Demolição mecanizada (m^3/m)*	*Entulho (t / m)*	*Transporte de Entulho (m^3/m x km)*	*Escavação e Transporte Mat. 1ª Cat. (m^3/m) - 60%*	*Ensecadeira de saco de areia (m^3/m)*	*Colocação de geotêxtil não-tecido (m^2/m)*	*Fornecimento, carga,transporte e compactação de aterro com saibro 100% PN (e=10cm) (m^3/m)*	*Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN (m^2/m)*	*Fornecimento, transporte e execução de reforço, com solo cimento (m^2/m) (10% comprimento)*	*Escavação carga e transporte de solos moles DMT até 15 Km. - 40% (m^3/m)*	*Gabião caixa pvc h=50 cm (m^3/m)*	*Gabião caixa pvc h=50 cm (m^3/m)*	*Colchão reno pvc (espessura: 17 cm) (m^3/m)*	*Volume Seção Plena do Canal (m^3/m)*
sem revestimento	C1	2,00	2,00	2,70	12,80	18,80	2,01	3,22	32,16	11,99	0,81		0,80	8,00	0,80	7,99				19,98
	C2	2,00	3,00	3,70	16,80	22,80	2,31	3,70	36,96	20,87	1,11		0,80	8,00	0,80	13,91				34,78
	C3	2,00	4,00	4,70	20,80	26,80	2,61	4,18	41,76	32,15	1,41		0,80	8,00	0,80	21,43				53,58
	C4	2,00	6,00	6,70	28,80	34,80	3,21	5,14	51,36	61,91	2,01		0,80	8,00	0,80	41,27				103,18
	C5	3,00	2,00	2,70	13,80	18,80	2,01	3,22	32,16	13,61	0,81		0,80	8,00	0,80	9,07				22,68
	C6	3,00	3,00	3,70	17,80	22,80	2,31	3,70	36,96	23,09	1,11		0,80	8,00	0,80	15,39				38,48
	C7	3,00	4,00	4,70	21,80	26,80	2,61	4,18	41,76	34,97	1,41		0,80	8,00	0,80	23,31				58,28
	C8	3,00	6,00	6,70	29,80	34,80	3,21	5,14	51,36	65,93	2,01		0,80	8,00	0,80	43,95				109,88
	C9	5,00	2,00	2,70	15,80	18,80	2,01	3,22	32,16	16,85	0,81		0,80	8,00	0,80	11,23				28,08
	C10	5,00	3,00	3,70	19,80	22,80	2,31	3,70	36,96	27,53	1,11		0,80	8,00	0,80	18,35				45,88
	C11	5,00	4,00	4,70	23,80	26,80	2,61	4,18	41,76	40,61	1,41		0,80	8,00	0,80	27,07				67,68
	C12	5,00	6,00	6,70	31,80	34,80	3,21	5,14	51,36	73,97	2,01		0,80	8,00	0,80	49,31				123,28
	C13	15,00	2,00	2,70	25,80	18,80	2,01	3,22	32,16	33,05	0,81		0,80	8,00	0,80	22,03				55,08
	C14	15,00	3,00	3,70	29,80	22,80	2,31	3,70	36,96	49,73	1,11		0,80	8,00	0,80	33,15				82,88
	C15	15,00	4,00	4,70	33,80	26,80	2,61	4,18	41,76	68,81	1,41		0,80	8,00	0,80	45,87				114,68
	C16	15,00	6,00	6,70	41,80	34,80	3,21	5,14	51,36	114,17	2,01		0,80	8,00	0,80	76,11				190,28
	C17	20,00	2,00	2,70	30,80	18,80	2,01	3,22	32,16	41,15	0,81		0,80	8,00	0,80	27,43				68,58
	C18	20,00	3,00	3,70	34,80	22,80	2,31	3,70	36,96	60,83	1,11		0,80	8,00	0,80	40,55				101,38
	C19	20,00	4,00	4,70	38,80	26,80	2,61	4,18	41,76	82,91	1,41		0,80	8,00	0,80	55,27				138,18
	C20	20,00	6,00	6,70	46,80	34,80	3,21	5,14	51,36	134,27	2,01		0,80	8,00	0,80	89,51				223,78
	C21	24,00	2,00	2,70	34,80	18,80	2,01	3,22	32,16	47,63	0,81		0,80	8,00	0,80	31,75				79,38
	C22	24,00	3,00	3,70	38,80	22,80	2,31	3,70	36,96	69,71	1,11		0,80	8,00	0,80	46,47				116,18
	C23	24,00	4,00	4,70	42,80	26,80	2,61	4,18	41,76	94,19	1,41		0,80	8,00	0,80	62,79				156,98
	C24	24,00	6,00	6,70	50,80	34,80	3,21	5,14	51,36	150,35	2,01		0,80	8,00	0,80	100,23				250,58
	C25	28,00	2,00	2,70	38,80	18,80	2,01	3,22	32,16	54,11	0,81		0,80	8,00	0,80	36,07				90,18
	C26	28,00	3,00	3,70	42,80	22,80	2,31	3,70	36,96	78,59	1,11		0,80	8,00	0,80	52,39				130,98
	C27	28,00	4,00	4,70	46,80	26,80	2,61	4,18	41,76	105,47	1,41		0,80	8,00	0,80	70,31				175,78
	C28	28,00	6,00	6,70	54,80	34,80	3,21	5,14	51,36	166,43	2,01		0,80	8,00	0,80	110,95				277,38
	C29	30,00	2,00	2,70	40,80	18,80	2,01	3,22	32,16	57,35	0,81		0,80	8,00	0,80	38,23				95,58
	C30	30,00	3,00	3,70	44,80	22,80	2,31	3,70	36,96	83,03	1,11		0,80	8,00	0,80	55,35				138,38
	C31	30,00	4,00	4,70	48,80	26,80	2,61	4,18	41,76	111,11	1,41		0,80	8,00	0,80	74,07				185,18
	C32	30,00	6,00	6,70	56,80	34,80	3,21	5,14	51,36	174,47	2,01		0,80	8,00	0,80	116,31				290,78

continua...

continuação

CANAIS - QUANTIDADES

Revestimento	Padrão	Base (m)	H (m)	H total(m)	Boca (m)	Desmatamento e limpeza (m²/m)	Demolição mecanizada (m³/m)	Entulho (t / m)	Transporte de Entulho (m³/m x km)	Escavação e Transporte Mat. 1ª Cat. (m³/m) - 60%	Ensecadeira de saco de areia (m³/m)	Colocação de geotêxtil não-tecido (m²/m)	Fornecimento, carga,transporte e compactação de aterro com saibro 100% PN (e=10cm) (m³/m)	Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN (m²/m)	Fornecimento, transporte e execução de reforço, com solo cimento (m²/m) (10% comprimento)	Escavação carga e transporte de solos moles DMT até 15 Km. - 40% (m³/m)	Gabião caixa pvc h=50 cm (m³/m)	Gabião caixa pvc h=50 cm (m³/m)	Colchão reno pvc (espessura: 17 cm) (m³/m)	Volume Seção Plena do Canal (m³/m)
com revestimento	C33	2,00	2,00	2,70	12,80	18,80	2,01	3,22	32,16	14,03	0,81	18,27	0,80	8,00	0,80	9,35	0,50	0,00	2,90	19,98
	C34	2,00	3,00	3,70	16,80	22,80	2,31	3,70	36,96	23,37	1,11	22,75	0,80	8,00	0,80	15,58	0,50	0,00	3,66	34,78
	C35	2,00	4,00	4,70	20,80	26,80	2,61	4,18	41,76	35,10	1,41	27,22	0,80	8,00	0,80	23,40	0,50	0,00	4,42	53,58
	C36	2,00	6,00	6,70	28,80	34,80	3,21	5,14	51,36	65,77	2,01	36,16	0,80	8,00	0,80	43,85	0,50	0,00	5,94	103,18
	C37	3,00	2,00	2,70	13,80	18,80	2,01	3,22	32,16	15,75	0,81	19,27	0,80	8,00	0,80	10,50	0,50	0,00	3,07	22,68
	C38	3,00	3,00	3,70	17,80	22,80	2,31	3,70	36,96	25,69	1,11	23,75	0,80	8,00	0,80	17,13	0,50	0,00	3,83	38,48
	C39	3,00	4,00	4,70	21,80	26,80	2,61	4,18	41,76	38,02	1,41	28,22	0,80	8,00	0,80	25,35	0,50	0,00	4,59	58,28
	C40	3,00	6,00	6,70	29,80	34,80	3,21	5,14	51,36	69,90	2,01	37,16	0,80	8,00	0,80	46,60	0,50	0,00	6,11	109,88
	C41	5,00	2,00	2,70	15,80	18,80	2,01	3,22	32,16	19,20	0,81	21,27	0,80	8,00	0,80	12,80	0,50	0,00	3,41	28,08
	C42	5,00	3,00	3,70	19,80	22,80	2,31	3,70	36,96	30,33	1,11	25,75	0,80	8,00	0,80	20,22	0,50	0,00	4,17	45,88
	C43	5,00	4,00	4,70	23,80	26,80	2,61	4,18	41,76	43,87	1,41	30,22	0,80	8,00	0,80	29,25	0,50	0,00	4,93	67,68
	C44	5,00	6,00	6,70	31,80	34,80	3,21	5,14	51,36	78,14	2,01	39,16	0,80	8,00	0,80	52,09	0,50	0,00	6,45	123,28
	C45	15,00	2,00	2,70	25,80	18,80	2,01	3,22	32,16	37,32	0,81	18,07	0,80	8,00	0,80	24,88	0,00	1,00	5,11	55,08
	C46	15,00	3,00	3,70	29,80	22,80	2,31	3,70	36,96	54,45	1,11	22,55	0,80	8,00	0,80	36,30	0,00	1,00	5,87	82,88
	C47	15,00	4,00	4,70	33,80	26,80	2,61	4,18	41,76	73,99	1,41	27,02	0,80	8,00	0,80	49,33	0,00	1,00	6,63	114,68
	C48	15,00	6,00	6,70	41,80	34,80	3,21	5,14	51,36	120,26	2,01	35,96	0,80	8,00	0,80	80,17	0,00	1,00	8,15	190,28
	C49	20,00	2,00	2,70	30,80	18,80	2,01	3,22	32,16	45,93	0,81	18,07	0,80	8,00	0,80	30,62	0,00	1,00	5,96	68,58
	C50	20,00	3,00	3,70	34,80	22,80	2,31	3,70	36,96	66,06	1,11	22,55	0,80	8,00	0,80	44,04	0,00	1,00	6,72	101,38
	C51	20,00	4,00	4,70	38,80	26,80	2,61	4,18	41,76	88,60	1,41	27,02	0,80	8,00	0,80	59,07	0,00	1,00	7,48	138,18
	C52	20,00	6,00	6,70	46,80	34,80	3,21	5,14	51,36	140,87	2,01	35,96	0,80	8,00	0,80	93,91	0,00	1,00	9,00	223,78
	C53	24,00	2,00	2,70	34,80	18,80	2,01	3,22	32,16	52,81	0,81	18,07	0,80	8,00	0,80	35,21	0,00	1,00	6,64	79,38
	C54	24,00	3,00	3,70	38,80	22,80	2,31	3,70	36,96	75,35	1,11	22,55	0,80	8,00	0,80	50,23	0,00	1,00	7,40	116,18
	C55	24,00	4,00	4,70	42,80	26,80	2,61	4,18	41,76	100,29	1,41	27,02	0,80	8,00	0,80	66,86	0,00	1,00	8,16	156,98
	C56	24,00	6,00	6,70	50,80	34,80	3,21	5,14	51,36	157,36	2,01	35,96	0,80	8,00	0,80	104,91	0,00	1,00	9,68	250,58
	C57	28,00	2,00	2,70	38,80	18,80	2,01	3,22	32,16	59,70	0,81	18,07	0,80	8,00	0,80	39,80	0,00	1,00	7,32	90,18
	C58	28,00	3,00	3,70	42,80	22,80	2,31	3,70	36,96	84,64	1,11	22,55	0,80	8,00	0,80	56,43	0,00	1,00	8,08	130,98
	C59	28,00	4,00	4,70	46,80	26,80	2,61	4,18	41,76	111,97	1,41	27,02	0,80	8,00	0,80	74,65	0,00	1,00	8,84	175,78
	C60	28,00	6,00	6,70	54,80	34,80	3,21	5,14	51,36	173,85	2,01	35,96	0,80	8,00	0,80	115,90	0,00	1,00	10,36	277,38
	C61	30,00	2,00	2,70	40,80	18,80	2,01	3,22	32,16	63,15	0,81	18,07	0,80	8,00	0,80	42,10	0,00	1,00	7,66	95,58
	C62	30,00	3,00	3,70	44,80	22,80	2,31	3,70	36,96	89,28	1,11	22,55	0,80	8,00	0,80	59,52	0,00	1,00	8,42	138,38
	C63	30,00	4,00	4,70	48,80	26,80	2,61	4,18	41,76	117,82	1,41	27,02	0,80	8,00	0,80	78,55	0,00	1,00	9,18	185,18
	C64	30,00	6,00	6,70	56,80	34,80	3,21	5,14	51,36	182,09	2,01	35,96	0,80	8,00	0,80	121,39	0,00	1,00	10,70	290,78

CANAIS - CUSTO (R$/m)																			
Revestimento	*Padrão*	*Base (m)*	*H (m)*	*H total(m)*	*Boca (m)*	*Desmatamento e limpeza (m²)*	*Demolição mecanizada (R$/m)*	*Entulho (R$/m)*	*Transporte de Entulho (R$/m)*	*Escavação e Transporte Mat. 1ª Cat. (R$/m)*	*Ensecadeira de saco de areia (R$/m)*	*Colocação de geotêxtil não-tecido (R$/m)*	*Fornecimento, carga,transporte e compactação de aterro com saibro 100% PN (e=10cm) (R$/m)*	*Regularização e compactação de sub-leito 100% do PN (R$/m)*	*Fornecimento, transporte e execução de reforço, com solo cimento (R$/m)*	*Escavação carga e transporte de solos moles DMT até 15 Km. (R$/m)*	*Gabião caixa pvc h=50 cm (R$/m)*	*Gabião caixa pvc h=50 cm (R$/m)*	*Colchão reno pvc (espessura: 17 cm) (R$/m)*	*Custo Total (R$/m³/m)*
	Item IPPUJ					C35.20.10.10.005	C20.05.15.20.025	C30.37.05.40.020	C30.80.10.05.005	C35.45.05.15.001	C30.40.40.05.005	C35.05.25.25.005	C35.10.05.10.007	C35.10.05.10.015	C35.10.05.15.008	C35.25.15.05.021	C10.12.10.05.010	C10.12.10.05.015	C35.25.20.08.005	
	Preço (R$)					0,95	17,58	109,80	0,86	12,30	107,68	4,17	44,11	1,80	110,75	71,08	336,20	286,02	464,32	R$/m³/m
sem revestimento	C1	2,00	2,00	2,70	12,80	17,86	35,34	353,12	27,66	147,45	87,22	0,00	35,29	14,40	88,60	568,07	0,00	0,00	0,00	68,82
	C2	2,00	3,00	3,70	16,80	21,66	40,61	405,82	31,79	256,68	119,52	0,00	35,29	14,40	88,60	988,86	0,00	0,00	0,00	57,60
	C3	2,00	4,00	4,70	20,80	25,46	45,88	458,52	35,91	395,42	151,83	0,00	35,29	14,40	88,60	1.523,39	0,00	0,00	0,00	51,79
	C4	2,00	6,00	6,70	28,80	33,06	56,43	563,93	44,17	761,47	216,44	0,00	35,29	14,40	88,60	2.933,61	0,00	0,00	0,00	46,01
	C5	3,00	2,00	2,70	13,80	17,86	35,34	353,12	27,66	167,38	87,22	0,00	35,29	14,40	88,60	644,84	0,00	0,00	0,00	64,89
	C6	3,00	3,00	3,70	17,80	21,66	40,61	405,82	31,79	283,98	119,52	0,00	35,29	14,40	88,60	1.094,06	0,00	0,00	0,00	55,50
	C7	3,00	4,00	4,70	21,80	25,46	45,88	458,52	35,91	430,11	151,83	0,00	35,29	14,40	88,60	1.657,02	0,00	0,00	0,00	50,50
	C8	3,00	6,00	6,70	29,80	33,06	56,43	563,93	44,17	810,91	216,44	0,00	35,29	14,40	88,60	3.124,11	0,00	0,00	0,00	45,39
	C9	5,00	2,00	2,70	15,80	17,86	35,34	353,12	27,66	207,23	87,22	0,00	35,29	14,40	88,60	798,37	0,00	0,00	0,00	59,30
	C10	5,00	3,00	3,70	19,80	21,66	40,61	405,82	31,79	338,59	119,52	0,00	35,29	14,40	88,60	1.304,46	0,00	0,00	0,00	52,33
	C11	5,00	4,00	4,70	23,80	25,46	45,88	458,52	35,91	499,48	151,83	0,00	35,29	14,40	88,60	1.924,28	0,00	0,00	0,00	48,46
	C12	5,00	6,00	6,70	31,80	33,06	56,43	563,93	44,17	909,81	216,44	0,00	35,29	14,40	88,60	3.505,10	0,00	0,00	0,00	44,35
	C13	15,00	2,00	2,70	25,80	17,86	35,34	353,12	27,66	406,49	87,22	0,00	35,29	14,40	88,60	1.566,03	0,00	0,00	0,00	47,79
	C14	15,00	3,00	3,70	29,80	21,66	40,61	405,82	31,79	611,65	119,52	0,00	35,29	14,40	88,60	2.356,44	0,00	0,00	0,00	44,95
	C15	15,00	4,00	4,70	33,80	25,46	45,88	458,52	35,91	846,34	151,83	0,00	35,29	14,40	88,60	3.260,58	0,00	0,00	0,00	43,28
	C16	15,00	6,00	6,70	41,80	33,06	56,43	563,93	44,17	1.404,27	216,44	0,00	35,29	14,40	88,60	5.410,04	0,00	0,00	0,00	41,34
	C17	20,00	2,00	2,70	30,80	17,86	35,34	353,12	27,66	506,12	87,22	0,00	35,29	14,40	88,60	1.949,87	0,00	0,00	0,00	45,43
	C18	20,00	3,00	3,70	34,80	21,66	40,61	405,82	31,79	748,18	119,52	0,00	35,29	14,40	88,60	2.882,44	0,00	0,00	0,00	43,29
	C19	20,00	4,00	4,70	38,80	25,46	45,88	458,52	35,91	1.019,77	151,83	0,00	35,29	14,40	88,60	3.928,73	0,00	0,00	0,00	42,01
	C20	20,00	6,00	6,70	46,80	33,06	56,43	563,93	44,17	1.651,50	216,44	0,00	35,29	14,40	88,60	6.362,51	0,00	0,00	0,00	40,51
	C21	24,00	2,00	2,70	34,80	17,86	35,34	353,12	27,66	585,82	87,22	0,00	35,29	14,40	88,60	2.256,93	0,00	0,00	0,00	44,12
	C22	24,00	3,00	3,70	38,80	21,66	40,61	405,82	31,79	857,41	119,52	0,00	35,29	14,40	88,60	3.303,23	0,00	0,00	0,00	42,33
	C23	24,00	4,00	4,70	42,80	25,46	45,88	458,52	35,91	1.158,51	151,83	0,00	35,29	14,40	88,60	4.463,26	0,00	0,00	0,00	41,26
	C24	24,00	6,00	6,70	50,80	33,06	56,43	563,93	44,17	1.849,28	216,44	0,00	35,29	14,40	88,60	7.124,49	0,00	0,00	0,00	40,01
	C25	28,00	2,00	2,70	38,80	17,86	35,34	353,12	27,66	665,53	87,22	0,00	35,29	14,40	88,60	2.564,00	0,00	0,00	0,00	43,12
	C26	28,00	3,00	3,70	42,80	21,66	40,61	405,82	31,79	966,63	119,52	0,00	35,29	14,40	88,60	3.724,02	0,00	0,00	0,00	41,60
	C27	28,00	4,00	4,70	46,80	25,46	45,88	458,52	35,91	1.297,26	151,83	0,00	35,29	14,40	88,60	4.997,78	0,00	0,00	0,00	40,68
	C28	28,00	6,00	6,70	54,80	33,06	56,43	563,93	44,17	2.047,06	216,44	0,00	35,29	14,40	88,60	7.886,47	0,00	0,00	0,00	39,61
	C29	30,00	2,00	2,70	40,80	17,86	35,34	353,12	27,66	705,38	87,22	0,00	35,29	14,40	88,60	2.717,53	0,00	0,00	0,00	42,71
	C30	30,00	3,00	3,70	44,80	21,66	40,61	405,82	31,79	1.021,24	119,52	0,00	35,29	14,40	88,60	3.934,42	0,00	0,00	0,00	41,29
	C31	30,00	4,00	4,70	48,80	25,46	45,88	458,52	35,91	1.366,63	151,83	0,00	35,29	14,40	88,60	5.265,04	0,00	0,00	0,00	40,43
	C32	30,00	6,00	6,70	56,80	33,06	56,43	563,93	44,17	2.145,96	216,44	0,00	35,29	14,40	88,60	8.267,46	0,00	0,00	0,00	39,43
com revestimento	C33	2,00	2,00	2,70	12,80	17,86	35,34	353,12	27,66	172,56	87,22	76,21	35,29	14,40	88,60	664,82	168,10	0,00	1.347,79	154,60
	C34	2,00	3,00	3,70	16,80	21,66	40,61	405,82	31,79	287,40	119,52	94,85	35,29	14,40	88,60	1.107,23	168,10	0,00	1.700,79	118,35
	C35	2,00	4,00	4,70	20,80	25,46	45,88	458,52	35,91	431,75	151,83	113,50	35,29	14,40	88,60	1.663,36	168,10	0,00	2.053,80	98,66
	C36	2,00	6,00	6,70	28,80	33,06	56,43	563,93	44,17	809,02	216,44	150,80	35,29	14,40	88,60	3.116,82	168,10	0,00	2.759,81	78,09
	C37	3,00	2,00	2,70	13,80	17,86	35,34	353,12	27,66	193,75	87,22	80,38	35,29	14,40	88,60	746,42	168,10	0,00	1.426,72	144,39
	C38	3,00	3,00	3,70	17,80	21,66	40,61	405,82	31,79	315,96	119,52	99,02	35,29	14,40	88,60	1.217,26	168,10	0,00	1.779,73	112,73
	C39	3,00	4,00	4,70	21,80	25,46	45,88	458,52	35,91	467,69	151,83	117,67	35,29	14,40	88,60	1.801,83	168,10	0,00	2.132,73	95,13
	C40	3,00	6,00	6,70	29,80	33,06	56,43	563,93	44,17	859,72	216,44	154,97	35,29	14,40	88,60	3.312,15	168,10	0,00	2.838,74	76,32
	C41	5,00	2,00	2,70	15,80	17,86	35,34	353,12	27,66	236,11	87,22	88,72	35,29	14,40	88,60	909,62	168,10	0,00	1.584,59	129,86
	C42	5,00	3,00	3,70	19,80	21,66	40,61	405,82	31,79	373,08	119,52	107,36	35,29	14,40	88,60	1.437,32	168,10	0,00	1.937,60	104,21
	C43	5,00	4,00	4,70	23,80	25,46	45,88	458,52	35,91	539,58	151,83	126,01	35,29	14,40	88,60	2.078,76	168,10	0,00	2.290,60	89,52
	C44	5,00	6,00	6,70	31,80	33,06	56,43	563,93	44,17	961,13	216,44	163,31	35,29	14,40	88,60	3.702,81	168,10	0,00	2.996,61	73,36
	C45	15,00	2,00	2,70	25,80	17,86	35,34	353,12	27,66	458,98	87,22	75,37	35,29	14,40	88,60	1.768,26	0,00	286,02	2.373,93	102,07
	C46	15,00	3,00	3,70	29,80	21,66	40,61	405,82	31,79	669,76	119,52	94,02	35,29	14,40	88,60	2.580,29	0,00	286,02	2.726,94	85,84
	C47	15,00	4,00	4,70	33,80	25,46	45,88	458,52	35,91	910,05	151,83	112,67	35,29	14,40	88,60	3.506,04	0,00	286,02	3.079,94	76,30
	C48	15,00	6,00	6,70	41,80	33,06	56,43	563,93	44,17	1.479,20	216,44	149,97	35,29	14,40	88,60	5.698,73	0,00	286,02	3.785,96	65,44
	C49	20,00	2,00	2,70	30,80	17,86	35,34	353,12	27,66	564,89	87,22	75,37	35,29	14,40	88,60	2.176,26	0,00	286,02	2.768,61	95,23
	C50	20,00	3,00	3,70	34,80	21,66	40,61	405,82	31,79	812,56	119,52	94,02	35,29	14,40	88,60	3.130,45	0,00	286,02	3.121,61	80,91
	C51	20,00	4,00	4,70	38,80	25,46	45,88	458,52	35,91	1.089,75	151,83	112,67	35,29	14,40	88,60	4.198,36	0,00	286,02	3.474,62	72,49
	C52	20,00	6,00	6,70	46,80	33,06	56,43	563,93	44,17	1.732,70	216,44	149,97	35,29	14,40	88,60	6.675,37	0,00	286,02	4.180,63	62,91
	C53	24,00	2,00	2,70	34,80	17,86	35,34	353,12	27,66	649,61	87,22	75,37	35,29	14,40	88,60	2.502,66	0,00	286,02	3.084,34	91,43
	C54	24,00	3,00	3,70	38,80	21,66	40,61	405,82	31,79	926,80	119,52	94,02	35,29	14,40	88,60	3.570,58	0,00	286,02	3.437,35	78,09
	C55	24,00	4,00	4,70	42,80	25,46	45,88	458,52	35,91	1.233,52	151,83	112,67	35,29	14,40	88,60	4.752,22	0,00	286,02	3.790,35	70,27
	C56	24,00	6,00	6,70	50,80	33,06	56,43	563,93	44,17	1.935,51	216,44	149,97	35,29	14,40	88,60	7.456,68	0,00	286,02	4.496,36	61,37
	C57	28,00	2,00	2,70	38,80	17,86	35,34	353,12	27,66	734,33	87,22	75,37	35,29	14,40	88,60	2.829,06	0,00	286,02	3.400,08	88,54
	C58	28,00	3,00	3,70	42,80	21,66	40,61	405,82	31,79	1.041,04	119,52	94,02	35,29	14,40	88,60	4.010,70	0,00	286,02	3.753,09	75,91
	C59	28,00	4,00	4,70	46,80	25,46	45,88	458,52	35,91	1.377,28	151,83	112,67	35,29	14,40	88,60	5.306,07	0,00	286,02	4.106,09	68,52
	C60	28,00	6,00	6,70	54,80	33,06	56,43	563,93	44,17	2.138,31	216,44	149,97	35,29	14,40	88,60	8.237,99	0,00	286,02	4.812,10	60,12
	C61	30,00	2,00	2,70	40,80	17,86	35,34	353,12	27,66	776,69	87,22	75,37	35,29	14,40	88,60	2.992,26	0,00	286,02	3.557,95	87,34
	C62	30,00	3,00	3,70	44,80	21,66	40,61	405,82	31,79	1.098,17	119,52	94,02	35,29	14,40	88,60	4.230,77	0,00	286,02	3.910,96	74,99
	C63	30,00	4,00	4,70	48,80	25,46	45,88	458,52	35,91	1.449,16	151,83	112,67	35,29	14,40	88,60	5.583,00	0,00	286,02	4.263,96	67,78
	C64	30,00	6,00	6,70	56,80	33,06	56,43	563,93	44,17	2.239,71	216,44	149,97	35,29	14,40	88,60	8.628,65	0,00	286,02	4.969,97	59,59

GALERIA - QUANTIDADES

Obra	Base (m)	Boca (m)	H (m)	Comprimento (m)	Área (m²)	Espessura (cm)	B vala (m)	H vala (m)	Remoção de Pavimento (m³/m)	Escavação Mat. 1ª Cat. (m³/m)	Demolição de guia e sarjeta (m³/m)	Demolição de Passeio (m³/m)	Entulho (t / m)	Transporte de Entulho (m³/m x km)	Ensecadeira de saco de areia (m³/m)	Fornecimento de Solo para Aterro (m³/m)	Aterro (m³/m)	Berço de Concreto Magro (m³/m)	Compactação de Subleito (m²/m)	Brita Estabilizada Granulometricamente (m³/m)	Imprimação (m²/m)	CBUQ (m³/m)	Guia (m)	Passeio (m²)	Forma da Galeria (m²/m)	Concreto da Galeria (m³/m)	Armadura da Galeria (kg/m)
1,00	2,00	9,20	1,00	1,00	2,00	0,20	4,40	2,40	3,22	18,72	0,90	0,40	7,23	72,32	0,45	19,20	15,36	0,75	9,20	2,30	9,20	0,46	2,00	4,00	6,80	1,36	136,00
2,00	2,00	11,20	2,00	1,00	4,00	0,20	4,40	3,40	3,92	29,92	0,90	0,40	8,35	83,52	0,90	5,00	4,00	0,75	4,00	1,00	4,00	0,12	2,00	0,00	10,80	1,76	176,00
3,00	3,30	11,80	1,50	1,00	4,95	0,25	5,80	3,00	4,13	29,40	0,90	0,40	8,69	86,88	0,97	6,63	5,30	1,08	5,30	1,33	5,30	0,16	2,00	0,00	10,30	2,65	265,00
4,00	3,50	13,00	2,00	1,00	7,00	0,25	6,00	3,50	4,55	36,75	0,90	0,40	9,36	93,60	1,35	6,88	5,50	1,13	5,50	1,38	5,50	0,17	2,00	0,00	12,50	3,00	300,00
5,00	4,00	14,40	2,00	1,00	8,00	0,40	6,80	3,80	5,04	44,08	0,90	0,40	10,14	101,44	1,50	7,50	6,00	1,25	6,00	1,50	6,00	0,18	2,00	4,00	13,60	5,44	544,00
6,00	5,00	16,00	2,00	1,00	10,00	0,50	8,00	4,00	5,60	52,00	0,90	0,40	11,04	110,40	1,80	8,75	7,00	1,50	7,00	1,75	7,00	0,21	2,00	4,00	15,00	8,00	800,00
7,00	4,00	16,40	3,00	1,00	12,00	0,40	6,80	4,80	5,74	60,48	0,90	0,40	11,26	112,64	2,25	7,50	6,00	1,25	7,00	1,75	7,00	0,21	2,00	4,00	17,60	6,24	624,00
8,00	6,00	18,60	2,50	1,00	15,00	0,60	9,20	4,70	6,51	70,03	0,90	0,40	12,50	124,96	2,63	10,00	8,00	1,75	7,00	1,75	7,00	0,21	2,00	4,00	18,40	11,64	1.164,00
9,00	6,00	19,60	3,00	1,00	18,00	0,60	9,20	5,20	6,86	80,08	0,90	0,40	13,06	130,56	3,15	10,00	8,00	1,75	7,00	1,75	7,00	0,21	2,00	4,00	20,40	12,24	1.224,00
10,00	7,00	21,20	3,00	1,00	21,00	0,70	10,40	5,40	7,42	90,72	0,90	0,40	13,95	139,52	3,60	11,25	9,00	2,00	7,00	1,75	7,00	0,21	2,00	4,00	21,80	15,96	1.596,00
11,00	8,00	22,80	3,00	1,00	24,00	0,80	11,60	5,60	7,98	101,92	0,90	0,40	14,85	148,48	4,05	12,50	10,00	2,25	7,00	1,75	7,00	0,21	2,00	4,00	23,20	20,16	2.016,00
12,00	8,00	24,80	4,00	1,00	32,00	0,80	11,60	6,60	8,68	126,72	0,90	0,40	15,97	159,68	5,40	12,50	10,00	2,25	7,00	1,75	7,00	0,21	2,00	4,00	27,20	21,76	2.176,00

MUROS ALA - QUANTIDADES

Obra	Forma dos Muros Ala (m²)	Concreto dos Muros Ala (m³)	Armadura dos Muro Ala (kg)
1,00	73,60	21,12	2.534,40
2,00	97,60	28,92	3.470,40
3,00	88,00	25,80	3.096,00
4,00	100,00	29,70	3.564,00
5,00	107,20	32,04	3.844,80
6,00	112,00	33,60	4.032,00
7,00	131,20	39,84	4.780,80
8,00	128,80	39,06	4.687,20
9,00	140,80	42,96	5.155,20
10,00	145,60	44,52	5.342,40
11,00	150,40	46,08	5.529,60
12,00	174,40	53,88	6.465,60

GALERIA - CUSTO (R$/m)																						
Obra	*Base (m)*	*H (m)*	*Área (m²)*	*Espessura (cm)*	*Remoção de Pavimento (R$/m)*	*Escavação Mat. 1ª Cat. (R$/m)*	*Demolição de guia e sarjeta (R$/m)*	*Demolição de Passeio (R$/m)*	*Entulho (R$/m)*	*Transporte de Entulho (R$/m)*	*Ensecadeira de saco de areia (R$/m)*	*Fornecimento de Solo para Aterro (R$/m)*	*Aterro (R$/m)*	*Berço de Concreto Magro (R$/m)*	*Compactação de Subleito (R$/m)*	*Brita Estabilizada Granulometricamente (R$/m)*	*Imprimação (R$/m)*	*CBUQ (R$/m)*	*Guia (R$/m)*	*Passeio (R$/m)*	*Forma da Galeria (R$/m)*	*Concreto da Galeria (R$/m)*	*Armadura da Galeria (R$/m)*	*Custo Total (R$/m)*
Item IPPUJ					C20.05.10.05.055	C35.45.05.15.001	C20.05.10.05.030	C20.05.15.05.016	C30.37.05.40.020	C30.80.10.05.005	C30.40.40.05.005	C10.12.05.10.005	C35.25.15.10.005	C35.25.30.30.010	C35.10.05.10.015	C35.10.05.17.005	C35.10.10.05.005	C35.10.10.10.005	C10.84.15.25.010	C35.12.05.05.020	C35.25.35.05.005	C35.25.35.10.001	C10.24.30.05.019	
Preço (R$)					26,20	12,30	19,22	3,57	109,80	0,86	107,68	11,50	39,84	258,75	1,80	67,56	1,60	351,83	13,11	46,77	43,72	317,73	5,50	R$/m
1,00	2,00	1,00	2,00	0,20	84,36	230,26	17,30	1,43	794,07	62,20	48,46	220,80	611,94	194,06	16,56	155,39	14,72	161,84	26,22	187,08	297,30	432,11	748,00	4.304,09
2,00	2,00	2,00	4,00	0,20	102,70	368,02	17,30	1,43	917,05	71,83	96,91	57,50	159,36	194,06	7,20	67,56	6,40	42,22	26,22	0,00	472,18	559,20	968,00	4.135,14
3,00	3,30	1,50	4,95	0,25	108,21	361,62	17,30	1,43	953,94	74,72	104,18	76,19	211,15	278,16	9,54	89,52	8,48	55,94	26,22	0,00	450,32	841,98	1.457,50	5.126,39
4,00	3,50	2,00	7,00	0,25	119,21	452,03	17,30	1,43	1.027,73	80,50	145,37	79,06	219,12	291,09	9,90	92,90	8,80	58,05	26,22	0,00	546,50	953,19	1.650,00	5.778,39
5,00	4,00	2,00	8,00	0,40	132,05	542,18	17,30	1,43	1.113,81	87,24	161,52	86,25	239,04	323,44	10,80	101,34	9,60	63,33	26,22	187,08	594,59	1.728,45	2.992,00	8.417,67
6,00	5,00	2,00	10,00	0,50	146,72	639,60	17,30	1,43	1.212,19	94,94	193,82	100,63	278,88	388,13	12,60	118,23	11,20	73,88	26,22	187,08	655,80	2.541,84	4.400,00	11.100,49
7,00	4,00	3,00	12,00	0,40	150,39	743,90	17,30	1,43	1.236,79	96,87	242,28	86,25	239,04	323,44	12,60	118,23	11,20	73,88	26,22	187,08	769,47	1.982,64	3.432,00	9.751,00
8,00	6,00	2,50	15,00	0,60	170,56	861,37	17,30	1,43	1.372,06	107,47	282,66	115,00	318,72	452,81	12,60	118,23	11,20	73,88	26,22	187,08	804,45	3.698,38	6.402,00	15.033,42
9,00	6,00	3,00	18,00	0,60	179,73	984,98	17,30	1,43	1.433,55	112,28	339,19	115,00	318,72	452,81	12,60	118,23	11,20	73,88	26,22	187,08	891,89	3.889,02	6.732,00	15.897,11
10,00	7,00	3,00	21,00	0,70	194,40	1.115,86	17,30	1,43	1.531,93	119,99	387,65	129,38	358,56	517,50	12,60	118,23	11,20	73,88	26,22	187,08	953,10	5.070,97	8.778,00	19.605,27
11,00	8,00	3,00	24,00	0,80	209,08	1.253,62	17,30	1,43	1.630,31	127,69	436,10	143,75	398,40	582,19	12,60	118,23	11,20	73,88	26,22	187,08	1.014,30	6.405,44	11.088,00	23.736,82
12,00	8,00	4,00	32,00	0,80	227,42	1.558,66	17,30	1,43	1.753,29	137,32	581,47	143,75	398,40	582,19	12,60	118,23	11,20	73,88	26,22	187,08	1.189,18	6.913,80	11.968,00	25.901,42

MUROS ALA - CUSTO (R$)				
Obra	*Forma dos Muros Ala (m²)*	*Concreto dos Muros Ala (m³)*	*Armadura dos Muro Ala (kg)*	*TOTAL*
Item IPPUJ	C35.25.35.05.005	C35.25.35.10.001	C10.24.30.05.019	
Preço (R$)	43,72	317,73	5,50	R$
1,00	3.217,79	6.710,46	13.939,20	23.867,45
2,00	4.267,07	9.188,75	19.087,20	32.543,02
3,00	3.847,36	8.197,43	17.028,00	29.072,79
4,00	4.372,00	9.436,58	19.602,00	33.410,58
5,00	4.686,78	10.180,07	21.146,40	36.013,25
6,00	4.896,64	10.675,73	22.176,00	37.748,37
7,00	5.736,06	12.658,36	26.294,40	44.688,83
8,00	5.631,14	12.410,53	25.779,60	43.821,27
9,00	6.155,78	13.649,68	28.353,60	48.159,06
10,00	6.365,63	14.145,34	29.383,20	49.894,17
11,00	6.575,49	14.641,00	30.412,80	51.629,29
12,00	7.624,77	17.119,29	35.560,80	60.304,86

Pontes - Características Geométricas e Estruturais												
Tipo	Vão (m)	Largura (m)	Largura da Pista Rolamento (m)	Altura (m)	Espessura Laje (m)	Espessura do Pavimento (m)	Soluçã Estrutural	L - Viga de Coroamento (m)	H - Viga de Coroamento (m)	Altura Viga Longarina (m)	Quantidade de Vigas	Distância entre Vigas (m)
1	10,0	12,0	8,0	4,0	0,6	0,16	Laje	0,8	0,4	0,0	0	0
2	14,0	12,0	8,0	4,0	0,2	0,16	Viga Armada	0,8	0,7	1,0	5	2,75
3	18,0	12,0	8,0	4,0	0,2	0,16	Protendida 1	0,8	0,7	1,2	5	2,75
4	20,0	12,0	8,0	4,0	0,2	0,16	Protendida 1	0,8	0,7	1,2	5	2,75
5	24,0	12,0	8,0	4,0	0,2	0,16	Protendida 2	0,8	0,7	1,4	5	2,75
6	10,0	16,0	10,0	4,0	0,6	0,16	Laje	0,8	0,4	0,0	0	0
7	14,0	16,0	10,0	4,0	0,2	0,16	Viga Armada	0,8	0,7	1,0	7	2,5
8	18,0	16,0	10,0	4,0	0,2	0,16	Protendida 1	0,8	0,7	1,2	7	2,5
9	20,0	16,0	10,0	4,0	0,2	0,16	Protendida 1	0,8	0,7	1,2	7	2,5
10	24,0	16,0	10,0	4,0	0,2	0,16	Protendida 2	0,8	0,7	1,4	7	2,5

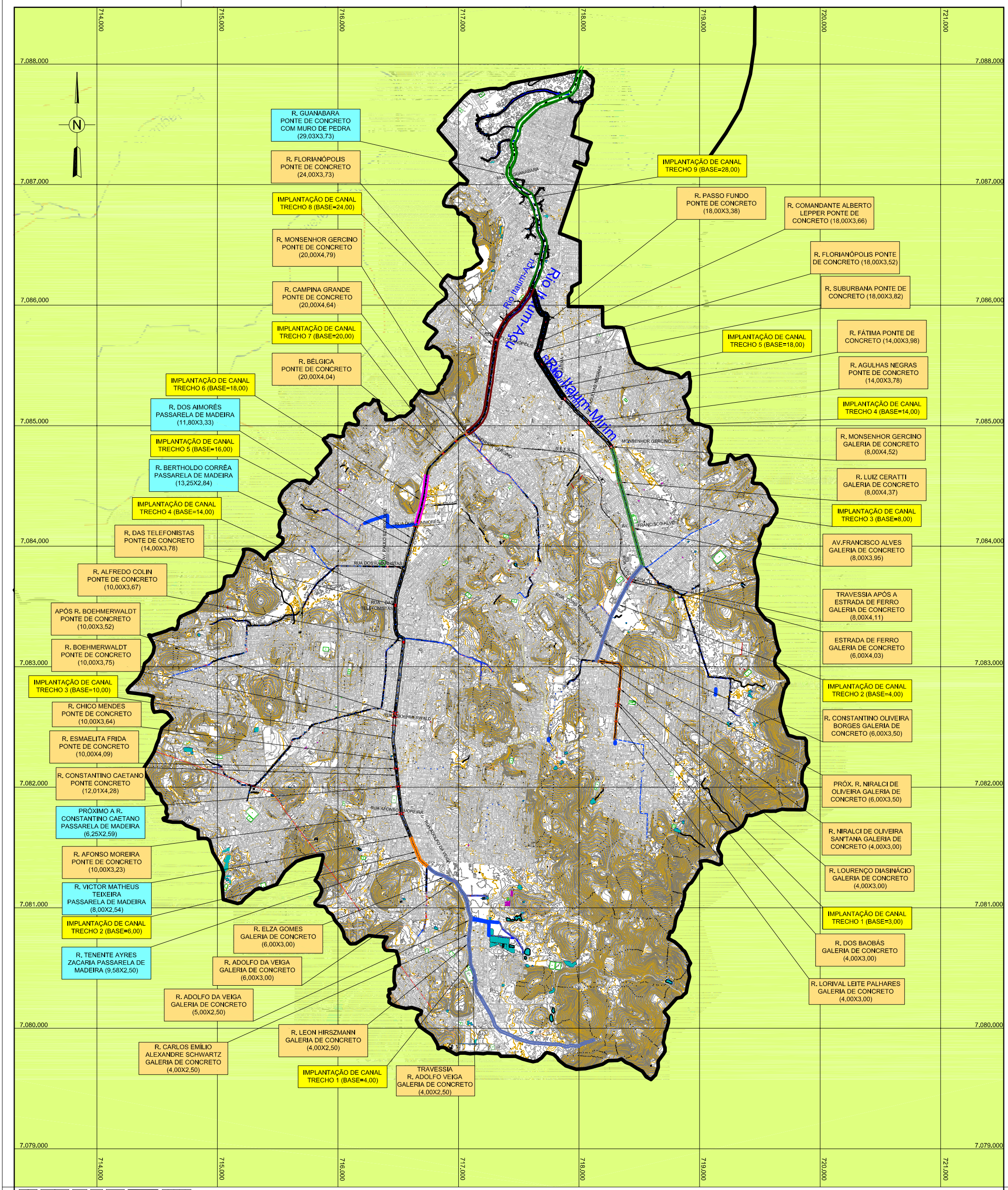
Pontes - Quantidades - Resumo																										
TIPO	Vão (m)	Largura (m)	Escoramento Contínuo de Vala (m²)	Remoção de Pavimento (m³)	Ensecadeira de saco de areia (m³)	Escavação Mat. 1ª Cat. Incluído transporte (m³)	Demolição de guia e sarjeta (m³)	Demolição de Passeio (m³)	Entulho Clase II (t / m)	Transporte de Entulho (m³ x km)	Imprimação (m²)	CBUQ (m³)	Passeio (m²)	Forma (m²)	Concreto (m³)	Armadura (kg)	Estaca em Solo ø 30 cm (m)	Guarda Corpo de Concreto Armado Comprimento 1m	Armadura de protensão (kg)	Cone ancoragem completo p/ cabos 6 cordoalha 1/2" (un.)	Escora contra-flecha(m²)	Aparelho de Apoio (un)	Armadura de Tela de Aço CA-60 (kg)	Concreto Projetado (m³)	Escavação mecânica de vala em material de 1ª cat. c/ retroescavadeira (m³)	Reaterro e Compactação (m³)	Taxa de Instalação de Equipamento de Estaca Raiz (un.)
1	10	12	120,00	120,00	48,00	600,00	9,00	4,00	212,80	2.128,00	80,00	28,80	38,00	487,49	257,68	28.382,02	196,00	20,00	0,00	0,00	120,00	10,00	164,74	8,11	0,64	30,00	1,00
2	14	12	168,00	168,00	60,00	840,00	12,60	5,60	297,92	2.979,20	112,00	32,64	53,20	561,39	269,32	33.952,58	196,00	28,00	0,00	0,00	168,00	10,00	164,74	8,11	1,12	30,00	1,00
3	18	12	216,00	216,00	72,00	1.080,00	16,20	7,20	383,04	3.830,40	144,00	36,48	68,40	727,35	310,39	30.264,58	196,00	36,00	2.295,00	50,00	216,00	10,00	164,74	8,11	1,12	30,00	1,00
4	20	12	240,00	240,00	78,00	1.200,00	18,00	8,00	425,60	4.256,00	160,00	38,40	76,00	773,23	328,64	31.872,58	196,00	40,00	2.550,00	50,00	240,00	10,00	164,74	8,11	1,12	30,00	1,00
5	24	12	288,00	288,00	90,00	1.440,00	21,60	9,60	510,72	5.107,20	192,00	42,24	91,20	912,99	371,15	35.184,58	196,00	48,00	3.060,00	50,00	288,00	10,00	164,74	8,11	1,12	30,00	1,00
6	10	16	160,00	160,00	54,00	800,00	9,00	4,00	276,80	2.768,00	100,00	36,60	58,00	527,49	317,54	33.593,22	266,00	20,00	0,00	0,00	160,00	12,00	217,54	10,71	0,64	40,00	1,00
7	14	16	224,00	224,00	66,00	1.120,00	12,60	5,60	387,52	3.875,20	140,00	41,00	81,20	641,35	339,98	41.890,18	266,00	28,00	0,00	0,00	224,00	14,00	217,54	10,71	1,12	40,00	1,00
8	18	16	288,00	288,00	78,00	1.440,00	16,20	7,20	498,24	4.982,40	180,00	45,40	104,40	867,55	398,06	36.426,18	266,00	36,00	3.213,00	70,00	288,00	14,00	217,54	10,71	1,12	40,00	1,00
9	20	16	320,00	320,00	84,00	1.600,00	18,00	8,00	553,60	5.536,00	200,00	47,60	116,00	928,71	423,94	38.530,18	266,00	40,00	3.570,00	70,00	320,00	14,00	217,54	10,71	1,12	40,00	1,00
10	24	16	384,00	384,00	96,00	1.920,00	21,60	9,60	664,32	6.643,20	240,00	52,00	139,20	1.118,23	484,03	42.866,18	266,00	48,00	4.284,00	70,00	384,00	14,00	217,54	10,71	1,12	40,00	1,00

Pontes - Custos (R$)																									
TIPO	Vão (m)	Largura (m)	Escoramento Contínuo de Vala (R$)	Remoção de Pavimento (R$)	Ensecadeira de saco de areia (R$)	Escavação Mat. 1ª Cat. Incluído transporte (R$)	Demolição de guia e sarjeta (R$)	Demolição de Passeio (R$)	Entulho Clase II (R$)	Transporte de Entulho (R$)	Imprimação (R$)	CBUQ (R$)	Passeio (R$)	Forma (R$)	Concreto (R$)	Armadura (R$)	Estaca em Solo ø 30 cm (R$)	Guarda Corpo de Concreto Armado Comprimento 1m (R$)	Armadura de protensão (R$)	Cone ancoragem completo p/ cabos 6 cordoalha 1/2" (R$)	Escora contra-flecha (R$)	Aparelho de Apoio (R$)	Armadura de Tela de Aço CA-60 - Q138 (R$)	Concreto Projetado (R$)	Escavação mecânica de vala em material de 1ª cat. c/ retroescavadeira (R$)	Reaterro e Compactação (R$)	Taxa de Instalação de Equipamento de Estaca Raiz (R$)	Total (R$)
	Item IPPUJ		C10.24.20.08.005	C20.05.10.05.055	C30.40.40.05.005	C35.45.05.15.001	C20.05.10.05.030	C20.05.15.05.016	C30.37.05.40.020	C30.80.10.05.005	C35.10.10.05.005	C35.10.10.10.005	C35.12.05.05.020	C35.25.35.05.005	C35.25.35.10.001	C10.24.30.05.019	25.04.13*	C35.25.20.25.070	27.06.04*	480,00	C35.25.35.10.020	C35.25.35.10.030	C10.28.10.25.005	25.09.10*	C35.45.05.05.005	C35.45.05.10.005	25.04.21*	
	Preço (R$)		37,54	26,20	107,68	12,30	19,22	3,57	109,80	0,86	1,60	351,83	46,77	43,72	317,73	5,50	408,18	21,15	16,66	491,93	16,50	104,60	6,46	1048,74	3,59	12,25	15173,45	
1	10	12	4.504,80	3.144,00	5.168,64	7.380,00	172,98	14,28	23.365,44	1.830,08	128,00	10.132,70	1.777,26	21.312,95	81.874,19	156.101,09	80.003,28	423,00	0,00	0,00	1.980,00	1.046,00	1.064,19	8.507,38	2,30	367,50	15.173,45	425.473,51
2	14	12	6.306,72	4.401,60	6.460,80	10.332,00	242,17	19,99	32.711,62	2.562,11	179,20	11.483,73	2.488,16	24.544,10	85.571,04	186.739,17	80.003,28	592,20	0,00	0,00	2.772,00	1.046,00	1.064,19	8.507,38	4,02	367,50	15.173,45	483.572,44
3	18	12	8.108,64	5.659,20	7.752,96	13.284,00	311,36	25,70	42.057,79	3.294,14	230,40	12.834,76	3.199,07	31.799,87	98.619,33	166.455,17	80.003,28	761,40	38.234,70	24.596,50	3.564,00	1.046,00	1.064,19	8.507,38	4,02	367,50	15.173,45	566.954,82
4	20	12	9.009,60	6.288,00	8.399,04	14.760,00	345,96	28,56	46.730,88	3.660,16	256,00	13.510,27	3.554,52	33.805,75	104.419,04	175.299,17	80.003,28	846,00	42.483,00	24.596,50	3.960,00	1.046,00	1.064,19	8.507,38	4,02	367,50	15.173,45	598.118,27
5	24	12	10.811,52	7.545,60	9.691,20	17.712,00	415,15	34,27	56.077,06	4.392,19	307,20	14.861,30	4.265,42	39.916,05	117.924,85	193.515,17	80.003,28	1.015,20	50.979,60	24.596,50	4.752,00	1.046,00	1.064,19	8.507,38	4,02	367,50	15.173,45	664.978,11
6	10	16	6.006,40	4.192,00	5.814,72	9.840,00	172,98	14,28	30.392,64	2.380,48	160,00	12.876,98	2.712,66	23.061,75	100.893,51	184.762,69	108.575,88	423,00	0,00	0,00	2.640,00	1.255,20	1.405,28	11.234,10	2,30	490,00	15.173,45	524.480,30
7	14	16	8.408,96	5.868,80	7.106,88	13.776,00	242,17	19,99	42.549,70	3.332,67	224,00	14.425,03	3.797,72	28.039,95	108.021,85	230.395,97	108.575,88	592,20	0,00	0,00	3.696,00	1.464,40	1.405,28	11.234,10	4,02	490,00	15.173,45	608.845,03
8	18	16	10.811,52	7.545,60	8.399,04	17.712,00	311,36	25,70	54.706,75	4.284,86	288,00	15.973,08	4.882,79	37.929,42	126.474,08	200.343,97	108.575,88	761,40	53.528,58	34.435,10	4.752,00	1.464,40	1.405,28	11.234,10	4,02	490,00	15.173,45	721.512,39
9	20	16	12.012,80	8.384,00	9.045,12	19.680,00	345,96	28,56	60.785,28	4.760,96	320,00	16.747,11	5.425,32	40.603,33	134.698,71	211.915,97	108.575,88	846,00	59.476,20	34.435,10	5.280,00	1.464,40	1.405,28	11.234,10	4,02	490,00	15.173,45	763.137,55
10	24	16	14.415,36	10.060,80	10.337,28	23.616,00	415,15	34,27	72.942,34	5.713,15	384,00	18.295,16	6.510,38	48.889,15	153.791,49	235.763,97	108.575,88	1.015,20	71.371,44	34.435,10	6.336,00	1.464,40	1.405,28	11.234,10	4,02	490,00	15.173,45	852.673,37

RESERVATÓRIOS - QUANTIDADES															
Volume (m³)	Profundidade (m)	Área - Base (m²)	Área - Superfície (m²)	Desmatamento e limpeza (m²)	Escavação Mat. 1ª Cat. - 60% (m³)	Escavação carga e transporte de solos moles DMT até 15 Km. - 40% (m³/m)	Demolição de concreto (m³)	Entulho (t / m)	Transporte de Entulho (m³ x km)	Ensecadeira de saco de areia (m³)	Dreno em Brita (m)	Colchão drenante (m³)	Revestimento (m²)	Forma (m²)	Concreto (m³)	Armadura (kg)
7.035	1,90	4.211,00	5.370,00	5.370,00	5.065,20	3.376,80	200,00	320,00	3.200,00	9,00	350,92	421,10	5.603,94	44,50	12,63	1.097,74
22.291	2,60	6.821,00	12.250,00	12.250,00	16.049,52	10.699,68	300,00	480,00	4.800,00	30,00	682,10	682,10	13.345,85	100,46	42,01	3.637,44
221.675	3,50	67.425,00	84.703,00	84.703,00	159.606,00	106.404,00	400,00	640,00	6.400,00	72,00	8.428,13	6.742,50	88.190,57	192,23	108,14	9.196,77

RESERVATÓRIOS - CUSTO (R$)																
Volume (m³)	Profundidade (m)	Área - Base (R$)	Área - Superfície (R$)	Desmatamento e limpeza (R$)	Escavação Mat. 1ª Cat. (R$)	Escavação carga e transporte de solos moles DMT até 15 Km. (R$/m)	Demolição de concreto (R$)	Entulho (R$)	Transporte de Entulho (R$)	Ensecadeira de saco de areia (R$)	Dreno em Brita (R$)	Colchão drenante (R$)	Revestimento (R$)	Forma (R$)	Concreto (R$)	Armadura (R$)	TOTAL
Item IPPUJ				C35.20.10.10.005	C35.45.05.15.001	C35.25.15.05.021	C20.05.15.10.010	C30.37.05.40.020	C30.80.10.05.005	C30.40.40.05.005	C35.05.25.05.005	C10.84.15.15.004	C10.84.25.05.020	C35.25.35.05.005	C35.25.35.10.001	C10.24.30.05.019	
Preço (R$)				0,95	12,30	71,08	294,74	109,80	0,86	107,68	34,18	41,56	42,62	43,72	317,73	5,50	R$
7.035	1,90	4.211,00	5.370,00	5.103,30	62.372,14	240.022,94	58.948,00	35.136,00	2.752,00	969,12	11.994,33	17.500,92	238.840,12	1.945,63	4.013,29	6.037,55	685.635,35
22.291	2,60	6.821,00	12.250,00	11.643,50	197.545,52	760.533,25	88.422,00	52.704,00	4.128,00	3.230,40	23.314,18	28.348,08	568.799,95	4.392,28	13.348,47	20.005,92	1.776.415,55
221.675	3,50	67.425,00	84.703,00	80.482,25	1.964.839,43	7.563.196,32	117.896,00	70.272,00	5.504,00	7.752,96	288.073,31	280.218,30	3.758.682,16	8.404,44	34.359,23	50.582,21	14.230.262,61

ANEXO II
DOCUMENTOS PADRÃO



LEGENDA:

- CANAL EXISTENTE
- CANAL PROJETADO
- GALERIA DE CONCRETO
- RESERVATÓRIO
- RESERVATÓRIO LINEAR
- DISPOSITIVO EXISTENTE
- DISPOSITIVO PROPOSTO
- IMPLANTAÇÃO DE CANAL OU BY-PASS

NOTA:

1 - COTAS E DIMENSÕES EM METROS

2 - AS OBRAS FORAM DESENVOLVIDAS PARA TR=25 ANOS

REFERÊNCIAS:

- 951-PMJ-PDC-RT-P07-R7 - LEVANTAMENTO COMPLEMENTAR DE CAMPO - VOLUME 2 - LEVANTAMENTOS - TOMO XXV - SUB-BACIA 25 - RIO ITAUM-AÇU.
- 951-PMJ-PDC-RT-P13-R3 - FORMULAÇÃO DE CENÁRIOS, DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO - VOLUME 3 - DIAGNÓSTICO - TOMO XXV - SUB-BACIA 25 - RIO ITAUM-AÇU.
- 951-PMJ-PDC-RT-P16-R3 - FORMULAÇÃO DE CENÁRIOS, DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO - VOLUME 3 - PROGNÓSTICO - TOMO XXV - SUB-BACIA 25 - RIO ITAUM-AÇU.

1:10.000 — 0 100 200 300 400 800m — ESCALA GRÁFICA

REV.	DATA	DESENHO	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

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

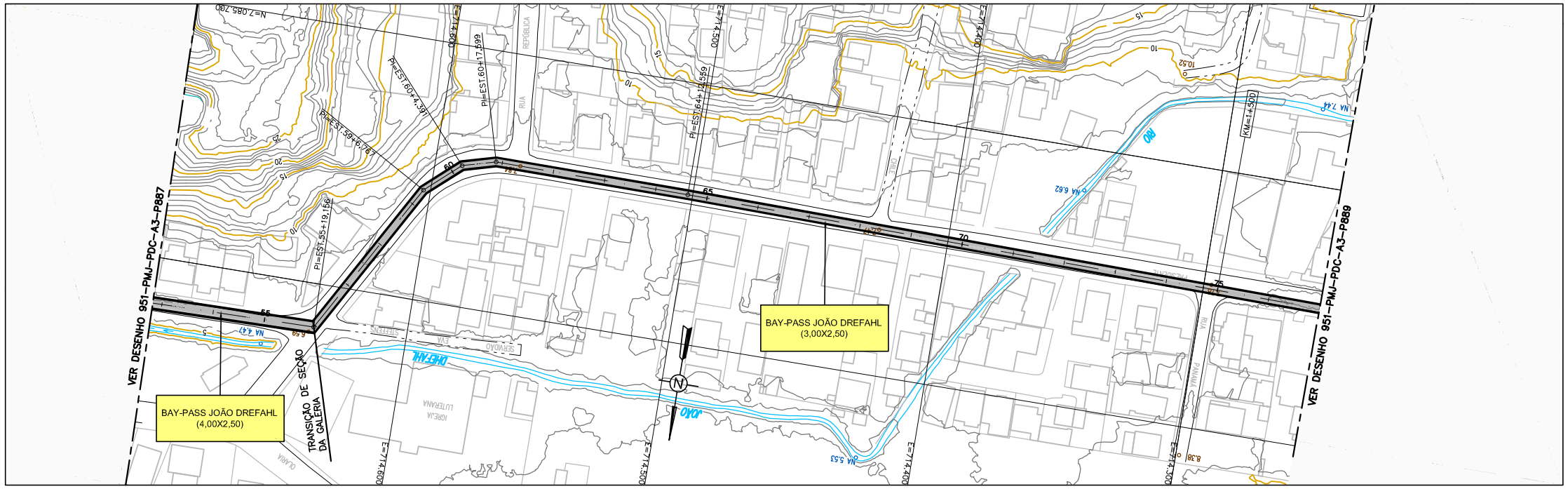
TÍTULO: SUB-BACIA 25-CA-IA - RIO ITAUM-AÇU
ESTUDO DE ALTERNATIVAS - ALTERNATIVA A

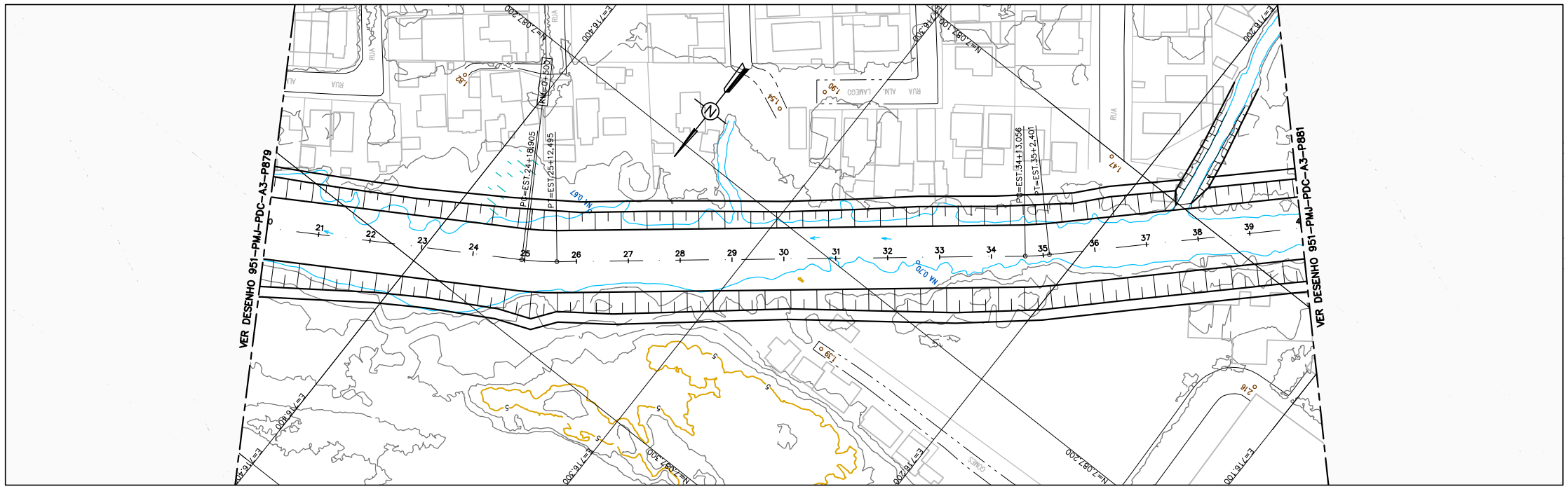
ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLI

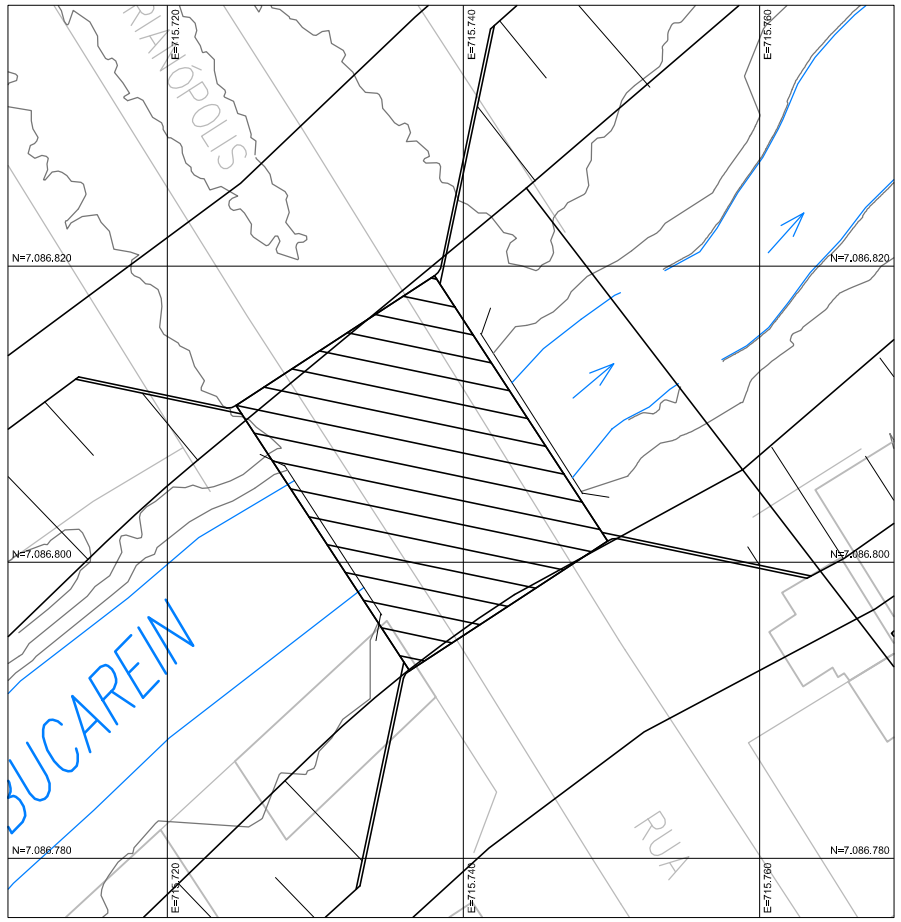
DESENHISTA: M.A.G.	Alberto Lang Filho, Coordenador Técnico, CREA 060331/D	Danny Dalberson de Oliveira, Coordenador Geral PDDU, CREA 060045662	
PROJETO: A.S.M.	APROVADO	APROVADO	
Nº PMJ:	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Nº EXECUTORA: 951-PMJ-PDC-AQ-P752	SET/2010	10.000	01/01

NOTA: É PROIBIDA A REPRODUÇÃO PARCIAL OU TOTAL DESTE DESENHO, SEM AUTORIZAÇÃO EXPRESSA DO AUTOR. Violação e reprodução: alínea b do art. 184 do Código Penal, com redação dada pela Lei nº 10.695, de 01/07/2003.

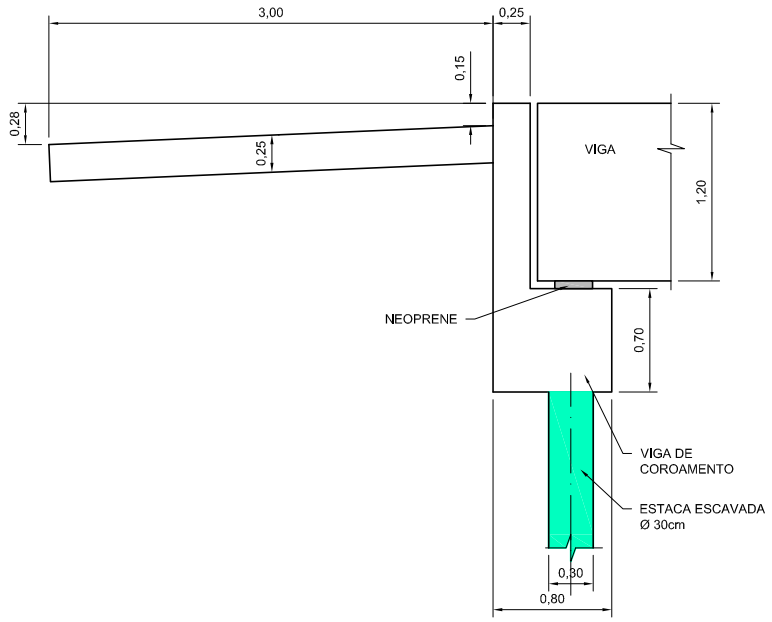
PAPEL ECOLÓGICO


VER DESENHO 951-PMJ-PDC-A3-P887
VER DESENHO 951-PMJ-PDC-A3-P889
BAY-PASS JOÃO DREFAHL (4,00X2,50)
BAY-PASS JOÃO DREFAHL (3,00X2,50)
TRANSIÇÃO DE SEÇÃO DA GALERIA
DREFAHL
JOÃO
RIO
RUA REPÚBLICA
RUA MARECHAL DEODORO
RUA DUQUE DE CAXIAS
RUA SANTOS DUMONT
RUA 15 DE NOVEMBRO
RUA GUANABARA
RUA ITAJAÍ
RUA ITAPOÁ
RUA ITAPOÃ
RUA ITAPOÃ
RUA ITAPOÃ

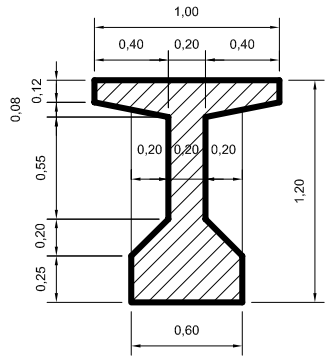

VER DESENHO 951-PMJ-PDC-A3-P879
VER DESENHO 951-PMJ-PDC-A3-P881
P.I.=EST.24+18,905
P.I.=EST.25+12,445
P.I.=EST.34+13,056
P.I.=EST.35+2,401
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
N=7.082.200
E=716.400
E=716.500
E=716.600
E=716.700
E=716.800
E=716.900
E=717.000
E=717.100
E=717.200
E=717.300
E=717.400
E=717.500
E=717.600
E=717.700
E=717.800
E=717.900
E=718.000
E=718.100
E=718.200
E=718.300
E=718.400
E=718.500
E=718.600
E=718.700
E=718.800
E=718.900
E=719.000
E=719.100
E=719.200
E=719.300
E=719.400
E=719.500
E=719.600
E=719.700
E=719.800
E=719.900
E=720.000
E=720.100
E=720.200
E=720.300



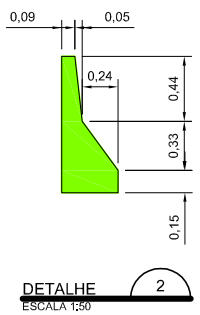
PLANTA DE LOCALIZAÇÃO
ESC. 1:500



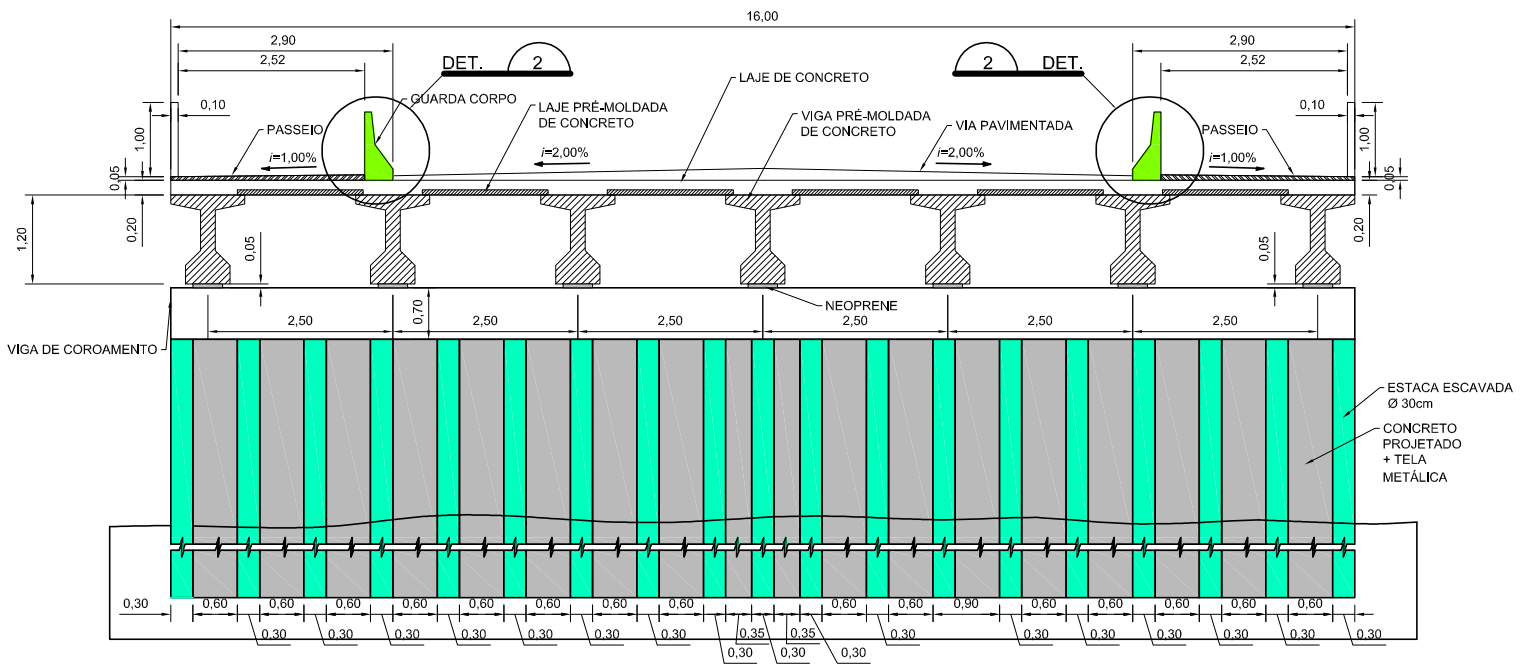
DETALHE 1
ESCALA 1:50



DETALHE DAS VIGAS
PRÉ-MOLDADAS
ESC. 1:40

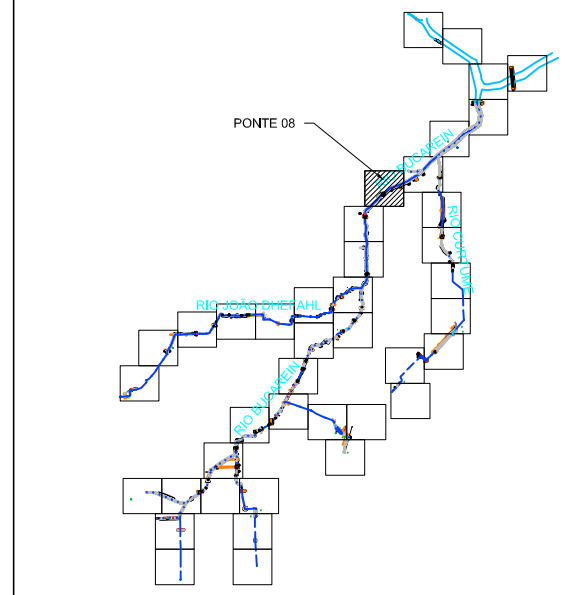


DETALHE 2
ESCALA 1:50



PERFIL LONGITUDINAL
ESC. 1:100

LOCALIZAÇÃO



NOTA:

1- ELEVAÇÕES E DIMENSÕES EM METRO, EXCETO ONDE INDICADO.

2- A SOLUÇÃO PREVISTA DEVERÁ SER CONFIRMADA EM FUNÇÃO DE INVESTIGAÇÕES GEOLÓGICO-GEOTÉCNICAS, CONSTITUÍDAS POR SONDAGENS À PERCURSSÃO OU MISTAS, JUNTO AOS ALINHAMENTOS DOS APOIOS (2 SONDAGENS POR APOIO COM CRITÉRIO DE PARALISAÇÃO A SER DEFINIDA PELA PROJETISTA).

3- NO DETALHAMENTO DO PROJETO DEVERÃO SER EQUACIONADOS OS PROBLEMAS ASSOCIADOS A INTERFERÊNCIAS EVENTUALMENTE EXISTENTES.

4- PARA ALTURAS LIVRES IGUAIS OU SUPERIORES A 4,0m DEVERÃO SER INCORPORADOS ELEMENTOS TENSIORES PARA ABSORÇÃO DE EMPUXO LATERAL DO TERRAPLENO (ATERRO DE ENCONTRO)

5- EM FUNÇÃO DO REGIME HIDRÁULICO DO CANAL, PODERÁ SER NECESSÁRIA A EXECUÇÃO DE PAREDES LATERAIS DE CONCRETO JUNTO AOS ENCONTROS, PARA EVITAR A INSTALAÇÃO DE PROCESSOS EROSIVOS.

REFERÊNCIAS:

- 951-PMJ-PDC-A0-P752 - SUB-BACIA 25-CA-IA - RIO ITAUM - AÇU - ESTUDO DE ALTERNATIVA - ALTERNATIVA A.

- 951-PMJ-PDC-RT-P007-R7 - LEVANTAMENTO COMPLEMENTAR DE CAMPO - VOLUME 2 - LEVANTAMENTOS - TOMO XXV - SUB-BACIAS 25 - ITAUM - AÇU.

0 2,5 5 7,5 10 20m
1:500
ESCALA GRÁFICA

0 0,75 1,5 2,25 3 6m
1:150
ESCALA GRÁFICA

0 0,5 1 1,5 2 4m
1:100
ESCALA GRÁFICA

0 0,25 0,50 0,75 1 2m
1:50
ESCALA GRÁFICA

0 0,2 0,4 0,6 0,8 1,6m
1:40
ESCALA GRÁFICA

REV.	DATA	DESENHO	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE
SECRETARIA DE ADMINISTRAÇÃO

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

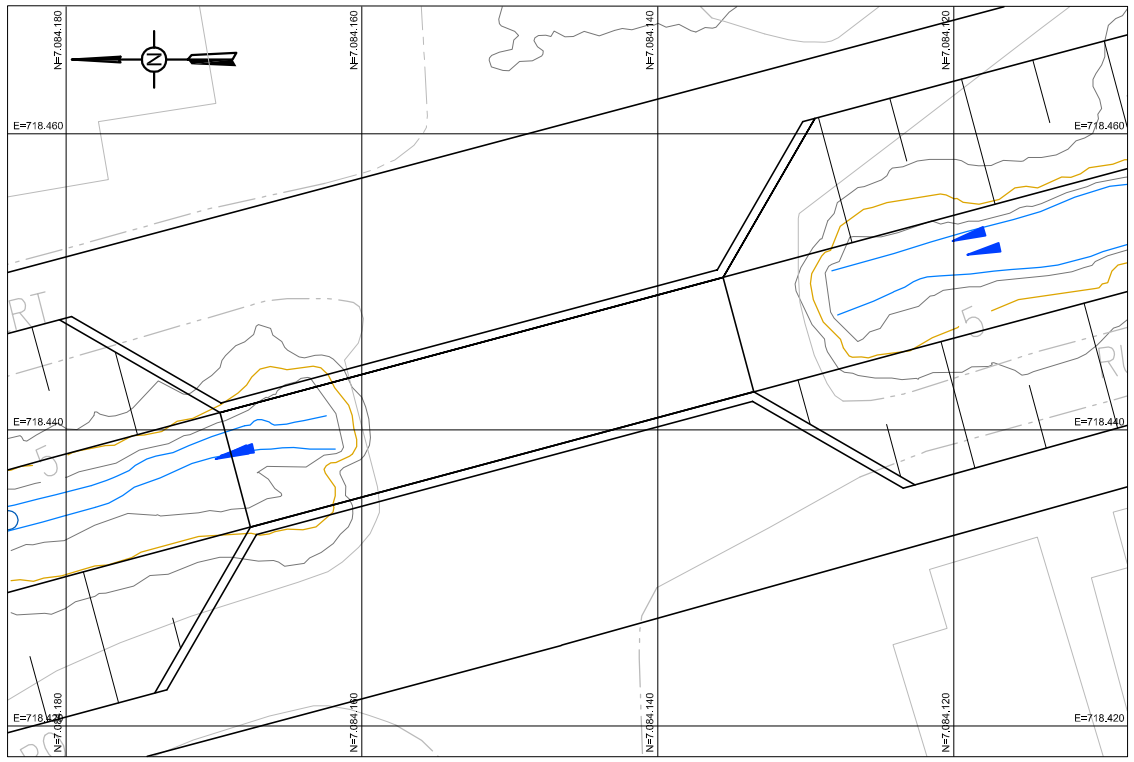
TÍTULO:
SUB-BACIA 24-CA-BC - RIO BUCAREIN - PONTE CA-BC-P08
RUA FLORIANÓPOLIS - PLANTA, PERFIL E DETALHES

ENGECORPS - HIDROSTUDIO - BRLi

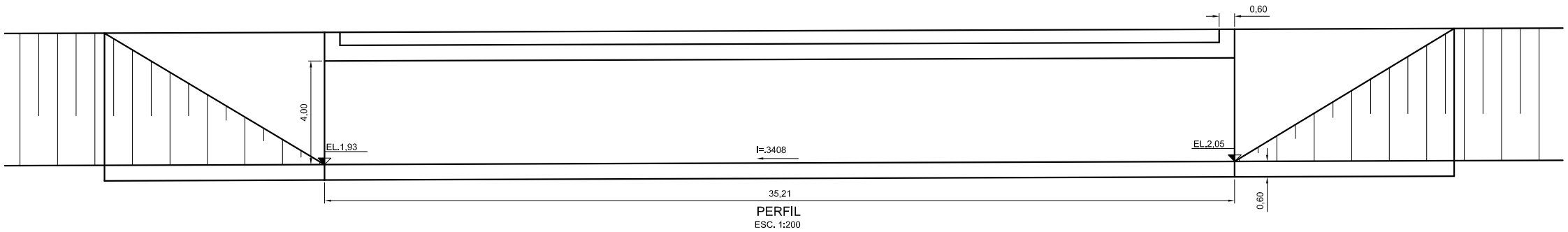
DESENHISTA			
M.A.G.	Alberto Lang Filho Coordenador Técnico		Danny Dalberson de Oliveira Coordenador Geral PDDU
PROJETO L.D.L.F. / F.G.	APROVADO CREA 0600318570		APROVADO CREA 0600495622

Nº PMJ	DATA:	ESCALA:	FOLHA:
Nº EXECUTORA 951-PMJ-PDC-A3-P849	SET/2010	INDICADA	02/02

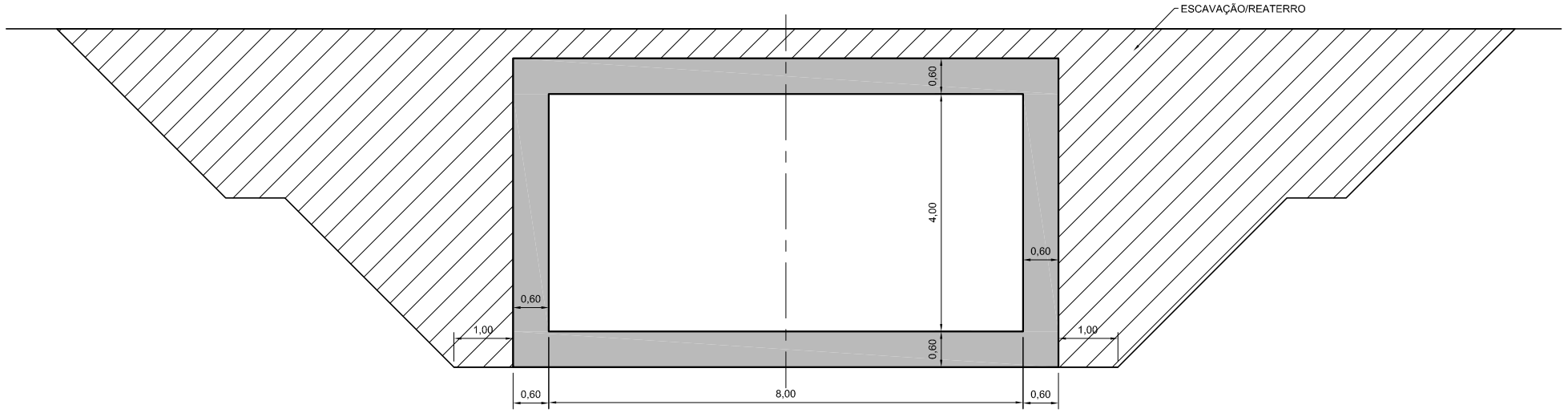
NOTA : Direitos autorais protegidos pela lei 5.988 de 14/12/73.
Vedada a reprodução, alteração, cópia, total ou parcial, sem autorização expressa do autor.
PAPEL RECICLÁVEL



PLANTA
ESC. 1:500

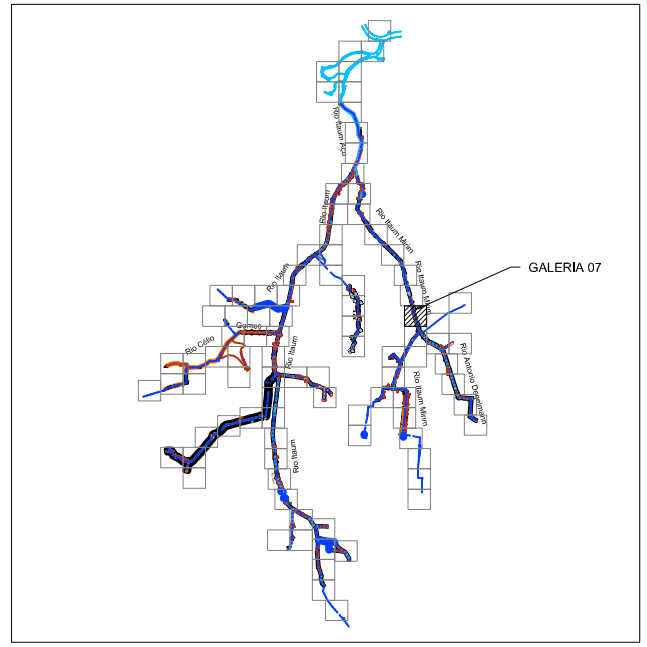


PERFIL
ESC. 1:200



SEÇÃO TRANSVERSAL
GALERIA 07
ESC. 1:100

LOCALIZAÇÃO


GALERIA 07
Rio Itaum Açu
Rio Itaum
Rio Cubatão
Rio Cubatão
Rio Itaum
Rio Itaum Mirim
Rio Itaum Mirim
Rio Itaum Mirim
Rio Itaum
Rio Itaum
Rio Itaum
Rio Itaum Mirim
Rio Itaum Mirim
Rio Itaum
Rio Itaum
Rio Itaum
Rio Itaum

ORÇAMENTO DE OBRA

Código da Obra: 25-CA-IA-P01
Obra: R. Afonso Moreira

			Preço Unitário					
Código IPPUJ	Descrição	Unid	Material	Mão de Obra	Preço Total	Quantidade		
C10.24.20.08.005	Escoramento de vala tipo continuo empregando pranchas e longarinas de pinus	M2	6,59	30,95	37,54	120,00		
						Total Material	R$	790,80
						Total M.O	R$	3.714,00
						Total	R$	4.504,80
C20.05.10.05.055	Remoção mecanizada de pavimento - 90% de material granular e 10% de revestimento betuminoso - Carga e Transporte	M3	22,18	4,02	26,20	120,00		
						Total Material	R$	2.661,60
						Total M.O	R$	482,40
						Total	R$	3.144,00
C30.40.40.05.005	Ensecadeira de sacos de areia com fornecimento de areia	M3	81,96	25,72	107,68	48,00		
						Total Material	R$	3.934,08
						Total M.O	R$	1.234,56
						Total	R$	5.168,64
C35.45.05.15.001	Escavação carga e transporte de mat. 1ª categoria com escavadeira hidraúlica - 10 Km	M3	12,30	0,00	12,30	600,00		
						Total Material	R$	7.380,00
						Total M.O	R$	-
						Total	R$	7.380,00
C20.05.10.05.030	Remoção mecanizada de guias de concreto pré- moldadas	M3	16,78	2,45	19,22	9,00		
						Total Material	R$	151,02
						Total M.O	R$	22,05
						Total	R$	173,07
C20.05.15.05.016	Demolição de passeio com espessura até 10cm , com equipamento de ar comprimido (exclusive transporte de entulho)	M2	1,83	1,73	3,57	4,00		
						Total Material	R$	7,32
						Total M.O	R$	6,92
						Total	R$	14,24
C30.37.05.40.020	Entulho (Classe II) - Obras de Construção Civil	TONELAD	109,80	0,00	109,80	212,80		
						Total Material	R$	23.365,44
						Total M.O	R$	-
						Total	R$	23.365,44
C30.80.10.05.005	Transporte local c/ caminhão basculante 5 m3 (peso estimado do material:1,6t/m3)	M3XKM	0,76	0,10	0,86	2.128,00		
						Total Material	R$	1.617,28
						Total M.O	R$	212,80
						Total	R$	1.830,08
C35.10.10.05.005	Imprimação	M2	1,55	0,05	1,60	80,00		
						Total Material	R$	124,00
						Total M.O	R$	4,00
						Total	R$	128,00
C35.10.10.10.005	Concreto betuminoso usinado a quente (CBUQ) - usinagem / transporte / aplicação	M3	344,83	6,99	351,83	28,80		
						Total Material	R$	9.931,10
						Total M.O	R$	201,31
						Total	R$	10.132,42
C35.12.05.05.020	Execução de passeio c/ fornecimento de paver conforme projeto do IPPUJ, sobre base de brita lastro e areia, incl. preparação de cx.	M2	30,14	16,63	46,77	38,00		
						Total Material	R$	1.145,32
						Total M.O	R$	631,94
						Total	R$	1.777,26
C35.25.35.05.005	Forma de madeira	M2	28,04	15,68	43,72	448,61		
						Total Material	R$	12.579,08
						Total M.O	R$	7.034,24
						Total	R$	19.613,32
C35.25.35.10.001	Concreto bombeável dosado em central fck 30,0 mpa - abatimento 10 ± 2cm, brita 0 e 1, com cimento resistente a sulfatos. (lançado e bombeado)	M3	289,19	28,54	317,73	245,31		
						Total Material	R$	70.940,85
						Total M.O	R$	7.001,11
						Total	R$	77.941,97
C10.24.30.05.019	Armadura de aço CA-50 média, diâmetro: 12,5mm (1/2"), para macrodrenagem	KG	3,93	1,57	5,50	26.896,90		
						Total Material	R$	105.704,80
						Total M.O	R$	42.228,13
						Total	R$	147.932,93

ORÇAMENTO DE OBRA

Código da Obra: 25-CA-IA-P01
Obra: R. Afonso Moreira

Código IPPUJ	Descrição	Unid	Preço Unitário Material	Preço Unitário Mão de Obra	Preço Total	Quantidade		
25.04.13*	Estaca Raiz em Solo D=31cm	m	408,18	0,00	408,18	177,00		
						Total Material	R$	72.247,86
						Total M.O	R$	-
						Total	R$	72.247,86
C35.25.20.25.070	Guarda corpo de concreto armado comprimento 1m	UN	18,61	4,53	21,15	20,00		
						Total Material	R$	372,20
						Total M.O	R$	90,60
						Total	R$	462,80
27.06.04*	Aço para Concreto Protendido	kg	16,66	0,00	16,66	0,00		
						Total Material	R$	-
						Total M.O	R$	-
						Total	R$	-
480	Cone ancoragem completo p/ cabos 6 cordoalha 1/2"	UN	491,93	0,00	491,93	0,00		
						Total Material	R$	-
						Total M.O	R$	-
						Total	R$	-
C35.25.35.10.020	Escora contra-flecha - superestrutura	M2	11,32	5,17	16,50	120,00		
						Total Material	R$	1.358,40
						Total M.O	R$	620,40
						Total	R$	1.978,80
C35.25.35.10.030	Aparelho de apoio, meso e superestrutura (largura:20cm / comprimento: 20cm / altura: 4,2cm)	UN	100,42	4,18	104,60	10,00		
						Total Material	R$	1.004,20
						Total M.O	R$	41,80
						Total	R$	1.046,00
C10.28.10.25.005	Armadura de tela de aço CA-60 B (Q138 - 2,20kg/m²)	KG	6,01	0,44	6,46	135,91		
						Total Material	R$	816,80
						Total M.O	R$	59,80
						Total	R$	876,60
25.09.10*	Croncreto Projetado	m³	1.048,74	0,00	1.048,74	6,69		
						Total Material	R$	7.018,59
						Total M.O	R$	-
						Total	R$	7.018,59
C35.45.05.05.005	Escavação mecânica de vala em material de 1ª cat. c/ retroescavadeira	M3	2,72	0,87	3,59	0,64		
						Total Material	R$	1,74
						Total M.O	R$	0,56
						Total	R$	2,30
C35.45.05.10.005	Reaterro e compactação	M3	1,54	10,72	12,25	30,00		
						Total Material	R$	46,20
						Total M.O	R$	321,60
						Total	R$	367,80
25.04.21*	Taxa de Instalação de Equipamento para Execução de Estaca Raiz	un.	15.173,45	0,00	15.173,45	1,00		
						Total Material	R$	15.173,45
						Total M.O	R$	-
						Total	R$	15.173,45
						Total M.O.	R$	63.908,22
						Total Material	R$	338.372,14
						Total	R$	402.280,36
Construção	BDI (Benefício e Dispesas Indiretas)	%	30			BDI	R$	120.684,11
						Custo de Construção	R$	522.964,47
Implantação	Projeto, Acompanhamento da Obras, Fiscalização e Gerenciamento	%	8					41.837,16
Implantação	Construção e Manutenção de Canteiros	%	3					15.688,93
Implantação	Contingência	%	25					130.741,12
						Custo de Implantação	R$	188.267,21
						Custo Total	R$	711.231,68