

D.3 Memória de Cálculo

A memória de cálculo deverá apresentar a metodologia utilizada, e conter as justificativas técnicas das hipóteses de cálculo e condições de contorno adotadas.

E. ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

As especificações técnicas dos trabalhos a serem desenvolvidos para as obras de canalização e drenagem deverão seguir os critérios de Normas Técnicas vigentes e serão apresentados de forma clara e objetiva.

11. ESTIMATIVA PRELIMINAR DE CUSTOS E BENEFÍCIOS

As estimativas de custos das intervenções propostas foram efetuadas com base nas concepções e soluções apresentadas nos Capítulos 7 e 8, com os seguintes objetivos:

- J · Quantificação dos recursos necessários para a implementação das obras previstas;
- J · Fornecimento de subsídios que possibilitem o confronto entre os efeitos obtidos com as intervenções e o custo da sua implementação;
- J · Análise Custo x Benefício das intervenções propostas, considerando os benefícios decorrentes do controle de inundações sobre as construções residenciais, comerciais e industriais inseridas nas áreas de inundação, bem como os benefícios relativos à não interrupção da circulação de veículos e do sistema de transporte coletivo.

11.1 ESTIMATIVAS DE CUSTOS

Foram adotados os valores constantes das tabelas utilizadas pelas empresas e órgãos públicos para serviços similares, base Janeiro/2002. Para os serviços não constantes nessas tabelas foram adotados preços unitários, considerando as peculiaridades locais, o processo construtivo e a produtividade prevista.

Nas obras de implantação dos reservatórios de retenção e de canalização, foram também considerados os valores das desapropriações.

11.1.1 Reservatórios Propostos

Apresenta-se na Tabela 11.1, os custos estimados para a implantação dos reservatórios de amortecimento de cheias associados a parques públicos propostos para a Bacia do Ribeirão Quilombo.



TABELA 11.1
PLANO DIRETOR DE MACRODRENAGEM DA BACIA DO RIBEIRÃO QUILOMBO
RESUMO DE INVESTIMENTOS (EM REAIS)

item	obra	1- Serv. Tec.	2-Serv.Pre	3-Mov.Terra	4-Estrut.	5- Paisag.	Sub-total	Eventuais	Custo Ind.	Valor da Obra	Desaprop.	Valor total
1	reservatório	27.493,24	73.391,00	2.731.842,27	172.126,25	1.273.523,40	4.278.376,16	855.675,23	2.464.344,67	7.598.396,06	1.660.500,00	9.258.896,06
2	reservatório	21.049,88	58.174,56	2.887.676,46	193.157,05	1.009.627,34	4.169.685,29	833.937,06	2.401.738,73	7.405.361,08	1.640.000,00	9.045.361,08
3	reservatório	10.604,89	28.204,20	1.236.172,82	86.826,05	489.883,08	1.851.691,03	370.338,21	1.066.574,04	3.288.603,28	894.100,00	4.182.703,28
4	reservatório	29.961,26	74.865,40	2.718.622,70	174.351,31	1.301.787,96	4.299.588,62	859.917,72	2.476.563,05	7.636.069,40	1.494.700,00	9.130.769,40
5	reservatório	15.109,56	41.086,56	2.288.696,32	201.913,55	714.036,14	3.260.842,13	652.168,43	1.878.245,07	5.791.255,63	725.880,00	6.517.135,63
6	reservatório	11.992,91	29.088,48	1.911.460,69	174.559,05	502.224,55	2.629.325,68	525.865,14	1.514.491,59	4.669.682,40	561.540,00	5.231.222,40
7	reservatório	14.721,12	36.690,56	1.456.888,29	204.469,33	637.980,74	2.350.750,04	470.150,01	1.354.032,02	4.174.932,07	601.380,00	4.776.312,07
8	reservatório	14.827,99	41.368,04	1.872.938,76	149.460,35	718.933,90	2.797.529,03	559.505,81	1.611.376,72	4.968.411,55	766.420,00	5.734.831,55
9	reservatório	37.608,46	106.615,16	4.021.704,25	363.299,95	1.852.493,78	6.381.721,60	1.276.344,32	3.675.871,64	11.333.937,57	2.117.180,00	13.451.117,57
10	reservatório	19.201,51	49.528,48	1.905.432,23	107.176,55	860.925,55	2.942.264,31	588.452,86	1.694.744,25	5.225.461,42	958.040,00	6.183.501,42
11	reservatório	12.115,62	29.314,40	1.125.055,97	112.092,25	508.330,56	1.786.908,79	357.381,76	1.029.259,47	3.173.550,02	691.200,00	3.864.750,02
12	reservatório	21.139,56	110.256,32	4.902.399,67	273.081,55	1.917.415,97	7.224.293,07	1.444.858,61	4.161.192,81	12.830.344,49	1.777.360,00	14.607.704,49
13	reservatório	14.267,95	65.851,80	2.687.742,34	232.148,05	1.440.739,34	4.440.749,48	888.149,90	2.557.871,70	7.886.771,07	529.450,00	8.416.221,07
TOTAL		250.093,93	744.434,96	31.746.632,73	2.444.661,29	13.227.902,32	48.413.725,24	9.682.745,05	27.886.305,74	85.982.776,03	14.417.750,00	100.400.526,03

11.1.2 Obras de Canalização

Apresenta-se na Tabela 11.2 as estimativas de custos das obras de canalização dos cursos principais da Bacia do Ribeirão Quilombo, pré-dimensionados para atender ao período de retorno de igual a 25 anos.

As intervenções previstas nos canais de cada curso d'água encontram-se no item 8.2

**TABELA 11.2 - QUADRO RESUMO
BACIA DO RIBEIRÃO QUILOMBO – OBRAS DE CANALIZAÇÃO**

Curso Principal	Valor Estimado (R\$)		
	Propriedades	Obra	Total
Córrego da Lagoa – trecho a montante da Rod. D. Pedro I (1.000 m) e a jusante da rod. - 1.000 m	100.000,00	2.000.000,00	2.100.000,00
Rio Quilombo – trecho em Campinas – a jusante da Rod. D. Pedro I (1.600 m)	50.000,00	3.200.000,00	3.250.000,00
Córrego Tijuco Preto – trecho a jusante da Rod. Anhanguera - 1.000 m	100.000,00	1.000.000,00	1.100.000,00
Ribeirão Jacuba – trecho a jusante da área de implantação dos reservatórios JAC-01 e JAC-02 – extensão 1.800 metros	10.000,00	2.800.000,00	2.810.000,00
Rio Quilombo – trecho em Sumaré / Nova Odessa (3.500 m)	50.000,00	4.050.000,00	4.100.000,00
Rio Quilombo – trecho em Americana (6.250 m)	1.000.000,00	8.000.000,00	9.000.000,00
Total	1.310.000,00	21.050.000,00	22.360.000,00

11.2 ANÁLISE DOS BENEFÍCIOS

A quantificação dos benefícios decorrentes da implantação de uma obra de drenagem urbana constitui-se numa das atividades mais complexas dentro de seu planejamento, isto porque a mensuração de tais benefícios é restrita. Um dos enfoques mais adotados refere-se à quantificação dos prejuízos evitados aos bens e propriedades, bem como dos atrasos nos deslocamentos. Os prejuízos decorrentes da veiculação de doenças e mortalidade, a degradação das condições de vida e da paisagem são de quantificação bem mais difícil, mas mesmo assim devem ser estimados.

Para quantificação dos benefícios financeiros proporcionados pelo controle das inundações, foi feita uma simulação de mercado que consiste na verificação de quanto os indivíduos atingidos pela inundação estariam dispostos a pagar para prevenir os danos que elas provocam. Esse montante corresponde, no máximo, ao prejuízo estimado para a área atingida.

Para quantificação dos prejuízos foi feita uma avaliação na área inundável, composta do seguintes itens: danos causados às edificações, equipamentos, processo produtivo, pessoas e bens em geral. Outros danos a serem levados em conta são os que, apesar de não serem da área diretamente atingida, afetam tanto o processo produtivo, quanto as pessoas da comunidade, tais como: sobrecargas ao sistema viário e equipamentos

públicos situados fora da área inundável, devido ao aumento do tempo e do custo dos deslocamentos.

11.2.1 Benefícios Anuais de Evitar os Danos Diretos

Os prejuízos ocasionados na área diretamente afetada podem ser estimados a partir de dados históricos levantados na área inundada em estudo ou, mais expeditamente, utilizando fórmulas empíricas definidas para situações similares de inundação.

Os prejuízos da área indiretamente afetada são usualmente estimados como parcela do dano direto de mesma natureza, por meio de percentuais definidos em levantamentos realizados em vários episódios pesquisados.

Em levantamentos realizados no Brasil pelo DAEE, os prejuízos indiretos são da ordem de 25% dos diretos totais. No trabalho de KATES: "Industrial Flood Losses: damage estimation in Leligh Valley", os prejuízos indiretos são avaliados como porcentagem dos diretos, de acordo com o tipo de ocupação. Na Tabela 11.3 são apresentadas estas percentagens.

TABELA 11.3
PERCENTUAL DE PREJUÍZOS INDIRETOS SOBRE PREJUÍZOS DIRETOS

OCUPAÇÃO	PERCENTUAL DE DANOS INDIRETOS SOBRE DANOS DIRETOS
Área Residencial	15
Área Comercial	37
Industrial	45
Serviços	10
Propriedades Públicas	34
Agricultura	10
Auto – Estradas	25
Ferrovias	23
Média	25

Em áreas de grande circulação de veículos é importante considerar os custos de interrupção ou atraso no tráfego.

Com relação à definição dos prejuízos diretos, uma das formas mais práticas é a equação apresentada a seguir, que se considera os prejuízos diretos em edificações situadas nas áreas urbanas, incluindo o conteúdo, e áreas adjacentes, tais como jardins e quintais, variam linearmente com a altura da inundação e com o coeficiente Kd.

$$Cd = Kd \cdot Me \cdot h \cdot A \cdot U$$

Onde:

Cd = prejuízo direto;

Kd = 0,15/m, coeficiente médio, JAMES (1964);

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

H = altura da inundação;

U = proporção de ocupação com edificações na área total inundada;

A = área inundada.

Na identificação das áreas de inundação na Bacia do Ribeirão Quilombo, foram efetuados levantamentos em campo, cujos resultados são apresentados na ilustração 2.1.

Para o cálculo do valor do benefício anual, consideraram-se tipos diferentes de inundação, com suas respectivas alturas médias de lâmina d'água estimadas, e periodicidade de ocorrência:

BACIA DO RIBEIRÃO QUILOMBO

J : Área de inundação 1: ocorre em torno de uma vez por ano

$$A1 = 1.525.000 \text{ m}^2$$

J : Área de inundação 2: ocorre a cada cinco anos

$$A2 = 2.887.500 \text{ m}^2$$

Serão adotados os seguintes parâmetros para a definição dos benefícios financeiros decorrentes do controle das inundações.

J : Custo médio de valor de mercado das edificações, por unidade de área (M_e), igual a R\$300,00/m², incluindo o valor do terreno;

J : Coeficiente médio sugerido (JAMES ,1964) Kd = 0,15/m;

J : Custo indireto de 25% do custo direto, que reflete a experiência brasileira e fica próximo do valor médio encontrado por Kates;

J : A taxa de ocupação adotada (U) foi de 20%, representativa para a área sujeita a inundação.

11.2.2 Benefícios Anuais de Evitar Danos Ocasionados ao Tráfego

Em áreas de grande circulação de veículos é importante considerar os custos de interrupção ou atraso no tráfego.

Já o tempo perdido: o tempo perdido pelos passageiros dos veículos e motoristas durante as interrupções de tráfego em consequência das inundações pode ser economicamente quantificado da seguinte forma:

€#	Veículos particulares	R\$ 8,32/h/passageiro
€#	Ônibus	R\$ 2,77/h/passageiro
€#	Caminhões	R\$ 8,32/h/passageiro

Considerar-se-á a média de 1,5 passageiro por veículo particular e 30 passageiros por ônibus, assim como um período médio de tempo perdido de 03 horas.

Em relação ao número total de veículos para a área 1 de estudo serão adotados os seguintes valores:

€#	Veículos particulares	20.000 autos
€#	Ônibus	1.000 ônibus
€#	Caminhões	300 caminhões

Já para Área 2 será adotada o fator 1,5 em relação a Área 1.

TABELA 11.4
ESTIMATIVA DOS BENEFÍCIOS ANUAIS (DANOS EVITADOS)

Bacia	Área (m ²)	Altura média h (m)	Ocupação	Cd . 1,25 (r\$)	Tráfego (R\$)	Frequência de inundação (vezes por ano)	Benefício anual total (R\$)
ÁREA 1	1.525.000	0,6	0,2	10.293.750,00	1.009.332,00	1	11.303.082,00
ÁREA 2	2.887.500	1,0	0,2	32.484.375,00	1.513.998,00	0,2	6.799.674,60
							18.102.756,60

11.3 RELAÇÃO CUSTO - BENEFÍCIO

Face ao porte e quantidade de intervenções necessárias para o controle de cheias na bacia do Ribeirão Quilombo, procurou-se avaliar também a relação custo – benefício nos núcleos urbanos em que o problema de inundações seja mais crítico.

As avaliações efetuadas pelo PDMQ indicam que a população atingida pelas inundações, seja diretamente, por meio da inundação das edificações, ou indiretamente, em virtude do tempo perdido no trânsito, na bacia do Ribeirão Quilombo são de aproximadamente 10.000 pessoas.

A análise custo – benefício efetuada considerou o custo das intervenções necessárias para o controle das cheias nos núcleos urbanos na bacia do Ribeirão Quilombo, considerando os custos das intervenções, e os benefícios advindos do controle de cheias.

Admitindo-se uma taxa de juros de 12% ao ano, para um período de 20 anos, o fator de recuperação de capital (FRC) vale 7,0946.

A relação Custo-Benefício vale:’’

$$C / B = CA / BA’’$$

onde:’’

CA = Custo anual do Investimento (R\$) = custo total do investimento / FRC

BA = Benefício anual (R\$)’’

Portanto, com base nas Tabela 11.1, 11.2 e Tabela 11.4, a relação custo-benefício é a seguinte:’’

TABELA 11.5 RELAÇÃO CUSTO - BENEFÍCIO

PLANO DE OBRAS	Custo Anual (10³ R\$)	Benefício Anual (10³ R\$)	Relação Custo - Benefício (C/B)
	17.303	18.102	0,96

Os resultados apresentados na Tabela 11.5 evidenciam a viabilidade do empreendimento de controle de cheias, que mostram que os custos de sua implantação são inferiores aos benefícios esperados. ’’

EQUIPE TÉCNICA DAEE:

DRH – Diretoria de Recursos Hídricos

Assessor para o Projeto: Eng. Eliseu Itiro Ayabe

BMT – Diretoria da Bacia do Médio Tietê

Diretor: Eng. Luiz Roberto Moretti

Agente Técnico do FEHIDRO: Eng. Astor Dias de Andrade

Assistente de Campo: Eng. Patrícia Gobet de Aguiar

SAT – Assessoria Técnica da Superintendência

Coordenador Técnico do Projeto: Eng. Ricardo Lange